

(19)



(11)

EP 4 269 804 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
01.11.2023 Patentblatt 2023/44

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F04D 19/04 ^(2006.01) **F04D 29/52** ^(2006.01)
F04D 29/60 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23191349.2**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F04D 19/042; F04D 29/522; F04D 29/601;
F04D 29/644

(22) Anmeldetag: **14.08.2023**

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

(71) Anmelder: **Pfeiffer Vacuum Technology AG**
35614 Asslar (DE)

(72) Erfinder: **Die Erfindernennung liegt noch nicht vor**

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

(54) **VAKUUMPUMPE**

(57) Eine Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, umfasst ein Pumpengehäuse mit einem Gehäuseabschnitt zur Aufnahme pumpaktiver Komponenten der Vakuumpumpe und mit einem eine Befestigungsebene aufspannenden Flanschabschnitt, der zum Verbinden der Vakuumpumpe mit einem Rezipienten vorgesehen ist und der bevorzugt einstückig ausgebildet ist, wobei der Gehäuseabschnitt und der Flanschab-

schnitt als separate Bauteile ausgebildet sind, wobei der Gehäuseabschnitt einen Trageabschnitt umfasst, und wobei der Flanschabschnitt einen mit dem Rezipienten koppelbaren Kopplungsabschnitt und einen mit dem Trageabschnitt verbundenen Befestigungsabschnitt umfasst, der zumindest in einer Richtung senkrecht zu der Befestigungsebene durchbrechungsfrei ausgebildet ist.

EP 4 269 804 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe, insbesondere eine Turbomolekularpumpe.

[0002] Vakuumpumpen werden dazu verwendet, ein (Hoch-)Vakuum in einer Vakuumkammer eines Rezipienten zu erzeugen. Zu diesem Zweck ist es notwendig, dass eine Einlassseite der Vakuumpumpe mit der Vakuumkammer des Rezipienten verbunden wird. Herkömmliche Pumpengehäuse weisen einen angeformten Flansch auf, der zum Verbinden der Vakuumpumpe mit einem Rezipienten vorgesehen ist.

[0003] Die Realisierung von Pumpenanordnungen kann aufwändig sein und viel Raum in Anspruch nehmen, insbesondere wenn kundenspezifische Anforderungen erfüllt werden müssen. Beispielsweise kann es notwendig sein, dass die Pumpe möglichst kompakt und leicht ist, um eine Integration der Pumpe in einen kundenseitigen Aufbau zu ermöglichen oder zumindest zu erleichtern. Auch kann es sein, dass die zu verbindenden Flansche verschiedene Durchmesser aufweisen und deshalb nicht direkt aufeinander montierbar sind, während der Abnehmer eine kompakte Bauweise wünscht.

[0004] Zudem weist die Pumpe, insbesondere das Pumpengehäuse, bevorzugt eine möglichst große Robustheit auf, um eine lange Lebensdauer und eine erhöhte Sicherheit der Pumpe zu gewährleisten. Gleichzeitig ist es jedoch wünschenswert, dass die Vakuumpumpe leicht herzustellen ist, leicht zu warten ist und eine hohe Wirtschaftlichkeit aufweist.

[0005] Dementsprechend besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, eine flexibel einsetzbare, kompakte, leichte, robuste und wirtschaftliche Vakuumpumpe bereitzustellen.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0007] Insbesondere wird die Aufgabe durch eine Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, umfassend ein Pumpengehäuse mit einem Gehäuseabschnitt zur Aufnahme pumpaktiver Komponenten der Vakuumpumpe und mit einem eine Befestigungsebene aufspannenden Flanschabschnitt, der zum Verbinden der Vakuumpumpe mit einem Rezipienten vorgesehen ist und der bevorzugt einstückig ausgebildet ist, gelöst. Der Gehäuseabschnitt und der Flanschabschnitt des Pumpengehäuses der erfindungsgemäßen Vakuumpumpe sind als separate Bauteile ausgebildet, wobei der Gehäuseabschnitt einen Trageabschnitt umfasst und der Flanschabschnitt einen mit dem Rezipienten koppelbaren Kopplungsabschnitt und einen mit dem Trageabschnitt verbundenen Befestigungsabschnitt umfasst, der zumindest in einer Richtung senkrecht zu der Befestigungsebene durchbrechungsfrei ausgebildet ist.

[0008] In anderen Worten weist der Flanschabschnitt in einer axialen Richtung der Vakuumpumpe gesehen kein durchgängiges Loch bzw. keine durchgängige Bohrung auf, die die beiden gegenüberliegenden Seiten des Flanschabschnitts miteinander verbindet. Der mittige

Pumpeneinlass der Vakuumpumpe, die durch den bevorzugt ringförmigen Flanschabschnitt definiert wird, ist dabei nicht als erfindungsgemäße Durchbrechung zu verstehen. Auch ist mit einer Durchbrechung keine Nut oder Ausnehmung gemeint, die sich in den Flanschabschnitt hinein erstreckt und im Inneren des Flanschabschnitts endet.

[0009] Insbesondere ist der Flanschabschnitt ringförmig mit einer bevorzugt kreisförmigen Außen- und/oder Innenkontur.

[0010] Durch die mehrteilige, insbesondere zweiteilige, Ausgestaltung des Pumpengehäuses kann der Flanschabschnitt einfach und schnell an dem Pumpengehäuse montiert und wieder von diesem gelöst werden. Dies wiederum ermöglicht eine einfache Montage des Pumpengehäuses sowie ein einfaches Warten des Flanschabschnitts und/oder der pumpaktiven Komponenten der Pumpe, ohne dass hierzu das gesamte Pumpengehäuse demontiert werden muss. Zudem kann dadurch der Flanschabschnitt bei Bedarf gewechselt und an die Abmessung eines Anschlusses des Rezipienten angepasst werden.

[0011] Dadurch, dass der Trageabschnitt des Gehäuseabschnitts mit dem Befestigungsabschnitt des Flanschabschnitts verbunden ist und der Befestigungsabschnitt zumindest in einer Richtung senkrecht zu der Befestigungsebene durchbrechungsfrei ausgestaltet ist, können eine maximale Baumraumoptimierung sowie eine hohe Stabilität des Pumpengehäuses erzielt werden. Insbesondere können dadurch Verbindungselemente wie Schrauben oder Schweißnähte, mit denen der Flanschabschnitt an dem Gehäuseabschnitt befestigt wird, derart positioniert werden, dass sie nicht radiale über den Kopplungsabschnitt des Flanschabschnitts hinausragen, d.h. die Pumpe bleibt besonders schlank.

[0012] Gemäß einer Ausführungsform können der Flanschabschnitt und der Gehäuseabschnitt aus unterschiedlichen Metallen bestehen, um Gewicht und/oder Kosten zu sparen. Insbesondere bestehen der Gehäuseabschnitt aus Aluminium und/oder der Flanschabschnitt aus Edelstahl.

[0013] Der Befestigungsabschnitt kann eine Basis umfassen, an die sich der Kopplungsabschnitt anschließt und die bevorzugt durchbrechungsfrei ausgebildet ist, wobei der Befestigungsabschnitt einen von der Basis abstehenden Erstreckungsabschnitt umfasst. Der Erstreckungsabschnitt erstreckt sich bevorzugt senkrecht zu der Befestigungsebene.

[0014] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann der Befestigungsabschnitt eine in der Basis ausgebildete Ausnehmung zur zumindest abschnittweisen Aufnahme des Trageabschnitts umfassen. Dies macht das Pumpengehäuse besonders robust.

[0015] Für eine einfache Montage des Pumpengehäuses können gemäß einer weiteren Ausführungsform der Befestigungsabschnitt und der Trageabschnitt jeweils zumindest ein Verbindungsmittel zum zentrierten Verbinden des Flanschabschnitts und des Gehäuseab-

schnitts umfassen, wobei die Verbindungsmittel komplementär ausgestaltet sind.

[0016] Die Verbindungsmittel können konische Kopplungsflächen und/oder zylindrische Kopplungsflächen umfassen.

[0017] Die Verbindungsmittel des Befestigungsabschnitts können an einer Außenseite des Befestigungsabschnitts angeordnet sein oder der Außenseite des Befestigungsabschnitts zugewandt sein. Vorteilhafterweise sind Verbindungsmittel an dem Erstreckungsabschnitt angeordnet.

[0018] Zusätzlich oder alternativ hierzu können die Verbindungsmittel des Befestigungsabschnitts an einer Innenseite des Befestigungsabschnitts angeordnet sein oder der Innenseite des Befestigungsabschnitts zugewandt sein.

[0019] Gemäß einer Ausführungsform weisen die Verbindungsmittel komplementäre Gewindeabschnitte auf, sodass der Flanschabschnitt einfach auf den Gehäuseabschnitt aufgeschraubt werden kann.

[0020] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann der Flanschabschnitt mittels zumindest einer Schraube an dem Gehäuseabschnitt befestigt sein. Dies gewährleistet eine einfache Wartbarkeit der Vakuumpumpe.

[0021] Für eine leichte Zugänglichkeit kann sich die mindestens eine Schraube von einer Gehäuseaußenseite zu einer Gehäuseinnenseite hin erstrecken. Für einen besseren Schutz vor äußeren Einflüssen kann sich die mindestens eine Schraube aber auch von der Gehäuseinnenseite zu der Gehäuseaußenseite hin erstrecken. Vorteilhafterweise erstreckt sich die mindestens eine Schraube in einer Richtung, die senkrecht zu den jeweiligen Kopplungsflächen ist und/oder die mindestens eine Schraube erstreckt sich schräg zu einer Längsachse der Vakuumpumpe.

[0022] Zusätzlich oder alternativ kann der Flanschabschnitt mittels zumindest einer Schweißnaht an dem der Gehäuseabschnitt befestigt sein, die den Trageabschnitt und den Befestigungsabschnitt pumpeninnenseitig und/oder pumpenaußenseitig miteinander verbindet. Dadurch ist das Pumpengehäuse besonders robust und beständig.

[0023] Die Schweißnaht kann an einer Stirnseite des Erstreckungsabschnitts und/oder an einer Stirnseite des Trageabschnitts ausgebildet sein. Zusätzlich oder alternativ kann die Schweißnaht an einer Öffnung der Ausnehmung der Basis oder einer Öffnung der Ausnehmung des Trageabschnitts ausgebildet sein.

[0024] Für eine verbesserte Wartbarkeit und Vielseitigkeit der Pumpe kann der Flanschabschnitt mittels einer Bajonettkonvergenz an dem Gehäuseabschnitt befestigt sein, wobei die Verbindungsmittel mindestens einen Arretier-Stutzen und mindestens eine Bajonettnut umfassen. Insbesondere ist eine Mehrzahl von in Umfangsrichtung des Gehäuseabschnitts und des Flanschabschnitts verteilt angeordneter Arretier-Stutzen und Bajonettnuten vorgesehen.

[0025] Ein Verfahren zum Montieren des Pumpenge-

häuses umfasst die folgenden Schritte:

- Vorbearbeiten des Flanschabschnitts und/oder des Gehäuseabschnitts, insbesondere des Befestigungsabschnitts und/oder des Trageabschnitts;
- Fügen des Flanschabschnitts auf den Gehäuseabschnitt, bevorzugt mittels der Verbindungsmittel, so dass der Flanschabschnitt zentriert auf dem Gehäuseabschnitt sitzt;
- Verbinden des Flanschabschnitts und des Gehäuseabschnitts, um das Pumpengehäuse zu bilden, insbesondere mittels einer Schraubverbindung, einer Schweißverbindung und/oder einer Bajonettkonvergenz; und
- optional: Nachbearbeiten des montierten Pumpengehäuses, insbesondere der Verbindungsstellen.

[0026] 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 Schnittnlinie A-A,

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

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

Fig. 6A-8 Querschnittsansichten eines Teils eines Pumpengehäuses einer Vakuumpumpe gemäß verschiedener Ausführungsformen,

Fig. 9A eine Seitenansicht eines Pumpengehäuses einer Vakuumpumpe in einem nicht-zusammengesetzten Zustand gemäß einer weiteren Ausführungsform, und

Fig. 9B eine Draufsicht auf einen Teil des in Fig. 9A gezeigten Pumpengehäuses.

[0027] 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.

[0028] Der Einlassflansch 113 bildet bei der Ausrichtung der Vakuumpumpe gemäß Fig. 1 das obere Ende des Gehäuses 119 der Vakuumpumpe 111. Das Gehäuse 119 umfasst ein Unterteil 121, an welchem seitlich ein Elektronikgehäuse 123 angeordnet ist. In dem Elektronikgehäuse 123 sind elektrische und/oder elektronische Komponenten der Vakuumpumpe 111 untergebracht, z. B. zum Betreiben eines in der Vakuumpumpe angeordneten Elektromotors 125 (vgl. auch Fig. 3). Am Elektronikgehäuse 123 sind mehrere Anschlüsse 127 für Zubehör vorgesehen. Außerdem sind eine Datenschnittstelle 129, z.B. gemäß dem RS485-Standard, und ein Stromversorgungsanschluss 131 am Elektronikgehäuse 123 angeordnet.

[0029] Es existieren auch Turbomolekularpumpen, die kein derartiges angebrachtes Elektronikgehäuse aufweisen, sondern an eine externe Antriebselektronik angeschlossen werden.

[0030] 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) vor dem von der Pumpe geförderten Gas in den Motorraum 137, in welchem der Elektromotor 125 in der Vakuumpumpe 111 untergebracht ist, eingelassen werden kann. Im Unterteil 121 sind ferner noch zwei Kühlmittelanschlüsse 139 angeordnet, wobei einer der Kühlmittelanschlüsse als Einlass und der andere Kühlmittelanschluss als Auslass für Kühlmittel vorgesehen ist, das zu Kühlzwecken in die Vakuumpumpe geleitet werden kann. Andere existierende Turbomolekularvakuumumpen (nicht dargestellt) werden ausschließlich mit Luftkühlung betrieben.

[0031] Die untere Seite 141 der Vakuumpumpe kann als Standfläche dienen, sodass die Vakuumpumpe 111 auf der Unterseite 141 stehend betrieben werden kann. Die Vakuumpumpe 111 kann aber auch über den Einlassflansch 113 an einem Rezipienten befestigt werden und somit gewissermaßen hängend betrieben werden. Außerdem kann die Vakuumpumpe 111 so gestaltet sein, dass sie auch in Betrieb genommen werden kann, wenn sie auf andere Weise ausgerichtet ist als in Fig. 1 gezeigt ist. Es lassen sich auch Ausführungsformen der Vakuumpumpe realisieren, bei der die Unterseite 141 nicht nach unten, sondern zur Seite gewandt oder nach oben gerichtet angeordnet werden kann. Grundsätzlich sind dabei beliebige Winkel möglich.

[0032] Andere existierende Turbomolekularvakuumumpen (nicht dargestellt), die insbesondere größer sind als die hier dargestellte Pumpe, können nicht stehend betrieben werden.

[0033] 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.

[0034] An der Unterseite 141 sind außerdem Befestigungsbohrungen 147 angeordnet, über welche die Pumpe 111 beispielsweise an einer Auflagefläche befestigt werden kann. Dies ist bei anderen existierenden Turbomolekularvakuumumpen (nicht dargestellt), die insbesondere größer sind als die hier dargestellte Pumpe, nicht möglich.

[0035] In den Figuren 2 bis 5 ist eine Kühlmittelleitung 148 dargestellt, in welcher das über die Kühlmittelanschlüsse 139 ein- und ausgeleitete Kühlmittel zirkulieren kann.

[0036] 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.

[0037] In dem Gehäuse 119 ist ein Rotor 149 angeordnet, der eine um eine Rotationsachse 151 drehbare Rotorwelle 153 aufweist.

[0038] 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.

[0039] Die Vakuumpumpe umfasst außerdem in radialer Richtung ineinander angeordnete und pumpwirksam miteinander in Serie geschaltete Holweck-Pumpstufen. Es existieren andere Turbomolekularvakuumumpen (nicht dargestellt), die keine Holweck-Pumpstufen aufweisen.

[0040] 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.

[0041] 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.

[0042] 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.

[0043] Die vorstehend genannten pumpaktiven Oberflächen der Holweck-Statorhülsen 167, 169 weisen jeweils mehrere spiralförmig um die Rotationsachse 151 herum in axialer Richtung verlaufende Holweck-Nuten auf, während die gegenüberliegenden Mantelflächen der Holweck-Rotorhülsen 163, 165 glatt ausgebildet sind und das Gas zum Betrieb der Vakuumpumpe 111 in den Holweck-Nuten vorantreiben.

[0044] 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.

[0045] Im Bereich des Wälzlagers 181 ist an der Rotorwelle 153 eine konische Spritzmutter 185 mit einem zu dem Wälzlager 181 hin zunehmenden Außendurchmesser vorgesehen. Die Spritzmutter 185 steht mit mindestens einem Abstreifer eines Betriebsmittelspeichers in gleitendem Kontakt. Bei anderen existierenden Turbomolekularvakuumumpumpen (nicht dargestellt) kann anstelle einer Spritzmutter eine Spritzschraube vorgesehen sein. Da somit unterschiedliche Ausführungen möglich sind, wird in diesem Zusammenhang auch der Begriff "Spritzspitze" verwendet.

[0046] Der Betriebsmittelspeicher umfasst mehrere aufeinander gestapelte saugfähige Scheiben 187, die mit einem Betriebsmittel für das Wälzlager 181, z.B. mit einem Schmiermittel, getränkt sind.

[0047] 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.

[0048] 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 201 gekoppeltes Deckelelement 207 festgelegt. Die statorseitigen Ringmagnete 197 sind parallel zu der Rotationsachse 151 in der einen Richtung durch einen mit dem Trägerabschnitt 203 verbundenen Befestigungsring 209 sowie einen mit dem Trägerabschnitt 203 verbundenen Befestigungsring 211 festgelegt. Zwischen dem Befestigungsring 211 und den Ringmagneten 197 kann außerdem eine Tellerfeder 213 vorgesehen sein.

[0049] Innerhalb des Magnetlagers ist ein Not- bzw. Fanglager 215 vorgesehen, welches im normalen Betrieb der Vakuumpumpe 111 ohne Berührung leer läuft und erst bei einer übermäßigen radialen Auslenkung des Rotors 149 relativ zu dem Stator in Eingriff gelangt, um einen radialen Anschlag für den Rotor 149 zu bilden, damit eine Kollision der rotorseitigen Strukturen mit den statorseitigen Strukturen verhindert wird. Das Fanglager 215 ist als ungeschmiertes Wälzlager ausgebildet und bildet mit dem Rotor 149 und/oder dem Stator einen radialen Spalt, welcher bewirkt, dass das Fanglager 215 im normalen Pumpbetrieb außer Eingriff ist. Die radiale Auslenkung, bei der das Fanglager 215 in Eingriff gelangt, ist groß genug bemessen, sodass das Fanglager 215 im normalen Betrieb der Vakuumpumpe nicht in Eingriff gelangt, und gleichzeitig klein genug, sodass eine Kollision der rotorseitigen Strukturen mit den statorseitigen Strukturen unter allen Umständen verhindert wird.

[0050] 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.

[0051] 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.

[0052] Zwischen der Rotornabe 161 und einer den Motorraum 137 begrenzenden Wandung 221 kann außerdem eine sog. und an sich bekannte Labyrinthdichtung 223 vorgesehen sein, insbesondere um eine bessere Abdichtung des Motorraums 217 gegenüber den radial außerhalb liegenden Holweck-Pumpstufen zu erreichen.

[0053] Die Fig. 6A zeigt einen Teil eines Pumpengehäuses im Bereich des Pumpeneinlasses einer erfindungsgemäßen Vakuumpumpe gemäß einer Ausführungsform. Abweichend von der zuvor beschriebenen Vakuumpumpe herkömmlicher Bauart umfasst das erfindungsgemäße Pumpengehäuse einen Gehäuseabschnitt 12 und einen daran montierten Flanschabschnitt 10, d.h. der Gehäuseabschnitt 12 und der Flanschabschnitt 10 sind als separate Bauteile ausgebildet.

[0054] Der Gehäuseabschnitt 12 ist zur Aufnahme pumpaktiver Komponenten der Vakuumpumpe ausgebildet. Die pumpaktiven Komponenten umfassen beispielsweise den Elektromotor 125, den Rotor 149, die Rotorwelle 153 und dergleichen (siehe Fig. 1 bis 5). Der Gehäuseabschnitt 12 weist bevorzugt eine zylindrische Grundform auf, die eine axiale Richtung 42 entlang einer Längsachse der Vakuumpumpe definiert. Der Gehäuseabschnitt 12 umfasst zudem einen Trageabschnitt 16 zur Herstellung einer Verbindung mit dem Flanschabschnitt 10.

[0055] Der bevorzugt ringförmig ausgebildete Flanschabschnitt 10 definiert den nicht gezeigte Pumpeneinlass der Vakuumpumpe und weist einen Befestigungsabschnitt 14 mit einer Basis 36 und einen sich radial außen an den Befestigungsabschnitt 14 anschließenden Kopplungsabschnitt 18 auf. Der Kopplungsabschnitt 18 ist zum Verbinden des Pumpeneinlasses mit einem Anschluss eines Rezipienten vorgesehen. Der Flanschabschnitt 10 spannt eine Befestigungsebene 44 auf, deren

Normale parallel zu der axialen Richtung 42 verläuft, d. h. die Befestigungsebene 44 steht senkrecht zur axialen Richtung 42.

[0056] Der Flanschabschnitt 10 und der Gehäuseabschnitt 12 sind bevorzugt aus einem beständigen Metall wie rostfreiem Stahl oder Aluminium gefertigt. Um das Gewicht der Pumpe zu reduzieren, kann der Gehäuseabschnitt 12 aus Aluminium gefertigt sein. Der Flanschabschnitt 10 kann aus Edelstahl gefertigt sein, um die für die Befestigung der Pumpe erforderliche Stabilität bereitstellen zu können. Um die Komplexität der Pumpe zu reduzieren, können der Flanschabschnitt 10 und/oder der Gehäuseabschnitt 12 zudem jeweils einteilig bzw. einstückig ausgebildet sein.

[0057] Die Basis 36 des Befestigungsabschnitts 14 ist in der axialen Richtung 42 gesehen durchbrechungsfrei ausgebildet. In anderen Worten weist der Befestigungsabschnitt 14 keine axiale Bohrung oder dergleichen auf, die die beiden gegenüberliegenden Seiten der Basis 36 verbindet. Zudem weist die Basis 36 pumpeneinlassseitig keine Ausnehmung oder Nut auf.

[0058] Der Befestigungsabschnitt 14 des Flanschabschnitts 10 weist einen von der Basis 36 abstehenden Erstreckungsabschnitt 38 auf, der sich im Wesentlichen senkrecht zu der Befestigungsebene 44, d.h. parallel zur axialen Richtung 42, erstreckt. In der gezeigten Ausführungsform weist der Erstreckungsabschnitt 38 an seiner Innenseite 28 eine konische Kopplungsfläche 20b und eine sich daran anschließende zylindrische Kopplungsfläche 24b auf. Die Kopplungsflächen 20b und 24b des Befestigungsabschnitts 14 sind einer Außenseite 52 des Trageabschnitts 16 zugewandt. Bei der gezeigten Ausführungsform bildet ein Abschnitt der Innenseite 28 des Erstreckungsabschnitts 38 einen Abschnitt der Innenseite des Pumpengehäuses und ein Abschnitt der Außenseite 52 des Trageabschnitts 16 bildet einen Abschnitt der Außenseite des Pumpengehäuses.

[0059] Der Trageabschnitt 16 des Gehäuseabschnitts 12 weist entsprechend an seiner Außenseite eine konische Kopplungsfläche 20a und eine sich daran anschließende zylindrische Kopplungsfläche 24a auf. Das heißt die Kopplungsflächen 20a und 24a des Trageabschnitts 16 sind einer Innenseite des Befestigungsabschnitts 14 zugewandt. Die konischen Kopplungsflächen 20a und 20b weisen die gleiche Neigung in Bezug auf die axiale Richtung 42 auf, während sich die zylindrischen Kopplungsflächen 24a, 24b parallel zur axialen Richtung 42 erstrecken.

[0060] An die zylindrische Kopplungsfläche 24b des Befestigungsabschnitts 14 schließt sich eine ringförmige Fläche 46b an, die eine Stirnseite des Erstreckungsabschnitts 38 definiert und die sich parallel zur Befestigungsebene 44 erstreckt. Der konischen Kopplungsfläche 20a des Trageabschnitts 16 gegenüberliegend schließt sich entsprechend an die zylindrische Kopplungsfläche 24a eine ringförmige Fläche 46a an, die sich ebenfalls parallel zur Befestigungsebene 44 erstreckt. Eine Höhe der zylindrischen Kopplungsfläche 24a des

Trageabschnitts 16 ist kleiner als eine Höhe der zylindrischen Kopplungsfläche 24b des Befestigungsabschnitts 14, sodass in einem montierten Zustand des Pumpengehäuses die ringförmigen Flächen 46a, 46b eine Lücke 48 bilden, um Fertigungstoleranzen auszugleichen.

[0061] In der gezeigten Ausführungsform werden die jeweiligen Kopplungsflächen 20a und 20b sowie 24a und 24b mittels mehrerer Schrauben 22 aneinandergepresst, so dass die Verbindung des Flanschabschnitts 10 mit dem Gehäuseabschnitt 12 dicht ist. Eine Zentrierung des Flanschabschnitts 10 in Bezug auf den Gehäuseabschnitt 12 erfolgt durch einen durch die zylindrischen Kopplungsflächen 20a, 20b gebildeten Anschlag. In anderen Worten erfolgt die Zentrierung über einen Zentrierbund, der durch die zylindrischen und konischen Kopplungsflächen 20a, 20b, 24a, 24b gebildet wird. Die Schrauben 22 erstrecken sich von der Gehäuseinnenseite zu der Gehäuseaußenseite hin, und zwar in einer Richtung, die senkrecht zu den konischen Kopplungsflächen 20a, 20b aber schräg zur Längsachse der Vakuumpumpe, d.h. schräg zur axialen Richtung 42 oder schräg zur Befestigungsebene 44, angeordnet ist.

[0062] Die Schrauben 22 sind dabei bevorzugt in Umlaufrichtung äquidistant verteilt angeordnet. Beispielsweise sind zwei, drei, vier fünf oder mehr Schrauben vorgesehen. Weiterhin versteht sich, dass zumindest der Erstreckungsabschnitt 38 entsprechende Innengewinde aufweist, die mit den jeweiligen Schrauben 22 in Gewindeeingriff stehen. Auch können eine oder mehrere der Schrauben 22 eine Spezialschraube mit einer Entgasungsbohrung sein. Ferner kann zur Abdichtung ein zusätzlicher O-Ring vorgesehen sein, beispielsweise in der Lücke 48 (siehe auch Fig. 6B).

[0063] Durch diese Ausgestaltung der Verbindung zwischen Flanschabschnitt 10 und Gehäuseabschnitt 12 wird eine besonders kompakte oder schlanke Form des Pumpengehäuses erzielt, da sich kein Abschnitt der Schrauben 22 oder der Abschnitte 14, 16 über den Kopplungsabschnitt 18 hinaus erstreckt. Zudem kann der Flanschabschnitt 10 einfach und schnell getauscht werden, was die Pumpe vielseitig einsetzbar macht. Gleichzeitig weist das Pumpengehäuse im Bereich der Verbindung des Flanschabschnitts 10 mit dem Gehäuseabschnitt 12 eine besonders hohe Stabilität auf, insbesondere in radialer Richtung, sodass beispielsweise in einem Fall, in dem eine pumpaktive Komponente der Pumpe im Betrieb zerstört wird, Splitter oder dergleichen nicht nach außen dringen können. Dies wiederum erhöht die Sicherheit der Pumpe. Ferner wird durch das Zusammenwirken der komplementären Flächen 20a, 20b, 24a, 24b und der Lücke 48 ein vakuumdichtes Montieren des Flanschabschnitts 10 erleichtert.

[0064] Die in der Fig. 6B gezeigte Ausführungsform unterscheidet sich von der in Fig. 6A Gezeigten im Wesentlichen dadurch, dass die Kopplungsflächen 20b und 24b des Befestigungsabschnitts 14 einer Innenseite des Trageabschnitts 16 zugewandt sind. Entsprechend sind die die Kopplungsflächen 20a und 24a des Trageab-

schnitts 16 einer Außenseite des Befestigungsabschnitts 14 zugewandt und die Schrauben 22 erstrecken sich von der Gehäuseinnenseite zu der Gehäuseaußenseite hin.

[0065] Gemäß einer weiteren, nicht gezeigten Ausführungsform erstrecken sich die Schrauben 22 nicht senkrecht zu den konischen Kopplungsflächen 20a, 20b, sondern senkrecht zu den zylindrischen Kopplungsflächen 24a, 24b.

[0066] Des Weiteren ist eine Konfiguration möglich, bei der sich einige Schrauben 22 von der Gehäuseinnenseite zu der Gehäuseaußenseite hin erstrecken und sich die übrigen Schrauben 22 von der Gehäuseaußenseite zu der Gehäuseinnenseite hin erstrecken, beispielsweise jeweils die Hälfte der Schrauben 22.

[0067] Die Fig. 7A zeigt einen Teil eines Pumpengehäuses im Bereich des Pumpeneinlasses einer erfindungsgemäßen Vakuumpumpe gemäß einer weiteren Ausführungsform. Der Befestigungsabschnitt 14 des Flanschabschnitts 10 weist hier eine ringförmige Fläche 46a auf, an die sich ein Erstreckungsabschnitt 38 anschließt. Der Erstreckungsabschnitt 38 weist eine zylindrische Kopplungsfläche 24a auf, die sich im Wesentlichen senkrecht von der Basis 36 des Befestigungsabschnitts 14 aus erstreckt, d.h. in axialer Richtung 42. Der Erstreckungsabschnitt 38 weist des Weiteren eine konische Kopplungsfläche 24b auf, die sich an die zylindrische Kopplungsfläche 24a anschließt und die eine Stirnseite des Erstreckungsabschnitts 38 definiert.

[0068] Der Trageabschnitt 16 des Gehäuseabschnitts 12 weist eine konische Kopplungsfläche 20a auf, an die sich eine ringförmige Fläche 46b anschließt. Die ringförmigen Flächen 46a, 46b erstrecken sich parallel zur Befestigungsebene 44. Die zylindrischen Kopplungsflächen 24a, 24b erstrecken sich senkrecht zur Befestigungsebene 44, d.h. parallel zur axialen Richtung 42, und weisen im Wesentlichen die gleiche Höhe auf. Die konischen Kopplungsflächen 20a, 20b weisen im Wesentlichen die gleiche Neigung im Bezug auf die axiale Richtung 42 auf.

[0069] Der Flanschabschnitt 10 ist mittels mehrerer Schweißnähte 40a, 40b an dem Gehäuseabschnitt 12 befestigt, wobei eine pumpeninnenseitige Schweißnaht 40a an einer Stirnseite des Erstreckungsabschnitts 38 ausgebildet ist und eine pumpenaußenseitige Schweißnaht 40b an einer Stirnseite des Trageabschnitts 16 ausgebildet ist. Die ringförmigen Flächen 46a, 46b sowie die zylindrischen und konischen Kopplungsflächen 20a, 20b, 24a, 24b liegen dabei vakuumdicht aneinander an, wobei auch hier die Zentrierung des Flanschabschnitts 10 in Bezug auf den Gehäuseabschnitt 12 bei der Montage durch einen durch die zylindrischen Kopplungsflächen 20a, 20b gebildeten Anschlag erfolgt.

[0070] Im vorliegenden Beispiel ist die pumpeninnenseitige Schweißnaht 40a an einem radial inneren Rand der ringförmigen Flächen 46a, 46b angeordnet, und die pumpenaußenseitige Schweißnaht 40b ist an einem radial äußeren Rand der konischen Kopplungsflächen 20a, 20b angeordnet. Die konische Kopplungsfläche 20a des

Trageabschnitts 16 ist etwas größer als die konische Kopplungsfläche 20b des Befestigungsabschnitts 14, so dass ein äußerer Abschnitt der konischen Kopplungsfläche 20b des Befestigungsabschnitts 14 zur Ausbildung der pumpenaußenseitigen Schweißnaht 40b genutzt werden kann.

[0071] Auch diese Ausführungsform bietet den Vorteil, dass der Durchmesser der Pumpe durch den Durchmesser des Kopplungsabschnitts 18 definiert wird. Des Weiteren haben die Schweißnähte 40a, 40b eine zusätzliche Dichtfunktion und machen das Pumpengehäuse insgesamt noch robuster.

[0072] Die in der Fig. 7B gezeigte Ausführungsform unterscheidet sich von der in Fig. 7A Gezeigten im Wesentlichen dadurch, dass der Erstreckungsabschnitt 38 anstelle einer konischen Kopplungsfläche eine zweite ringförmige Fläche 46c aufweist, die eine Stirnseite des Erstreckungsabschnitts 38 definiert. Zudem ist die Höhe der zylindrischen Kopplungsfläche 24a des Trageabschnitts 16 etwas größer als die Höhe der zylindrischen Kopplungsfläche 24b des Befestigungsabschnitts 14. Entsprechend ist die pumpenaußenseitige Schweißnaht 40b an der Stirnseite des Erstreckungsabschnitts 38 und an einer Stelle ausgebildet, an der die Stirnseite 46c des Erstreckungsabschnitts 38 auf die zylindrische Kopplungsfläche 24a des Trageabschnitts 16 trifft. Der Höhenunterschied der zylindrischen Kopplungsflächen 24a, 24b erlaubt die Aufnahme der Schweißnaht 40b.

[0073] Die radialen Positionen der Trage- und Befestigungsabschnitte 14, 16 können jedoch auch vertauscht sein. Das heißt, die in den Fig. 7A und 7B gezeigten Erstreckungsabschnitte 38 können auch pumpeninnenseitig anstatt pumpenaußenseitig angeordnet sein, so dass die an der Stirnseite 46a des Trageabschnitts 16 ausgebildete Schweißnaht 40a pumpenaußenseitig angeordnet ist und die an der Stirnseite 20b, 46c des Befestigungsabschnitts 14 ausgebildete Schweißnaht 40b pumpeninnenseitig angeordnet ist.

[0074] Die in der Fig. 7C gezeigte Ausführungsform unterscheidet sich von den in Fig. 7A und 7B Gezeigten im Wesentlichen dadurch, dass der Befestigungsabschnitt 14 anstelle eines Erstreckungsabschnitts 38 eine Ausnehmung oder Nut 34 aufweist, die einen Endabschnitt des Trageabschnitts 16 aufnimmt. Das heißt der Flanschabschnitt 10 ist auf den Gehäuseabschnitt 12 gesteckt und mittels Schweißnähten 40a, 40b fixiert.

[0075] Dabei wirken bevorzugt die zylindrischen Kopplungsflächen 24a Trageabschnitts 16 mit den Seitenflächen der Ausnehmung 34 und die ringförmige Fläche 46a Trageabschnitts 16 mit einer Bodenfläche der Ausnehmung zusammen.

[0076] Insbesondere entspricht eine Breite der Ausnehmung 34 im Wesentlichen einer Breite des Endabschnitts des Trageabschnitts 16, sodass die Zentrierung des Flanschabschnitts 10 automatisch durch Einführen des Trageabschnitts 16 in die Ausnehmung 34 erfolgt. Die Schweißnähte 40a, 40b haben dabei neben der Fixierfunktion auch die Aufgabe, Fertigungstoleranzen auszugleichen.

zen auszugleichen.

[0077] Die Ausnehmung 34 kann anstatt in der Basis 36 des Befestigungsabschnitts 14 aber auch in der Stirnseite des Trageabschnitts 16 ausgebildet sein. Entsprechend kann der Befestigungsabschnitt 14 einen komplementären Erstreckungsabschnitt 38 aufweisen, der in die Ausnehmung 34 des Trageabschnitts 16 passt.

[0078] Zudem kann die Anzahl und/oder Position der Schweißnähte 40a, 40b je nach Bedarf variiert werden (dies gilt auch für die weiter oben beschriebenen Ausführungsformen). Beispielsweise kann der Flanschabschnitt 10 mittels nur einer pumpeninnenseitig oder pumpenaußenseitig ausgebildeten Schweißnaht 40a, 40b an dem Gehäuseabschnitt 12 befestigt sein.

[0079] Bei der in Fig. 8 gezeigten Ausführungsform weist der Befestigungsabschnitt 14 eine ringförmige Fläche 46b auf, die sich parallel zur Befestigungsebene 44 erstreckt. An die ringförmige Fläche 46b schließt sich ein Erstreckungsabschnitt 38 an, der sich von der Basis 36 im Wesentlichen senkrecht zu der Befestigungsebene 44 erstreckt. Der Erstreckungsabschnitt 38 weist an seiner Innenseite, von der Basis 36 zur Stirnseite hin, eine erste zylindrische Kopplungsfläche 24e und sich daran anschließende konische Fläche 50b auf, an die sich eine zweite zylindrische Kopplungsfläche 24b anschließt. Die Kopplungsflächen 24e und 24b des Befestigungsabschnitts 14 sind einer Außenseite des Trageabschnitts 16 zugewandt. Die Basis 36 des Befestigungsabschnitts 14 ist in der axialen Richtung 42 gesehen durchbrechungsfrei ausgebildet.

[0080] Der Trageabschnitt 16 des Gehäuseabschnitts 12 weist entsprechend eine ringförmige Fläche 46a auf, die sich parallel zur Befestigungsebene 44 erstreckt und eine Stirnseite des Trageabschnitts 16 bildet. Der Trageabschnitt 16 weist des Weiteren an seiner Außenseite eine erste zylindrische Kopplungsfläche 24c und eine sich daran anschließende konische Fläche 50a auf, an die sich eine zweite zylindrische Kopplungsfläche 26a anschließt. Das heißt die Kopplungsflächen 24c und 24a des Trageabschnitts 16 sind einer Innenseite des Befestigungsabschnitts 14 zugewandt. Die konischen Flächen 50a und 50b weisen die gleiche Neigung in Bezug auf die axiale Richtung 42 auf, während sich die zylindrischen Kopplungsflächen 24a bis 24e parallel zur axialen Richtung 42 erstrecken.

[0081] Die zylindrischen Kopplungsflächen 24a, 24b des Trage- und Befestigungsabschnitts 14, 16 weisen jeweils komplementäre Gewindeabschnitte 26a, 26b auf, die miteinander in Gewindeeingriff stehen. Das heißt der Flanschabschnitt 10 ist auf den Gehäuseabschnitt 12 aufgeschraubt, und zwar bis zu einer axialen Position, bei der die ringförmige Fläche 46b des Befestigungsabschnitts 14 an der Stirnseite bzw. der ringförmigen Fläche 46a des Trageabschnitts 16 ansteht.

[0082] An dieser Position bilden die konischen Flächen 50a, 50b des Trageabschnitts 16 und des Befestigungsabschnitts 14 eine Lücke 48 zum Ausgleichen von Fertigungstoleranzen, da die zylindrische Kopplungsfläche

24c des Trageabschnitts 16 größer als die zylindrische Kopplungsfläche 24 des Befestigungsabschnitts 14 ist. Zu diesem Zweck bilden die zylindrischen Kopplungsflächen 24c und 24e an der Basis 36 an dieser Position zusätzlich eine Spielpassung. Optional kann ein O-Ring zur zusätzlichen Dichtung vorgesehen sein, beispielsweise an der Grenzfläche zwischen den ringförmigen Flächen 46a, 46b. Diese Ausgestaltung der Verbindung zwischen Flansch- und Gehäuseabschnitt 10, 12 ist besonders benutzerfreundlich.

[0083] Analog ist es auch möglich, die geometrischen Verhältnisse so zu wählen, dass die konischen Flächen 50a, 50b des Trageabschnitts 16 in Anlage kommen und eine Lücke zwischen den ringförmigen Flächen 46a, 46b bleibt, in die ein O-Ring eingesetzt ist (optional).

[0084] Bei der in den Fig. 9A und 9B gezeigten Ausführungsform ist eine Mehrzahl von Arretier-Stützen 30 an einer Innenseite 28 des Erstreckungsabschnitts 38 und eine gleiche Anzahl von komplementären Bajonett-nuten 32 in dem Trageabschnitt 16 ausgebildet. Beispielsweise sind zwei, drei, vier oder mehr Arretier-Stützen 30 und Bajonett-nuten 32 vorgesehen. Die Stützen 30 und Nuten 32 sind in einer Umfangsrichtung des Gehäuseabschnitts 12 und des Flanschabschnitts 10 verteilt angeordnet, bevorzugt äquidistant.

[0085] Das heißt der Flanschabschnitt 10 ist mittels einer Bajonettverbindung an dem Gehäuseabschnitt 12 befestigt. Bei der Montage wird der Flanschabschnitt 10 dafür zuerst in eine axiale Position gebracht, bei der die Arretier-Stützen 30 in die Bajonett-nuten 32 eingreifen (vgl. Pfeil in Fig. 9A). Anschließend wird der Flanschabschnitt 10 bis zu einem Anschlag gedreht, bei dem die Arretier-Stützen 30 an einem Ende der Bajonett-nuten 32 anstehen. Dabei senkt sich der Flanschabschnitt 10 sukzessive auf den Gehäuseabschnitt 12. Diese Ausgestaltung des Pumpengehäuses ist besonders wirtschaftlich und benutzerfreundlich.

[0086] Alternativ hierzu können die Arretier-Stützen 30 aber auch an einer Außenseite des Trageabschnitts 16 und die Bajonett-nut 32 in dem Erstreckungsabschnitt 38 ausgebildet sein.

[0087] Es versteht sich, dass die Schrauben 22, die Gewindeelemente 26a, 26b, die Schweißnähte 40a, 40b und die Bajonettverbindung je nach Bedarf kombiniert werden können. Beispielsweise kann der Flanschabschnitt 10 mit dem Gehäuseabschnitt 12 entsprechend einer der unter Bezugnahme auf die Fig. 6A, 6B und 8 beschriebenen Ausführungsformen verschraubt und zusätzlich mittels einer oder mehrerer Schweißnähte 40a, 40b an dem Gehäuseabschnitt 12 fixiert sein. Entsprechend kann auch die Bajonettverbindung mittels einer oder mehrerer Schweißnähte 40a, 40b verstärkt werden. Ferner sind Konfigurationen möglich, bei denen der Flanschabschnitt 10 mit dem Gehäuseabschnitt 12 entsprechend einer der unter Bezugnahme auf die Fig. 7A bis 7C beschriebenen Ausführungsformen verschweißt und zusätzlich mittels Schrauben 22 und/oder an den zylindrischen Kopplungsflächen 24a, 24b ausgebildeten Ge-

windeabschnitten 26a, 26b fixiert ist.

Bezugszeichenliste:

5	[0088]	
10	Flanschabschnitt	
12	Gehäuseabschnitt	
14	Befestigungsabschnitt	
10	16	Trageabschnitt
18	Kopplungsabschnitt	
20a, 20b	konische Kopplungsflächen	
22	Gewindeelement	
24a bis 24e	zylindrische Kopplungsflächen	
15	26a, 26b	Gewindeabschnitte
28	Innenseite des Erstreckungsabschnitts	
30	Arretier-Stützen	
32	Bajonett-nuten	
20	34	Ausnehmung/Nut
36	Basis des Befestigungsabschnitts	
38	Erstreckungsabschnitt des Befestigungsabschnitts	
40a, 40b	Schweißnaht	
25	42	axiale Richtung
44	Befestigungsebene	
46a, 46b, 46c	ringförmige Flächen	
48	Lücke	
50a, 50b	konische Flächen	
30	52	Außenseite des Trageabschnitts
111	Turbomolekularpumpe	
113	Einlassflansch	
115	Pumpeneinlass	
117	Pumpenauslass	
35	119	Gehäuse
121	Unterteil	
123	Elektronikgehäuse	
125	Elektromotor	
127	Zubehöranschluss	
40	129	Datenschnittstelle
131	Stromversorgungsanschluss	
133	Fluteinlass	
135	Sperrgasanschluss	
137	Motorraum	
45	139	Kühlmittelanschluss
141	Unterseite	
143	Schraube	
145	Lagerdeckel	
147	Befestigungsbohrung	
50	148	Kühlmittleitung
149	Rotor	
151	Rotationsachse	
153	Rotorwelle	
155	Rotorscheibe	
55	157	Statorscheibe
159	Abstandsring	
161	Rotornabe	
163	Holweck-Rotorhülse	

165	Holweck-Rotorhülse
167	Holweck-Statorhülse
169	Holweck-Statorhülse
171	Holweck-Spalt
173	Holweck-Spalt
175	Holweck-Spalt
179	Verbindungskanal
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

Patentansprüche

1. Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, umfassend ein Pumpengehäuse mit einem Gehäuseabschnitt (12) zur Aufnahme pumpaktiver Komponenten der Vakuumpumpe und mit einem eine Befestigungsebene (44) aufspannenden Flanschabschnitt (10), der zum Verbinden der Vakuumpumpe mit einem Rezipienten vorgesehen ist und der bevorzugt einstückig ausgebildet ist, wobei der Gehäuseabschnitt (12) und der Flanschabschnitt (10) als separate Bauteile ausgebildet sind,

wobei der Gehäuseabschnitt (12) einen Trageabschnitt (16) umfasst,

wobei der Flanschabschnitt (10) einen mit dem Rezipienten koppelbaren Kopplungsabschnitt (18) und einen mit dem Trageabschnitt (16) verbundenen Befestigungsabschnitt (14) umfasst, der zumindest in einer Richtung (42) senkrecht zu der Befestigungsebene (44) durchbrechungsfrei ausgebildet ist.
2. Vakuumpumpe nach Anspruch 1, wobei der Flanschabschnitt (10) und der Gehäuseabschnitt (12) aus unterschiedlichen Metallen beste-

hen, insbesondere wobei der Gehäuseabschnitt (12) aus Aluminium und/oder der Flanschabschnitt (10) aus Edelstahl besteht.

- 5 3. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2,

wobei der Befestigungsabschnitt (14) eine Basis (36) umfasst, an die sich der Kopplungsabschnitt (18) anschließt und die bevorzugt durchbrechungsfrei ausgebildet ist,

wobei der Befestigungsabschnitt (14) einen von der Basis (36) abstehenden Erstreckungsabschnitt (38), der sich insbesondere im Wesentlichen senkrecht zu der Befestigungsebene (44) erstreckt, umfasst.
- 10 4. Vakuumpumpe nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 3,

wobei der Befestigungsabschnitt (14) eine Basis (36) umfasst, an die sich der Kopplungsabschnitt (18) anschließt und die bevorzugt durchbrechungsfrei ausgebildet ist,

wobei der Befestigungsabschnitt (14) eine in der Basis (36) ausgebildete Ausnehmung (34) zur zumindest abschnittswisen Aufnahme des Trageabschnitts (16) umfasst.
- 15 5. Vakuumpumpe nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche,

wobei der Befestigungsabschnitt (14) und der Trageabschnitt (16) jeweils zumindest ein Verbindungsmittel zum zentrierten Verbinden des Flanschabschnitts (10) und des Gehäuseabschnitts (12) umfassen, wobei die Verbindungsmittel komplementär ausgestaltet sind.
- 20 6. Vakuumpumpe nach Anspruch 5, wobei die Verbindungsmittel konische Kopplungsflächen (20a, 20b) umfassen.
- 25 7. Vakuumpumpe nach Anspruch 5 oder 6, wobei die Verbindungsmittel zylindrische Kopplungsflächen (24a, 24b, 24c, 24d, 24e) umfassen.
- 30 8. Vakuumpumpe nach zumindest einem der Ansprüche 5 bis 7, wobei die Verbindungsmittel des Befestigungsabschnitts (14) an einer Außenseite des Befestigungsabschnitts (14) angeordnet sind oder der Außenseite des Befestigungsabschnitts (14) zugewandt sind, insbesondere wobei die Verbindungsmittel an dem Erstreckungsabschnitt (38) angeordnet sind.
- 35 9. Vakuumpumpe nach zumindest einem der Ansprüche 5 bis 8, wobei die Verbindungsmittel des Befestigungsabschnitts (14) an einer Innenseite des Befestigungs-

abschnitts (14) angeordnet sind oder der Innenseite des Befestigungsabschnitts (14) zugewandt sind.

10. Vakuumpumpe nach zumindest einem der Ansprüche 5 bis 9,
wobei die Verbindungsmittel komplementäre Gewindeabschnitte (26a, 26b) aufweisen. 5

11. Vakuumpumpe nach zumindest einem der Ansprüche 5 bis 10,
wobei der Flanschabschnitt (10) mittels zumindest einer Schraube (22) an dem Gehäuseabschnitt (12) befestigt ist. 10

12. Vakuumpumpe nach Anspruch 11, 15

wobei sich die mindestens eine Schraube (22) von einer Gehäuseaußenseite zu einer Gehäuseinnenseite hin erstreckt oder wobei sich die mindestens eine Schraube (22) von der Gehäuseinnenseite zu der Gehäuseaußenseite hin erstreckt, 20
insbesondere wobei sich die mindestens eine Schraube (22) in einer Richtung erstreckt, die senkrecht zu den jeweiligen Kopplungsflächen (20a, 20b, 24a, 24b, 24c, 24d, 24e) ist und/oder 25
wobei sich die mindestens eine Schraube (22) schräg zu einer Längsachse der Vakuumpumpe erstreckt. 30

13. Vakuumpumpe nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche,
wobei der Flanschabschnitt (10) mittels zumindest einer Schweißnaht (40a, 40b) an dem der Gehäuseabschnitt (12) befestigt ist, die den Trageabschnitt (16) und den Befestigungsabschnitt (14) pumpeninnenseitig und/oder pumpenaußenseitig miteinander verbindet. 35

14. Vakuumpumpe nach Anspruch 13, 40

wobei die Schweißnaht (40a, 40b) an einer Stirnseite des Erstreckungsabschnitts (38) und/oder an einer Stirnseite des Trageabschnitts (16) ausgebildet ist, und/oder 45
wobei die Schweißnaht (40a, 40b) an einer Öffnung der Ausnehmung (34) der Basis (36) oder einer Öffnung der Ausnehmung des Trageabschnitts (16) ausgebildet ist. 50

15. Vakuumpumpe nach zumindest einem der Ansprüche 5 bis 14,

wobei der Flanschabschnitt (10) mittels einer Bajonettkombi-Verbindung an dem Gehäuseabschnitt (12) befestigt ist, wobei die Verbindungsmittel mindestens einen Arretier-Stutzen (30) und mindestens eine Bajonettmutter (32) umfassen, 55

insbesondere wobei eine Mehrzahl von in Umfangsrichtung des Gehäuseabschnitts (12) und des Flanschabschnitts (10) verteilt angeordneter Arretier-Stutzen (30) und Bajonettmutter (32) vorgesehen ist.

Fig. 1

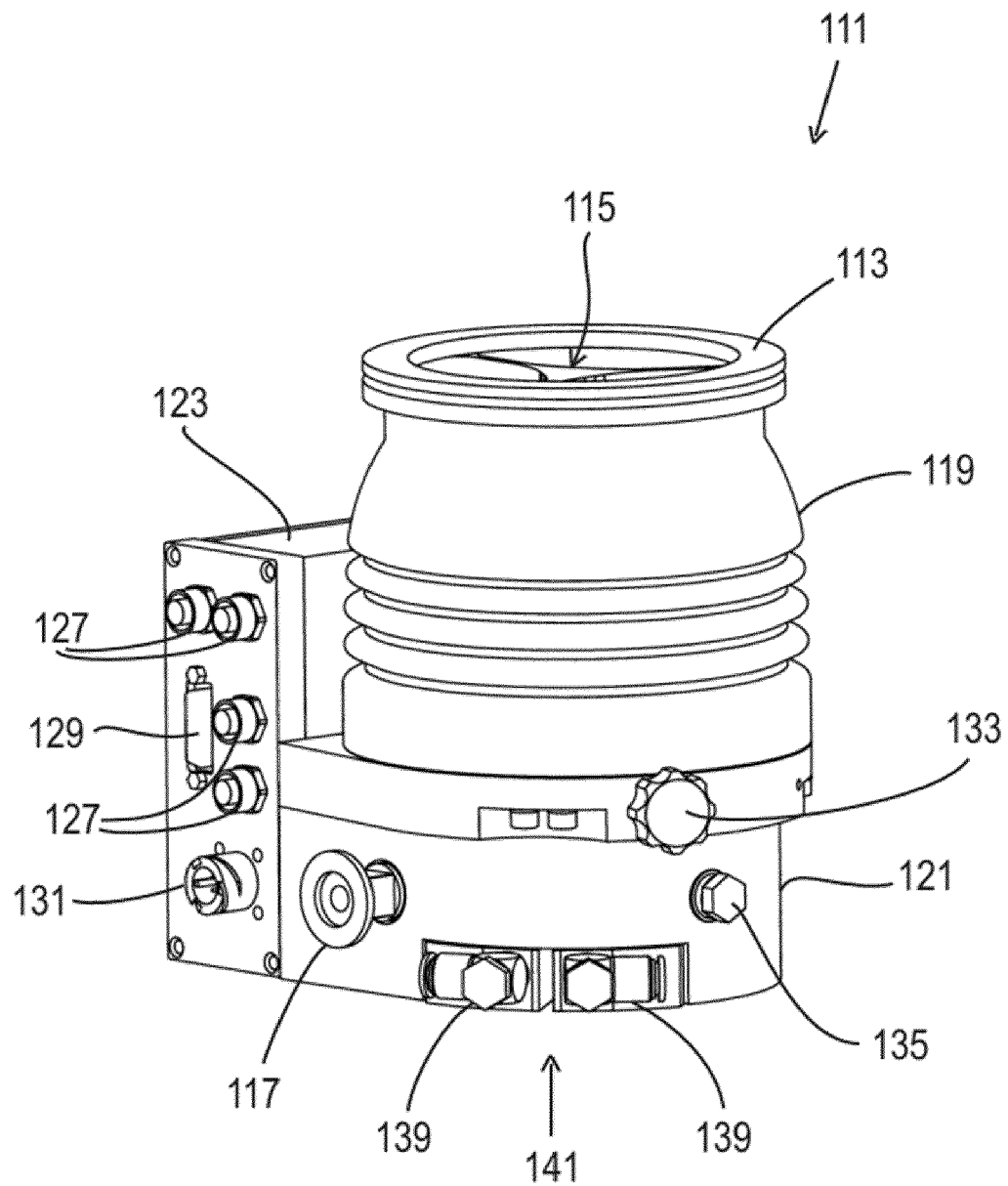


Fig. 2

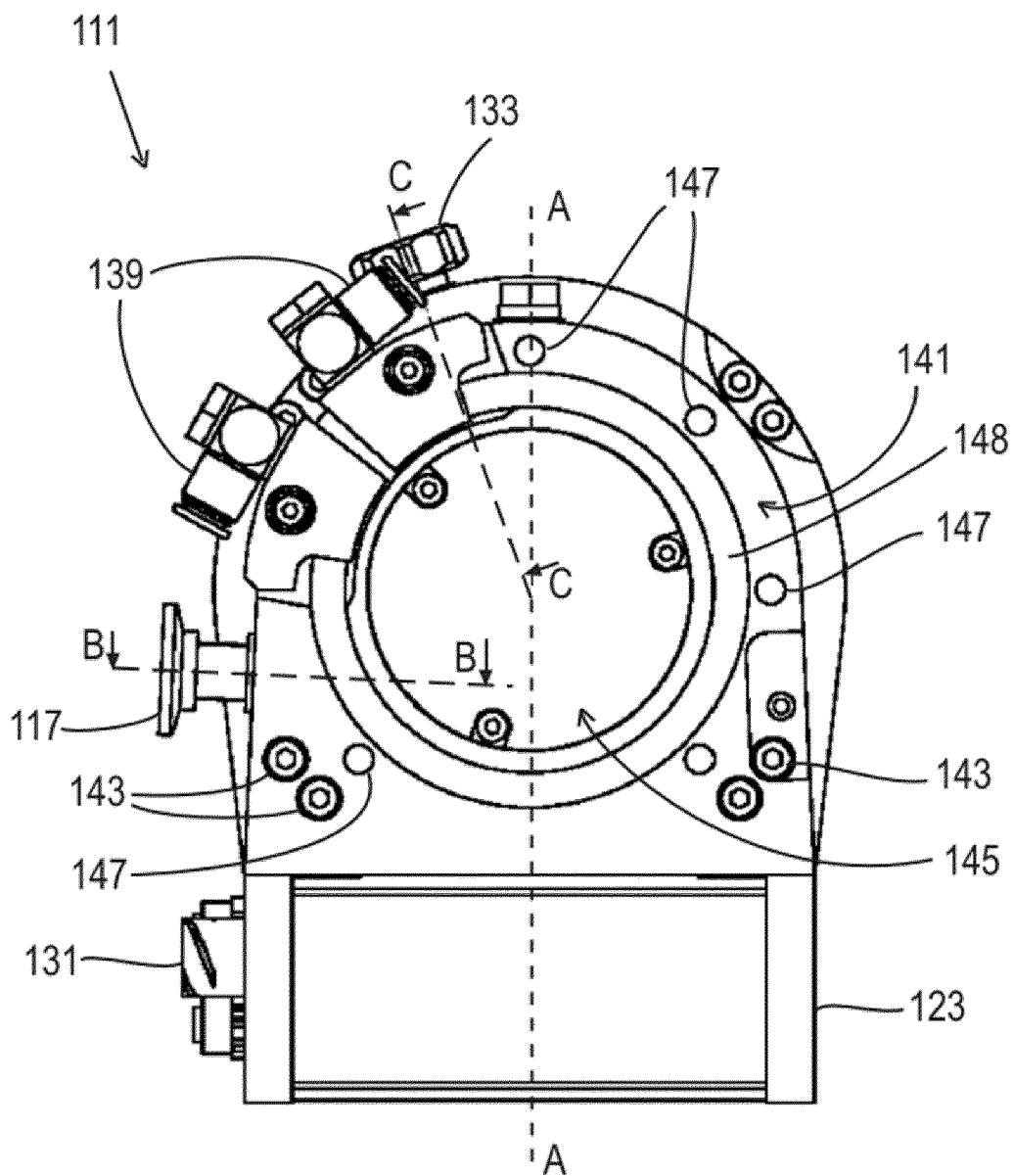
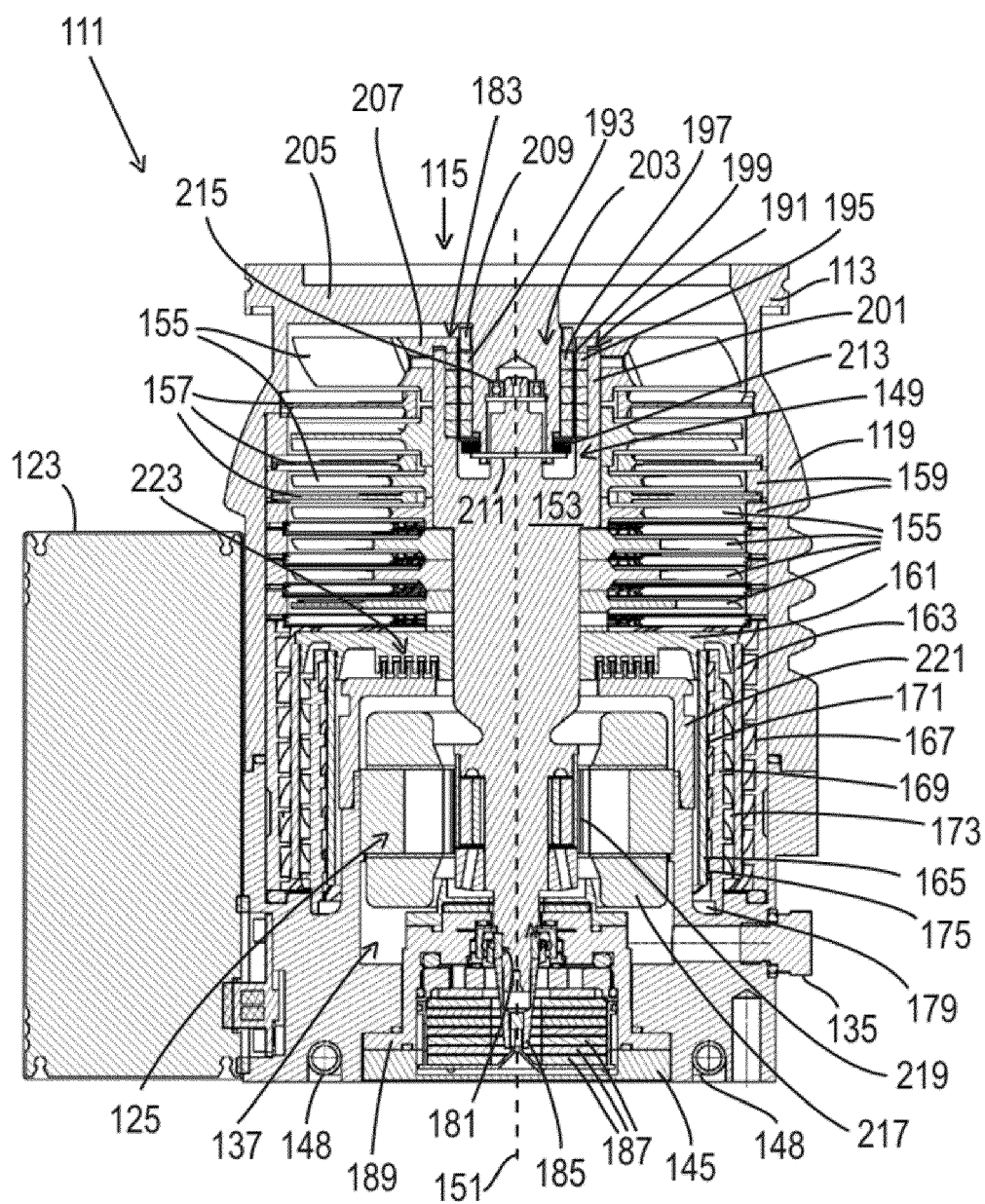


Fig. 3



A-A

Fig. 4

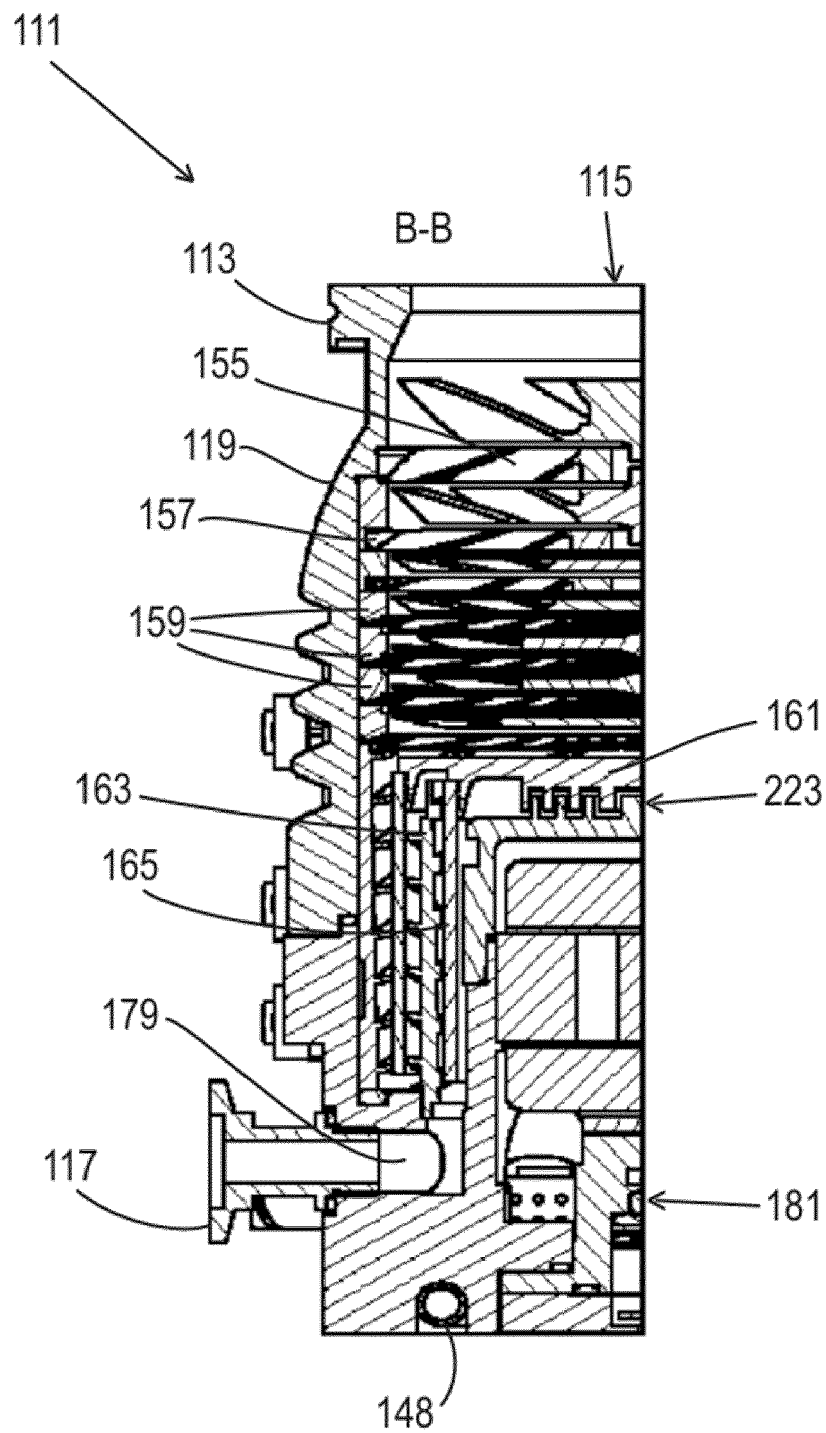


Fig. 5

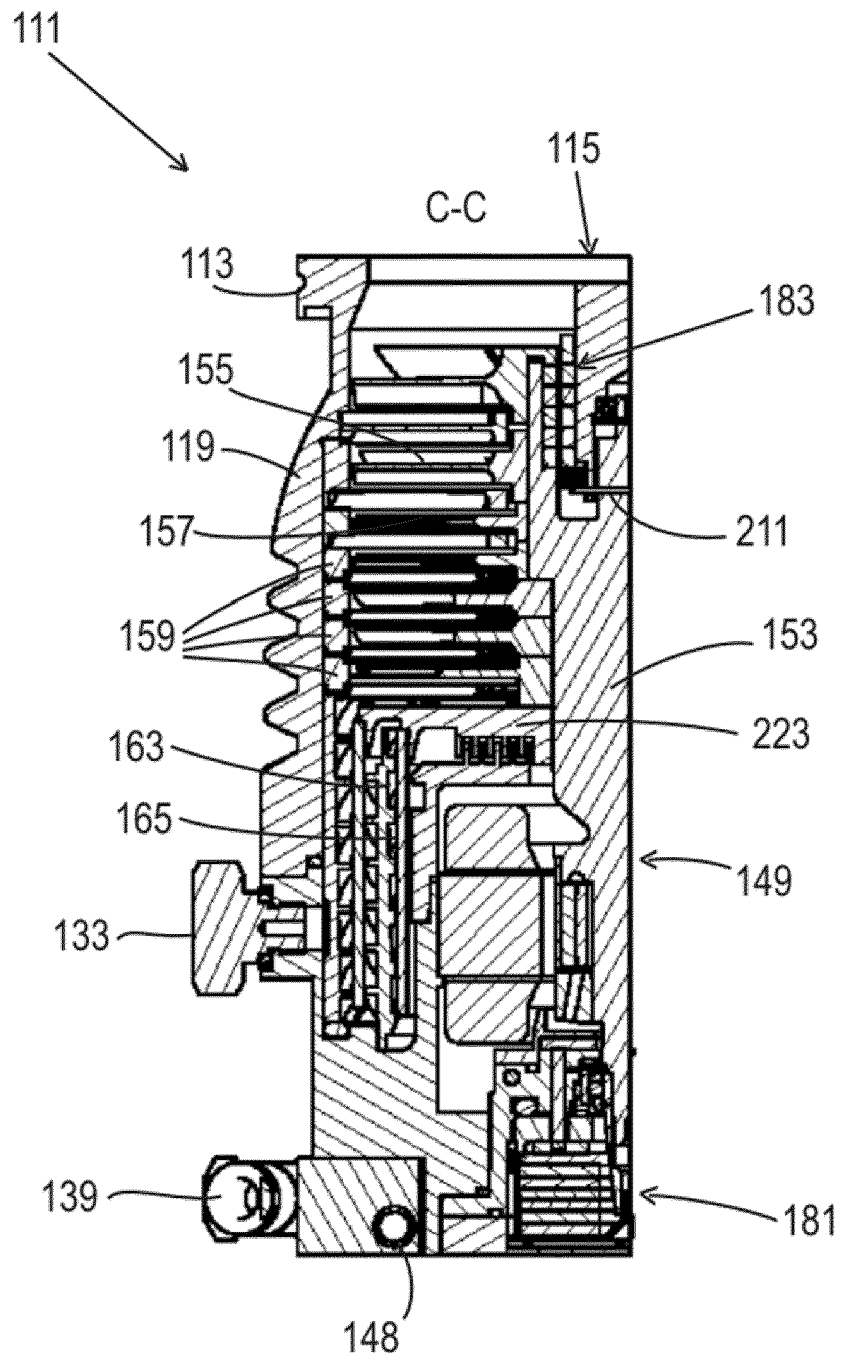


Fig. 6A

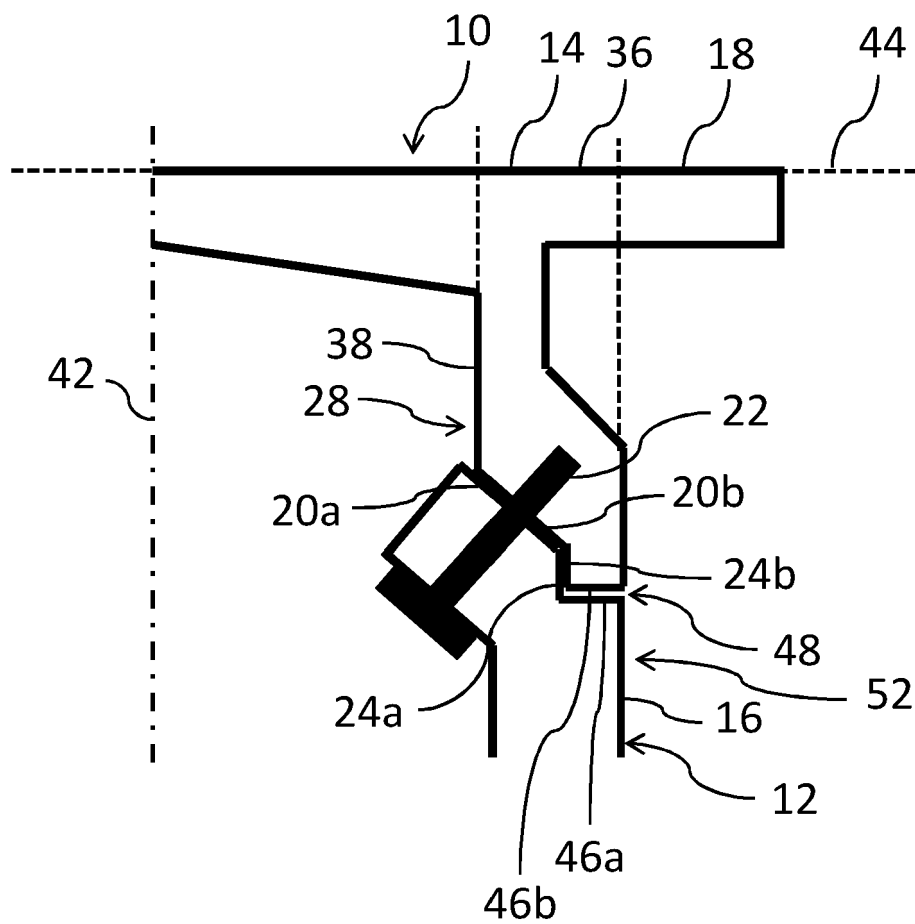


Fig. 6B

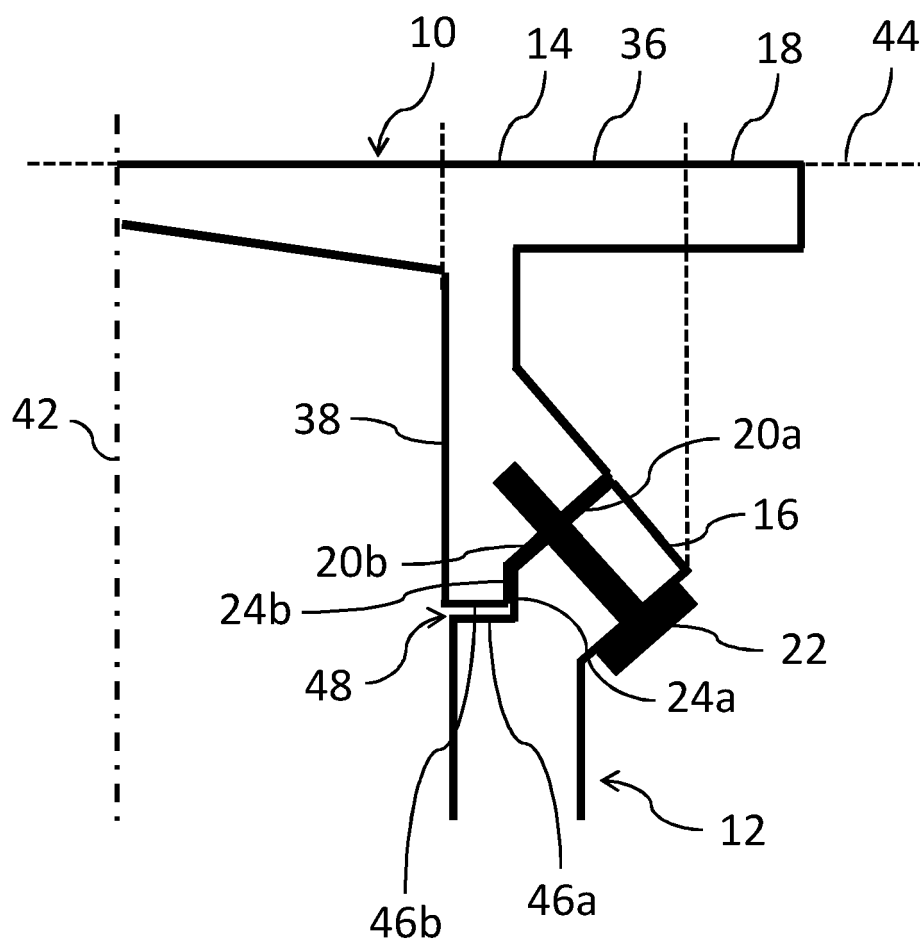


Fig. 7A

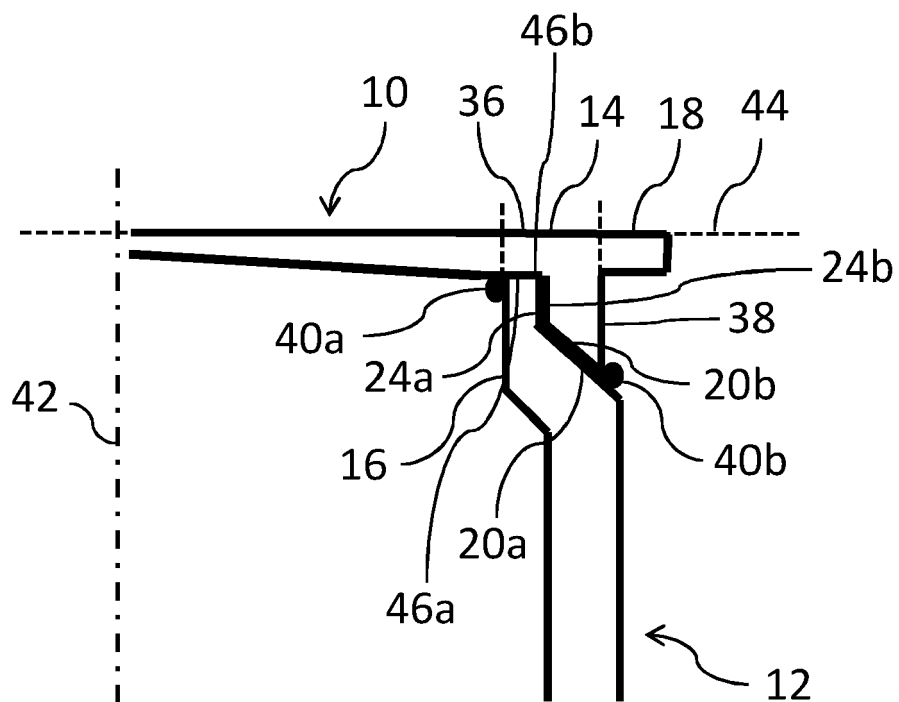


Fig. 7B

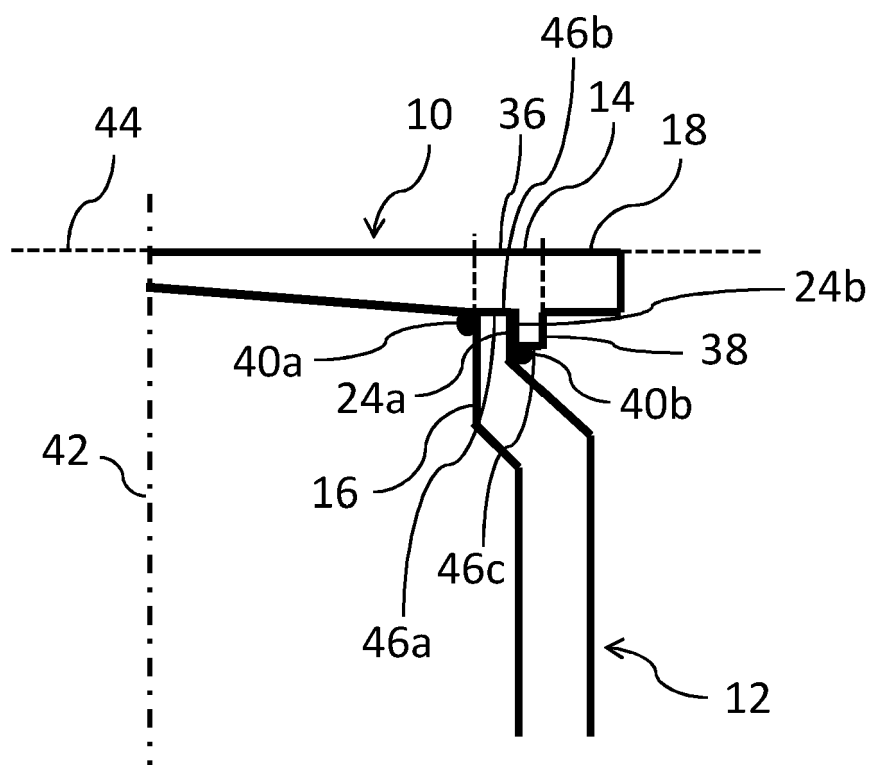


Fig. 7C

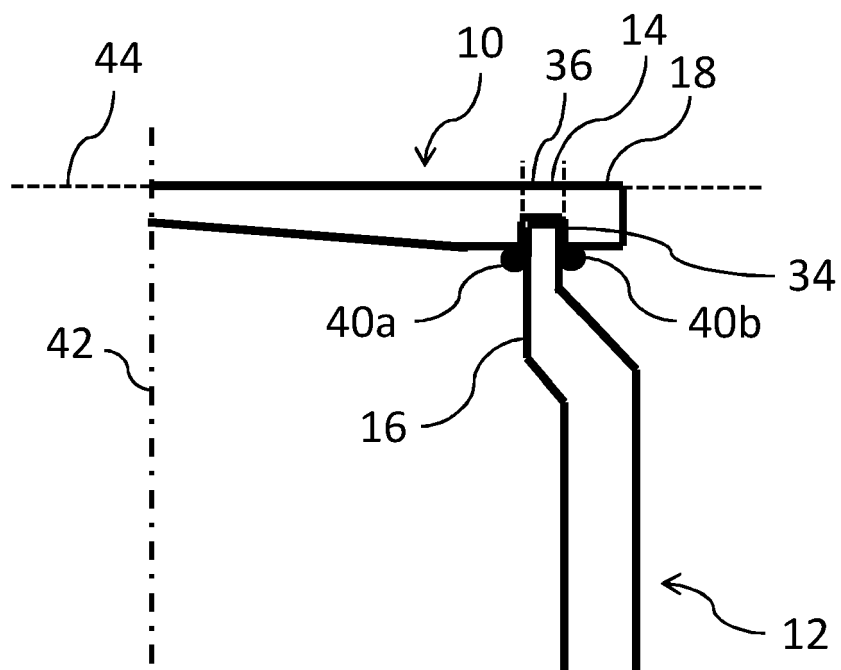


Fig. 8

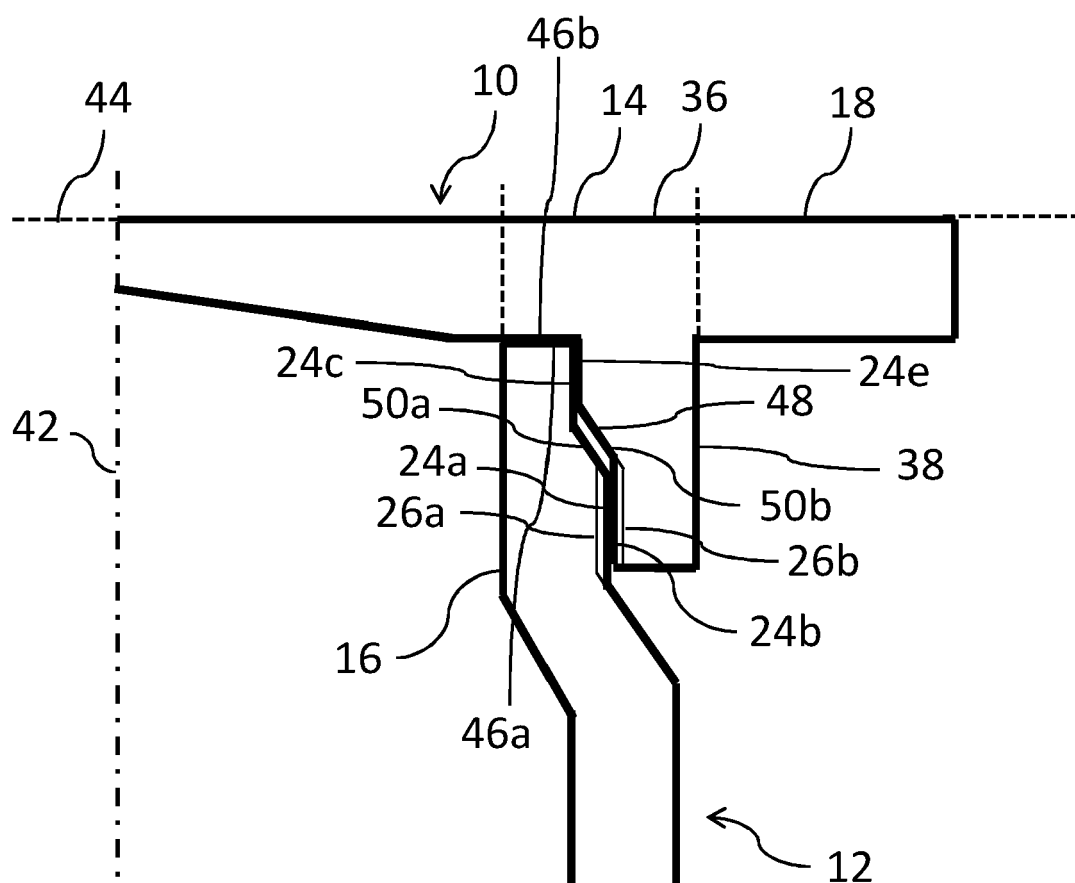


Fig. 9A

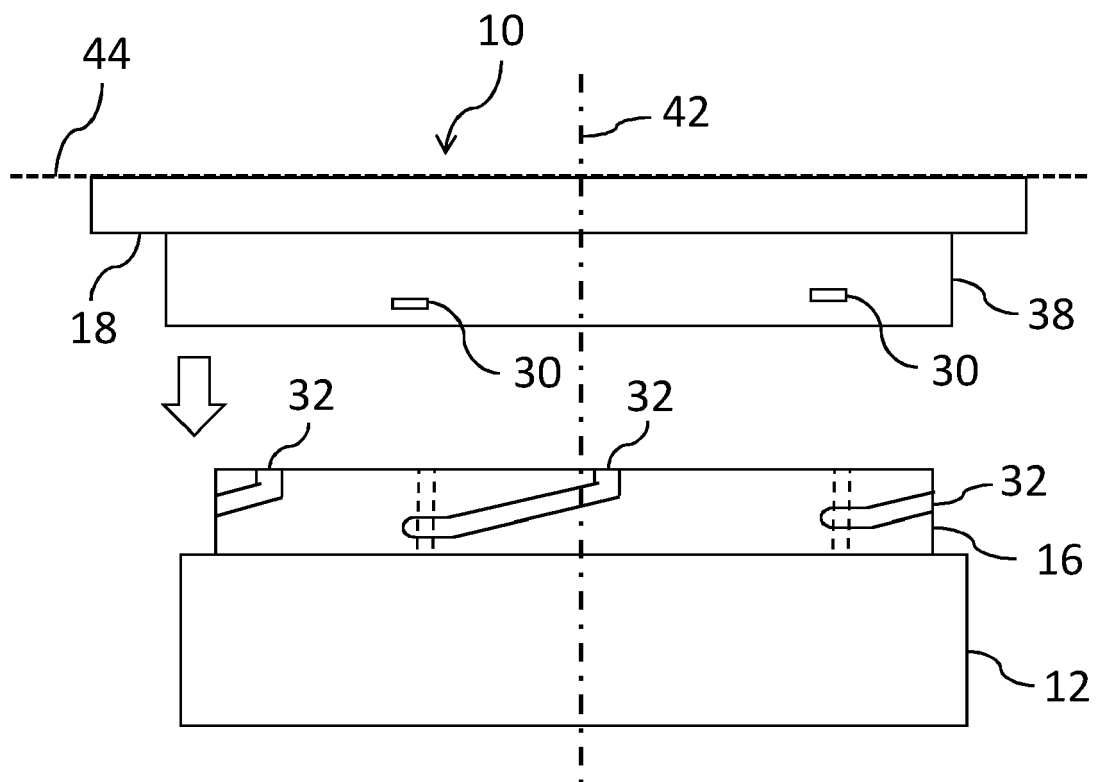
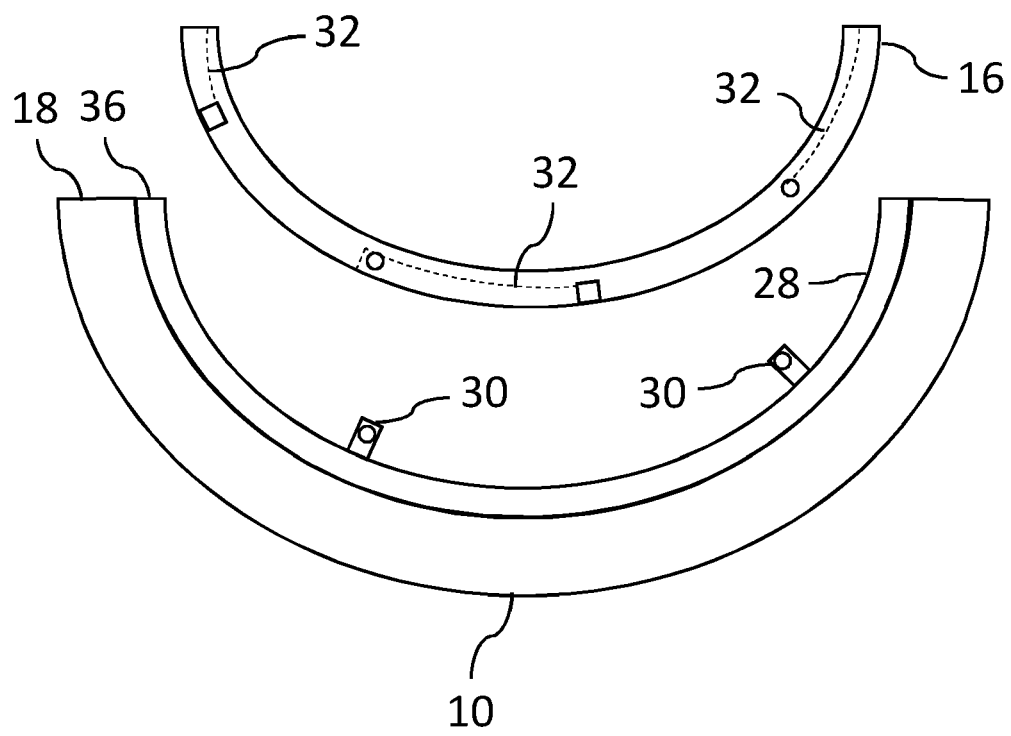


Fig. 9B





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 19 1349

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 3 051 138 B1 (PFEIFFER VACUUM GMBH [DE]) 10. März 2021 (2021-03-10) * Absatz [0014] * * Absatz [0045] - Absatz [0052] * * Abbildungen 1-6 *	1-3, 5, 13, 14	INV. F04D19/04 F04D29/52 F04D29/60
X	EP 3 730 802 A1 (PFEIFFER VACUUM GMBH [DE]) 28. Oktober 2020 (2020-10-28) * Absatz [0080] - Absatz [0090] * * Abbildung 11 *	1-3, 5, 10, 11	
X	US 2008/309071 A1 (CARBONERI ROBERTO [IT] ET AL) 18. Dezember 2008 (2008-12-18) * Absatz [0021] - Absatz [0050] * * Abbildungen 1-4 *	1, 3, 5, 9, 15	
X	US 2005/029417 A1 (SCHEPS RICHARD [CA] ET AL) 10. Februar 2005 (2005-02-10) * Absatz [0023] - Absatz [0047] * * Abbildungen 1-6 *	1, 4, 5, 7	
A	JP 2005 133582 A (SHIMADZU CORP) 26. Mai 2005 (2005-05-26) * Zusammenfassung * * Abbildungen 1-5 *	1, 10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F04D
A	JP S60 134893 U (UNKNOWN) 7. September 1985 (1985-09-07) * Zusammenfassung * * Abbildung 1 *	1, 6	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 21. September 2023	Prüfer Lovergine, A
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			

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

EP 23 19 1349

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

21-09-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3051138 B1	10-03-2021	KEINE	
EP 3730802 A1	28-10-2020	EP 3730802 A1	28-10-2020
		JP 7177113 B2	22-11-2022
		JP 2020193619 A	03-12-2020
US 2008309071 A1	18-12-2008	EP 2017480 A1	21-01-2009
		JP 2010261465 A	18-11-2010
		US 2008309071 A1	18-12-2008
US 2005029417 A1	10-02-2005	US 2005029417 A1	10-02-2005
		WO 2005015028 A1	17-02-2005
JP 2005133582 A	26-05-2005	KEINE	
JP S60134893 U	07-09-1985	JP H0110473 Y2	24-03-1989
		JP S60134893 U	07-09-1985

EPO FORM P0461

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