

(19)



(11)

EP 3 561 306 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
30.10.2019 Patentblatt 2019/44

(51) Int Cl.:
F04D 19/04 ^(2006.01) **F04D 29/02** ^(2006.01)
F04D 29/52 ^(2006.01) **F04D 29/60** ^(2006.01)
F04D 29/70 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18184605.6**

(22) Anmeldetag: **20.07.2018**

(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

- **Stoll, Tobias**
35644 Hohenaar (DE)
- **Lohse, Martin**
35586 Wetzlar (DE)

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

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

Bemerkungen:

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

(72) Erfinder:
• **Schweighöfer, Michael**
35641 Schöffengrund (DE)

(54) **VAKUUMPUMPE**

(57) Vakuumpumpe (10), insbesondere Turbomolekularpumpe, mit zumindest einem Gehäuseabschnitt und zumindest einem Abschirmmittel (20), wobei das Ab-

schirmmittel an dem Gehäuseabschnitt zur elektromagnetischen Abschirmung eines Inneren der Pumpe gegenüber einem Äusseren der Pumpe ausgebildet ist.

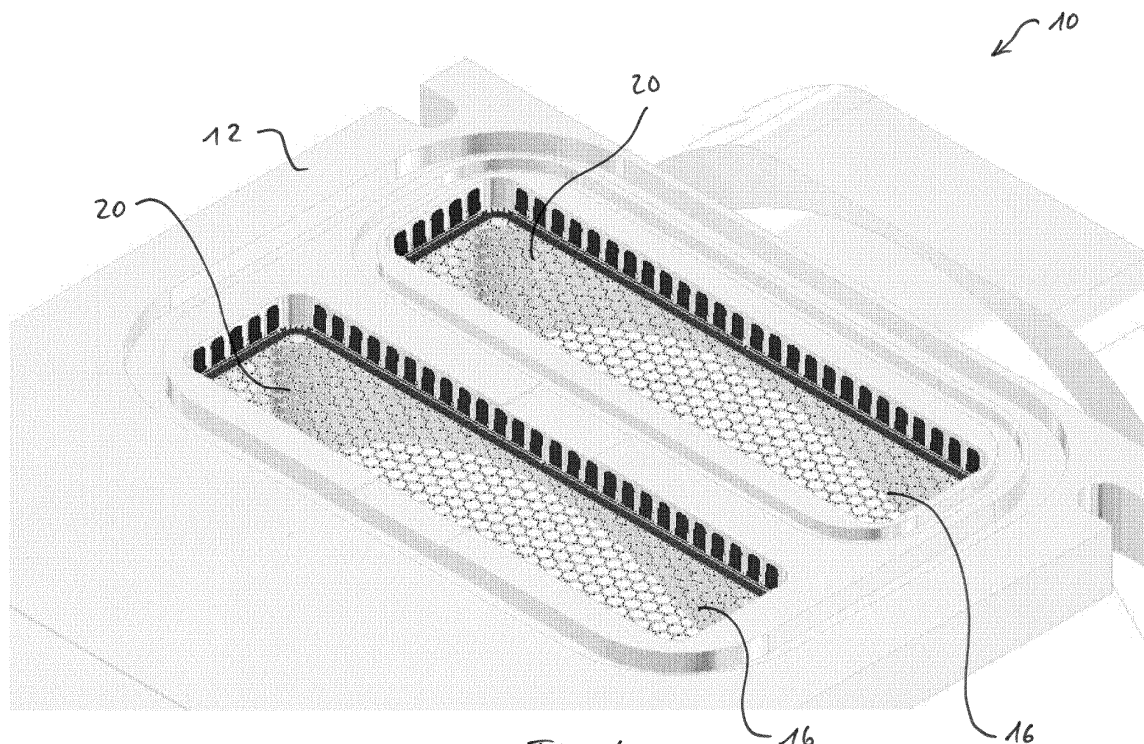


Fig. 6

EP 3 561 306 A1

Beschreibung

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

[0002] Vakuumpumpen werden unter unterschiedlichen Betriebsbedingungen eingesetzt. Eine dieser Bedingungen kann beispielsweise starke, alternierende Magnetfelder umfassen, die eine elektronische Steuerung der Vakuumpumpe negativ beeinflussen und auch durch die Pumpe hindurch in die Umgebung gelangen können. Dies kann z.B. bei einem Einsatz von Vakuumpumpen in Verbindung mit Massenspektrometern oder anderen Rezipienten der Fall sein. Problematisch kann dies insbesondere in Umgebungen sein, in denen diesbezüglich vergleichsweise strenge Vorschriften bzw. Richtlinien existieren und relativ niedrige Grenzwerte eingehalten werden müssen.

[0003] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, bei einer Vakuumpumpe der eingangs genannten Art deren Funktionsfähigkeit sowie eine Nichtbeeinträchtigung der Umgebung auch unter Einfluss von insbesondere starken elektrischen und/oder magnetischen Feldern zu gewährleisten.

[0004] Diese Aufgabe wird durch eine Vakuumpumpe nach Anspruch 1 gelöst, und insbesondere dadurch, dass zumindest ein Abschirmmittel vorgesehen ist, wobei das Abschirmmittel an einem Gehäuseabschnitt zur elektromagnetischen Abschirmung eines Inneren der Pumpe gegenüber einem Äußeren der Pumpe ausgebildet ist. Hierdurch wird sichergestellt, dass elektrische und/oder magnetische Felder, welche außerhalb der Vakuumpumpe auftreten, den Betrieb der Vakuumpumpe nicht stören und die Umgebung nicht beeinträchtigen können. Außerdem werden auch elektrische und/oder magnetische Felder, die möglicherweise innerhalb der Vakuumpumpe auftreten können, wirksam abgeschirmt, so dass elektronische Funktionselemente außerhalb der Pumpe durch diese Felder in ihrer Funktion nicht gestört werden.

[0005] Bei einer Ausführungsform umfasst das Abschirmmittel ein metallisches Material. Hierdurch kann die Wirksamkeit der Abschirmung verbessert werden. Bei einer weiteren Ausführungsform umfasst das Abschirmmittel Kupfer und/oder Beryllium, welche besonders gute Abschirmungseigenschaften insbesondere aufgrund ihrer elektrischen Leitfähigkeit aufweisen.

[0006] Bei einer Weiterbildung ist der Gehäuseabschnitt ein erster Gehäuseabschnitt, der zumindest eine Schnittstelle zur Verbindung des ersten Gehäuseabschnitts mit einem zweiten Gehäuseabschnitt der Vakuumpumpe oder mit einer Anschlusskomponente für die Vakuumpumpe umfasst. Dabei ist das Abschirmmittel an der Schnittstelle vorgesehen. Die Anschlusskomponente kann beispielsweise einen Rezipienten der Vakuumpumpe bilden oder umfassen.

[0007] Das Abschirmmittel kann z.B. ausschließlich an dem ersten Gehäuseabschnitt ausgebildet oder einstückig mit dem ersten Gehäuseabschnitt ausgebildet sein.

[0008] Das Abschirmmittel kann eine EMV-Dichtung umfassen. Hierdurch lassen sich große elektrische Kontaktflächen und somit eine besonders gute Abschirmung realisieren. Das Abschirmmittel kann alternativ oder zusätzlich als ein Blechelement, insbesondere umfassend Kupfer, ausgebildet sein. Auch kann eine Materialüberlappung an der vorstehend beschriebenen Schnittstelle vorgesehen sein. Vorteilhafterweise kann an der Schnittstelle keine Spielpassung, insbesondere eine Übergangs- oder Übermaßpassung vorgesehen sein, d.h. durch die Erfindung kann eine solche Spiel- bzw. Übergangs- oder Übermaßpassung gezielt verhindert oder reduziert werden. Hierdurch wird die Abschirmwirkung weiter verbessert.

[0009] Alternativ oder zusätzlich kann das Abschirmmittel eine, insbesondere metallische, Beschichtung zur Abschirmung aufweisen. Das Abschirmmittel kann beispielsweise ein Abschirmband, insbesondere Klebeband, und/oder eine Abschirmfolie umfassen, beispielsweise einen Beutel, der optional die Pumpe im Wesentlichen vollständig umschließt.

[0010] Die Schnittstelle kann eine Oberflächenstrukturierung aufweisen. Insbesondere kann eine Oberfläche des ersten Gehäuseabschnitts eine Oberflächenstruktur aufweisen, die zum Eingriff mit einer Oberfläche des zweiten Gehäuseabschnitts oder der Anschlusskomponente ausgebildet ist.

[0011] Bei einer weiteren Ausführungsform umfasst das Abschirmmittel eine leitfähige Paste und/oder ein leitfähiges Elastomer, die bzw. das vorteilhafterweise metallische Partikel aufweist. Insbesondere kann ein O-Ring oder ein anderes langgestrecktes Dichtelement z. B. in Form einer Dichtschnur aus grundsätzlich beliebigem Material mit metallischen Partikeln als Abschirmmittel vorgesehen sein. Allgemein kann das Abschirmmittel einen Kunststoff umfassen und/oder insbesondere leicht verformbar sein.

[0012] Bei einer Weiterbildung ist das Abschirmmittel als Gitter an einem Einlassflansch ausgebildet. Hierdurch kann das Innere der Pumpe wirksam gegenüber einem Inneren eines angeschlossenen Rezipienten, in welchem beispielsweise starke Magnetfelder herrschen, abgeschirmt werden. Alternativ oder zusätzlich kann das Abschirmmittel als Gitter an einem Ausstoßflansch ausgebildet sein. Durch das Gitter lässt sich das Innere der Pumpe auch an den vakuumtechnisch notwendigen Öffnungen, wie Einlass- und Ausstoßöffnungen, die vergleichsweise groß sein können, gegenüber äußeren elektromagnetischen Einflüssen wirksam abschirmen.

[0013] Eine weitere Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass das Abschirmmittel zumindest ein Kontaktelement zur elektrischen Kontaktierung des Abschirmmittels mit dem Gehäuseabschnitt aufweist. Das Kontaktelement kann beispielsweise rückstellfähig ausgebildet sein. Insbesondere kann das Abschirmmittel durch das Kontaktelement oder durch eine Mehrzahl von Kontaktelementen an dem Gehäuseabschnitt gehalten sein. Somit sind insbesondere keine zusätzlichen Befes-

tigungsmittel zum Festlegen des Abschirmmittels notwendig. Vorteilhafterweise kann das Abschirmmittel durch eine von zumindest einem Kontaktelement ausgeübte Rückstellkraft gehalten sein, insbesondere an einer Innenfläche eines Einlass- oder Ausstoßflansches.

[0014] Bei einer weiteren Ausführungsform sind zumindest zwei verschieden ausgebildete Kontaktelemente vorgesehen. Beispielsweise kann eines der Kontaktelemente zum Halten des Abschirmmittels und ein anderes lediglich zur elektrischen Kontaktierung des Abschirmmittels mit dem Gehäuseabschnitt ausgebildet sein. Grundsätzlich kann ein Kontaktelement beispielsweise entweder eine Haltefunktion und eine Kontaktierungsfunktion oder lediglich eine Kontaktierungsfunktion aufweisen.

[0015] Auch kann mit Vorteil vorgesehen sein, dass sich die verschiedenen Kontaktelemente in unterschiedliche Richtungen erstrecken, insbesondere einen Winkel von mehr als 45° einschließen oder zumindest im Wesentlichen senkrecht zueinander verlaufen.

[0016] Alternativ oder zusätzlich kann sich zumindest ein Kontaktelement unter einem Winkel von mehr als 45° oder zumindest im Wesentlichen senkrecht zu einer Hauptfläche des Abschirmmittels erstrecken.

[0017] Gemäß einer Ausführungsform weist das Abschirmmittel eine Mehrzahl von Seiten auf und an jeder Seite sind mindestens zwei Kontaktelemente, insbesondere eine Vielzahl von Kontaktelementen, vorgesehen. Hierdurch kann sichergestellt werden, dass mehrere, insbesondere viele, durch die Kontaktelemente gebildete Kontaktpunkte zwischen dem Abschirmmittel und dem Gehäuseabschnitt im Betrieb vorhanden sind, wodurch die Abschirmung weiter verbessert wird. An dem Abschirmmittel können beispielsweise mehr als vier, insbesondere mehr als acht, Kontaktelemente vorgesehen sein, welche insbesondere das Abschirmmittel auch an dem Gehäuseabschnitt halten.

[0018] Das Abschirmmittel kann alternativ oder zusätzlich in einer Ausnehmung des Gehäuseabschnitts angeordnet sein und/oder im Wesentlichen von flächiger Gestalt sein. Das Abschirmmittelmittel lässt sich somit platzsparend an dem Gehäuseabschnitt anbringen und/oder befestigen.

[0019] Bei einer Weiterbildung weist das Abschirmmittel einen Abschirmbereich und einen Kontaktbereich auf, wobei der Kontaktbereich eine Mehrzahl von Kontaktelementen aufweist, die voneinander beabstandet sind und zur Kontaktierung des Abschirmmittels mit dem Gehäuseabschnitt von dem Abschirmbereich abstehen. Der Abschirmbereich lässt sich dadurch hinsichtlich seiner Abschirmfunktion optimieren.

[0020] Das Abschirmelement lässt sich besonders einfach fertigen und montieren, wenn das Abschirmmittel einteilig ausgebildet ist. Beispielsweise kann das Abschirmmittel durch Ätzen, Stanzen und/oder Laserschneiden hergestellt sein. Insbesondere kann das Abschirmmittel auch ein Biegeteil sein. Somit kann eine besonders einfache und kostengünstige Herstellung des

Abschirmmittels realisiert werden. Weitere Ausführungsformen der Erfindung sind den Ansprüchen, der Beschreibung und den Figuren zu entnehmen.

[0021] Nachfolgend wird die Erfindung beispielhaft anhand vorteilhafter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Turbomolekularpumpe des Standes der Technik,

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

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

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

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

Fig. 6 eine perspektivische Detailansicht einer erfindungsgemäßen Vakuumpumpe

Fig. 7 eine vergrößerte Ansicht eines Ausschnitts der Fig. 6.

[0022] 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.

[0023] 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. 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.

[0024] 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, 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.

[0025] 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.

[0026] 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.

[0027] An der Unterseite 141 sind außerdem Befestigungsbohrungen 147 angeordnet, über welche die Pumpe 111 beispielsweise an einer Auflagefläche befestigt werden kann.

[0028] In den Figuren 2 bis 5 ist eine Kühlmittelleitung 148 dargestellt, in welcher das über die Kühlmittelanschlüsse 139 ein- und ausgeleitete Kühlmittel zirkulieren kann.

[0029] 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.

[0030] In dem Gehäuse 119 ist ein Rotor 149 angeordnet, der eine um eine Rotationsachse 151 drehbare Rotorwelle 153 aufweist.

[0031] 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.

[0032] 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.

[0033] 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.

[0034] 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.

[0035] Die vorstehend genannten pumpaktiven Oberflächen der Holweck-Statorhülsen 163, 165 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.

[0036] 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.

[0037] Im Bereich des Wälzlagers 181 ist an der Rotorwelle 153 eine konische Spritzmutter 185 mit einem zu dem Wälzlager 181 hin zunehmenden Außendurch-

messer 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.

[0038] 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.

[0039] 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.

[0040] 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 nor-

malen 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.

[0041] 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.

[0042] 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.

[0043] 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.

[0044] Alle Merkmale der vorstehend beschriebenen Vakuumpumpe können auch bei der nachstehend beschriebenen erfindungsgemäßen Vakuumpumpe vorgesehen sein, d.h. eine erfindungsgemäße Vakuumpumpe kann grundsätzlich jede beliebige Kombination von Merkmalen der vorstehend beschriebenen Vakuumpumpe aufweisen.

[0045] In Fig. 6 ist eine erfindungsgemäße Vakuumpumpe 10 mit einem Gehäuseabschnitt gezeigt, welche als sogenannte Split-Flow-Turbomolekularpumpe ausgebildet ist. Die Vakuumpumpe 10 weist einen Einlassflansch 12 mit zwei Einlässen 16 auf. Die beiden Einlässe 16 können über den Flansch 12 mit unterschiedlichen Räumen eines Rezipienten z.B. in Form eines Massenspektrometers verbunden werden. Der Einlassflansch 12 bildet eine Schnittstelle zur Verbindung des Gehäuseabschnitts der Vakuumpumpe 10 mit diesem Rezipienten

oder alternativ z.B. auch mit zwei Rezipienten.

[0046] In beiden Einlässen 16 ist jeweils ein als Gitter 20 ausgebildetes Abschirmmittel angeordnet. Ein jeweiliges Gitter 20 ist von flächiger Gestalt und schirmt ein Inneres der Pumpe 10 gegenüber einem Inneren des bzw. der Rezipienten ab.

[0047] In Fig. 7 ist das rechte Gitter 20 der Fig. 6 vergrößert dargestellt. Das Gitter 20 umfasst eine Gitterstruktur 26, die als Wabenstruktur ausgebildet ist. Jedoch kann auch eine andere Gitterstruktur, beispielsweise eine Rechteckstruktur, vorgesehen sein. Die Gitterstruktur 26 ist von einem Rand 28 umgeben, von dem sich eine Vielzahl von Kontaktelementen 22 und 24 erstreckt. Die Kontaktelemente 22 und 24 bilden jeweils eine elektrische Kontaktierung des Gitters 20 mit einer Innenwand 14 des Einlassflansches 12.

[0048] Das Gitter 20 weist einen Abschirmbereich und einen Kontaktbereich auf, wobei in dem Kontaktbereich, der bei dem Gitter 20 von dessen Randbereich gebildet ist, die Kontaktelemente 22 und 24 vorgesehen sind. Die Kontaktelemente 22 und 24 sind voneinander beabstandet und stehen zur Kontaktierung des Gitters 20 mit dem Gehäuseabschnitt von dem Abschirmbereich ab. Das Gitter 20 ist einteilig ausgebildet. Es sind verschiedenartige Kontaktelemente vorgesehen, nämlich ein Satz von Kontaktelementen 22 und ein Satz von Kontaktelementen 24.

[0049] Ein jeweiliges Kontaktelement 22, das vergleichsweise groß und laschen- oder zungenartig ausgebildet ist, gewährleistet nicht nur eine Kontaktierung, sondern dient auch dazu, das Gitter 20 in dem Einlass 16 zu halten. Das Kontaktelement 22 ist als eine Lasche oder Zunge ausgebildet, welche sich von dem Rand 28 im Wesentlichen senkrecht zu einer Hauptfläche des Gitters 20 erstreckt. Die Kontaktelemente 22 sind in Reihen angeordnet, wobei sich die Kontaktelemente 22 einer Reihe parallel zueinander erstrecken und zueinander einen über die Reihe konstanten Abstand aufweisen.

[0050] Das Gitter 20 ist aus einem metallischen Material gebildet und ein jeweiliges Kontaktelement 22 ist durch Biegen in die in Fig. 7 dargestellte Ausrichtung gebracht. Das Kontaktelement 22 ist derart ausgebildet, dass es eine Rückstellkraft in Richtung der Innenwand 14 ausübt und somit das Gitter zum einen mit dieser Innenwand 14 elektrisch kontaktiert und zum anderen an dieser Innenwand 14 reibschlüssig hält. Alle Kontaktelemente 22 bewirken zusammen eine ausreichend hohe Haltekraft, um das Gitter 20 in dem Einlass 16 zu halten. Da die Kontaktelemente 22 unabhängig voneinander relativ zur Hauptfläche des Gitters 20 auslenkbar sind, kann sich das Gitter 20 an gegebenenfalls vorhandene Toleranzen hinsichtlich der Abmessungen der den Einlass 16 bildenden Öffnung bzw. hinsichtlich des Verlaufs der diese Öffnung begrenzenden Innenwand 14, mit der die Kontaktelemente 22 zusammenwirken, anpassen.

[0051] Ein jeweiliges Kontaktelement 24, das vergleichsweise klein ist, ist ebenfalls rückstellfähig ausgebildet, und zwar als Lasche oder Zunge, die sich von dem

Rand 28 im Wesentlichen parallel zu der Hauptfläche des Gitters 20 und im Wesentlichen senkrecht zur Innenwand 14 erstreckt. Diese Kontaktelemente 24 sind lediglich in jeweiligen Eckbereichen des Einlassflansches 16 bzw. des Gitters 20 vorgesehen, wobei die Innenwand 14 in einem jeweiligen Eckbereich einen Radius aufweist. Das Gitter 20 ist in den jeweiligen Eckbereichen ausgespart, wobei die Kontaktelemente 24 stehen geblieben sind. Die Kontaktelemente 24 eines Eckbereiches erstrecken sich somit im Wesentlichen in einer Ebene, sind jedoch nicht parallel zueinander, sondern erstrecken sich in jeweiligen Richtungen, die sich bevorzugt in einem Radiusmittelpunkt schneiden.

[0052] Die Kontaktelemente 24 sind jeweils derart lang dimensioniert, dass sie bei einem Einsetzen des Gitters 20 - in Fig. 7 von oben - durch die Innenwand 14 relativ zur Hauptfläche des Gitters 20 nach oben gebogen werden und durch die hieraus resultierende Rückstellkraft auf die Innenwand 14 eine Kontaktierung gewährleisten.

[0053] Diese erfindungsgemäße Pumpe kann mit weiteren Abschirmmitteln versehen sein, wie sie z.B. im Einleitungsteil beschrieben sind.

Bezugszeichenliste

[0054]

10	Vakuumpumpe
12	Einlassflansch
14	Innenwand
16	Einlass
20	Gitter
22	Kontaktelement
24	Kontaktelement
26	Gitterstruktur
28	Rand
111	Turbomolekularpumpe
113	Einlassflansch
115	Pumpeneinlass
117	Pumpenauslass
119	Gehäuse
121	Unterteil
123	Elektronikgehäuse
125	Elektromotor
127	Zubehöranschluss
129	Datenschnittstelle
131	Stromversorgungsanschluss
133	Fluteinlass
135	Sperrgasanschluss
137	Motorraum
139	Kühlmittelanschluss
141	Unterseite
143	Schraube
145	Lagerdeckel
147	Befestigungsbohrung
148	Kühlmittelleitung
149	Rotor
151	Rotationsachse

153 Rotorwelle
 155 Rotorscheibe
 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 (10), insbesondere Turbomolekularpumpe, mit zumindest einem Gehäuseabschnitt, und
zumindest einem Abschirmmittel (20),
wobei das Abschirmmittel (20) an dem Gehäuseabschnitt zur elektromagnetischen Abschirmung eines Inneren der Pumpe (10) gegenüber einem Äußeren der Pumpe (10) ausgebildet ist. 40
2. Vakuumpumpe (10) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Abschirmmittel (20) ein metallisches Material umfasst. 50
3. Vakuumpumpe (10) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass das Abschirmmittel (20) Kupfer und/oder Beryllium umfasst. 55
4. Vakuumpumpe (10) nach einem der vorhergehenden

den Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Gehäuseabschnitt ein erster Gehäuseabschnitt ist und zumindest eine Schnittstelle zur Verbindung des ersten Gehäuseabschnitts mit einem zweiten Gehäuseabschnitt der Vakuumpumpe oder mit einer Anschlusskomponente für die Vakuumpumpe (10) umfasst, wobei das Abschirmmittel (20) an der Schnittstelle vorgesehen ist.

5. Vakuumpumpe (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Abschirmmittel als Gitter (20) an einem Einlassflansch (12) und/oder Ausstoßflansch ausgebildet ist. 15

6. Vakuumpumpe (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Abschirmmittel (20) zumindest ein Kontaktelement (22, 24) zur elektrischen Kontaktierung des Abschirmmittels (20) mit dem Gehäuseabschnitt aufweist. 20

7. Vakuumpumpe (10) nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Kontaktelement (22, 24) rückstellfähig ausgebildet ist. 25

8. Vakuumpumpe (10) nach Anspruch 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Abschirmmittel (20) durch das Kontaktelement oder durch eine Mehrzahl von Kontaktelementen (22) an dem Gehäuseabschnitt gehalten ist. 30

9. Vakuumpumpe (10) nach einem der Ansprüche 6 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
zumindest zwei verschieden ausgebildete Kontaktelemente (22, 24) vorgesehen sind. 35

10. Vakuumpumpe (10) nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
sich die verschiedenen Kontaktelemente (22, 24) in unterschiedliche Richtungen erstrecken, insbesondere einen Winkel von mehr als 45° einschließen oder zumindest im Wesentlichen senkrecht zueinander verlaufen. 45

11. Vakuumpumpe (10) nach einem der Ansprüche 6 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
sich zumindest ein Kontaktelement (22) unter einem Winkel von mehr als 45° oder zumindest im Wesentlichen senkrecht zu einer Hauptfläche des Abschirmmittels (20) erstreckt. 50

12. Vakuumpumpe (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Abschirmmittel (20) in einer Ausnehmung des Gehäuseabschnitts angeordnet ist.
13. Vakuumpumpe (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Abschirmmittel (20) im Wesentlichen von flächiger Gestalt ist.
14. Vakuumpumpe (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Abschirmmittel (20) einen Abschirmbereich und einen Kontaktbereich aufweist, der eine Mehrzahl von Kontaktelementen (22, 24) aufweist, die voneinander beabstandet sind und zur Kontaktierung des Abschirmmittels (20) mit dem Gehäuseabschnitt von dem Abschirmbereich abstehen.
15. Vakuumpumpe (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Abschirmmittel (20) einteilig ausgebildet ist.

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

1. Vakuumpumpe (10), insbesondere Turbomolekularpumpe, mit
zumindest einem Gehäuseabschnitt, und
zumindest einem Abschirmmittel (20),
wobei das Abschirmmittel (20) an dem Gehäuseabschnitt zur elektromagnetischen Abschirmung eines Inneren der Pumpe (10) gegenüber einem Äusseren der Pumpe (10) ausgebildet ist, und
wobei das Abschirmmittel als Gitter (20) an einem Einlassflansch (12) und/oder Ausstoßflansch ausgebildet ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Abschirmmittel (20) Kupfer und/oder Beryllium umfasst.
2. Vakuumpumpe (10), insbesondere Turbomolekularpumpe, insbesondere nach Anspruch 1, mit
zumindest einem Gehäuseabschnitt, und
zumindest einem Abschirmmittel (20),
wobei das Abschirmmittel (20) an dem Gehäuseabschnitt zur elektromagnetischen Abschirmung eines Inneren der Pumpe (10) gegenüber einem Äusseren der Pumpe (10) ausgebildet ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Abschirmmittel (20) zumindest ein rückstellfähig ausgebildetes Kontaktelement (22, 24) zur elektrischen Kontaktierung des Abschirmmittels (20) mit

dem Gehäuseabschnitt aufweist.

3. Vakuumpumpe (10) nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Abschirmmittel (20) ein metallisches Material umfasst.
4. Vakuumpumpe (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Gehäuseabschnitt ein erster Gehäuseabschnitt ist und zumindest eine Schnittstelle zur Verbindung des ersten Gehäuseabschnitts mit einem zweiten Gehäuseabschnitt der Vakuumpumpe oder mit einer Anschlusskomponente für die Vakuumpumpe (10) umfasst, wobei das Abschirmmittel (20) an der Schnittstelle vorgesehen ist.
5. Vakuumpumpe (10) nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Abschirmmittel (20) durch das Kontaktelement oder durch eine Mehrzahl von Kontaktelementen (22) an dem Gehäuseabschnitt gehalten ist.
6. Vakuumpumpe (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
zumindest zwei verschieden ausgebildete Kontaktelemente (22, 24) vorgesehen sind.
7. Vakuumpumpe (10) nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
sich die verschiedenen Kontaktelemente (22, 24) in unterschiedliche Richtungen erstrecken, insbesondere einen Winkel von mehr als 45° einschließen oder zumindest im Wesentlichen senkrecht zueinander verlaufen.
8. Vakuumpumpe (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass sich zumindest ein Kontaktelement (22) unter einem Winkel von mehr als 45° oder zumindest im Wesentlichen senkrecht zu einer Hauptfläche des Abschirmmittels (20) erstreckt.
9. Vakuumpumpe (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Abschirmmittel (20) in einer Ausnehmung des Gehäuseabschnitts angeordnet ist.
10. Vakuumpumpe (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Abschirmmittel (20) im Wesentlichen von flächiger Gestalt ist.

11. Vakuumpumpe (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Abschirmmittel (20) einen Abschirmbereich und einen Kontaktbereich aufweist, der eine Mehrzahl von Kontaktelementen (22, 24) aufweist, die voneinander beabstandet sind und zur Kontaktierung des Abschirmmittels (20) mit dem Gehäuseabschnitt von dem Abschirmbereich abstehen.

5

10

12. Vakuumpumpe (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Abschirmmittel (20) einteilig ausgebildet ist.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

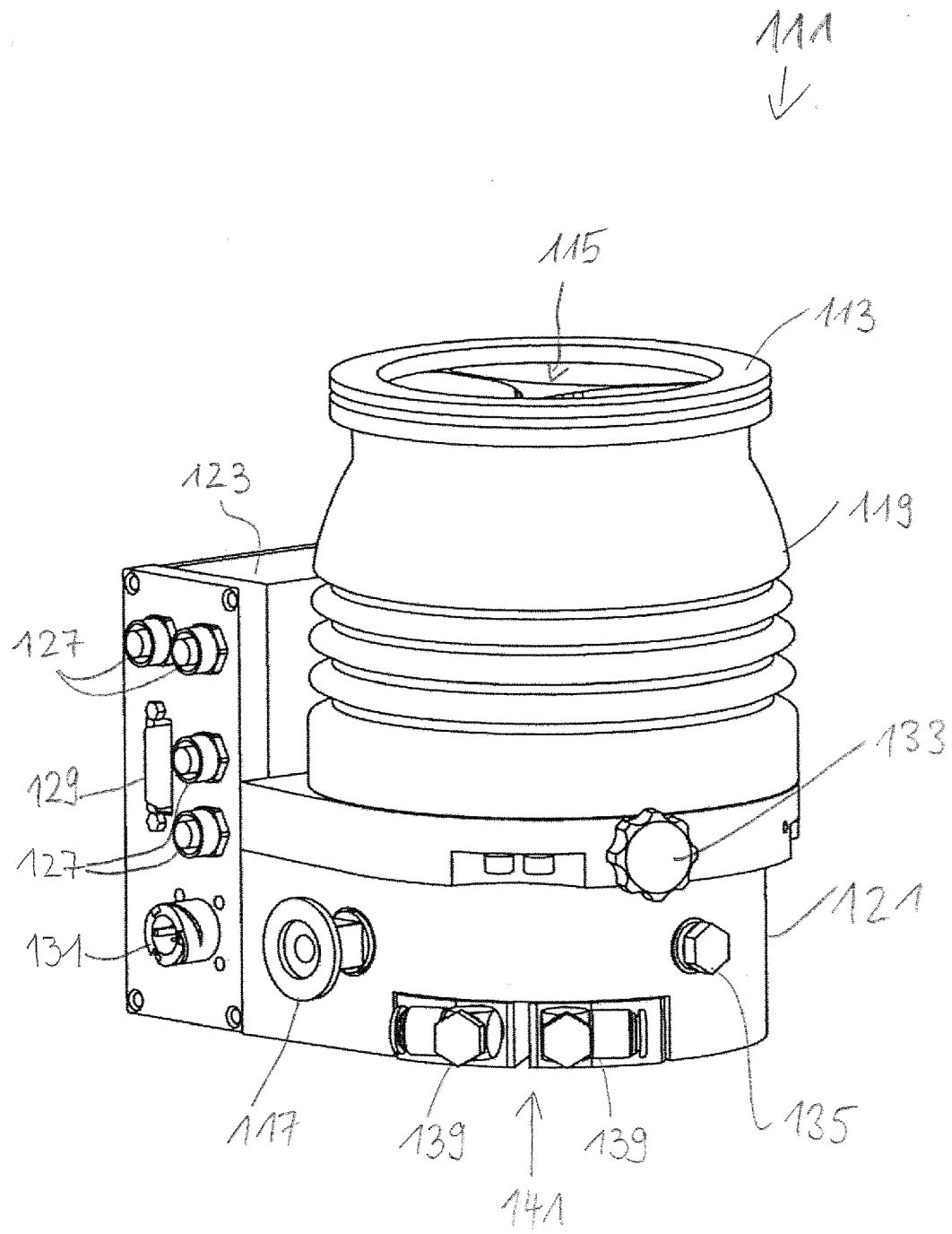


Fig. 1

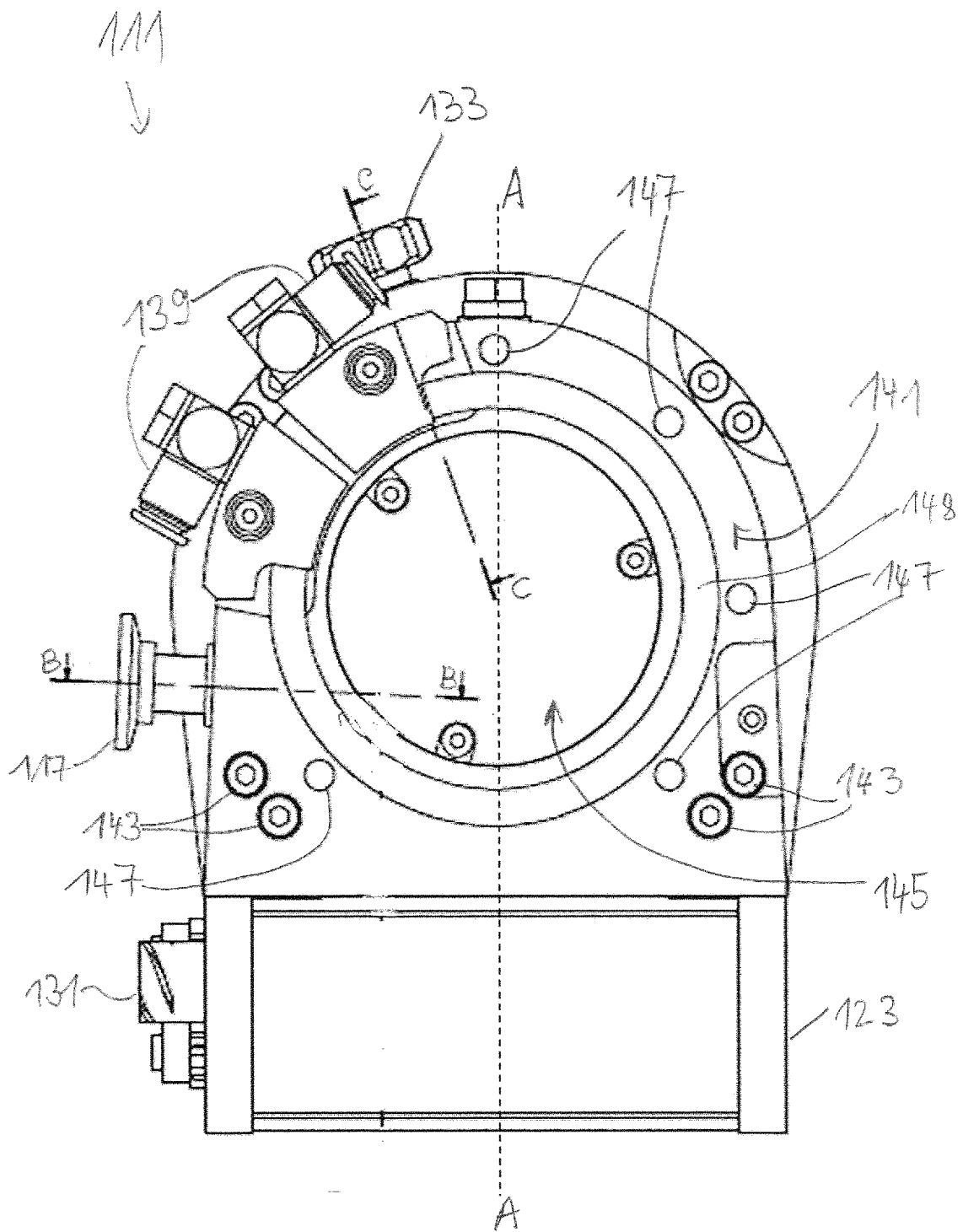


Fig. 2

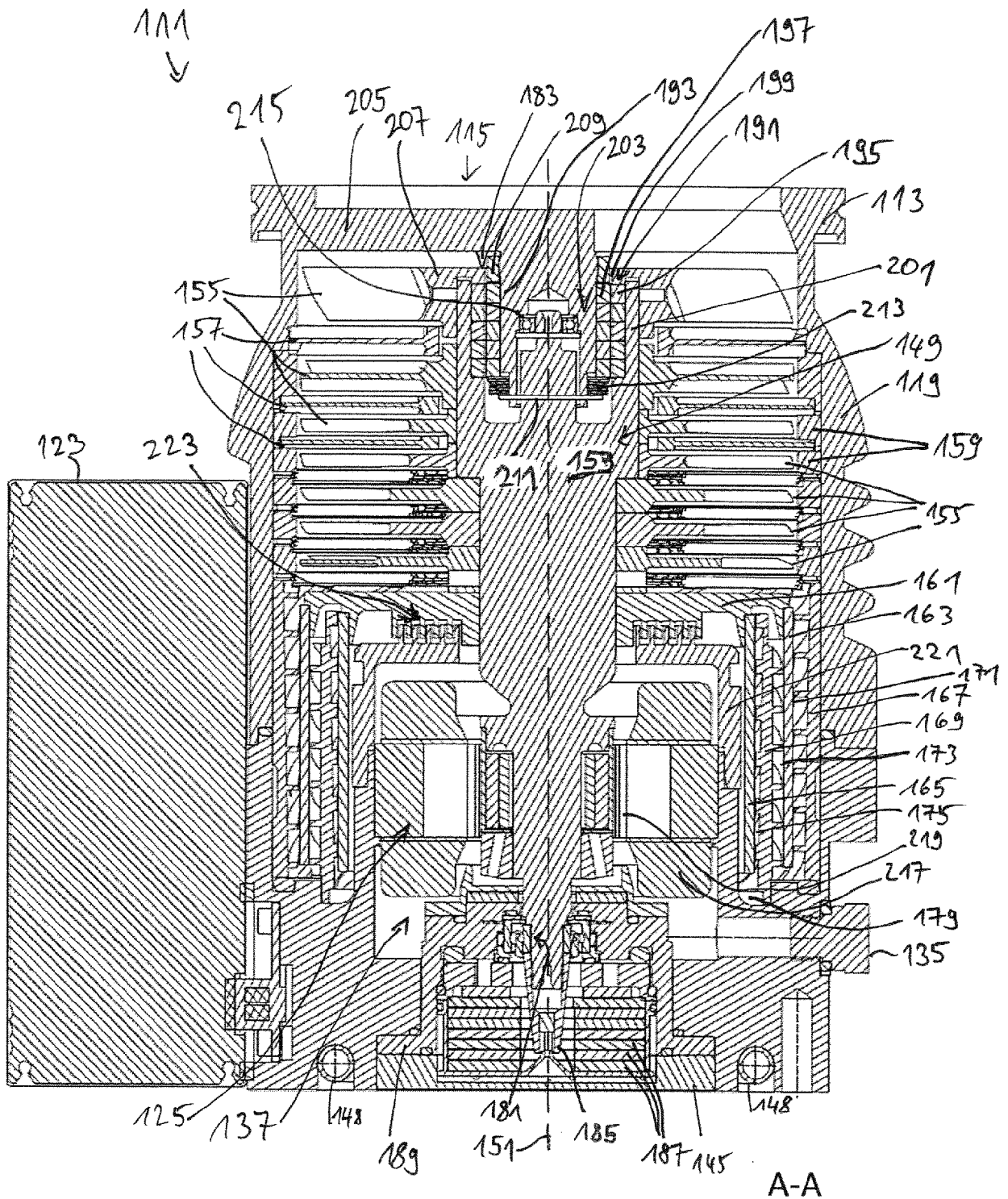


Fig. 3

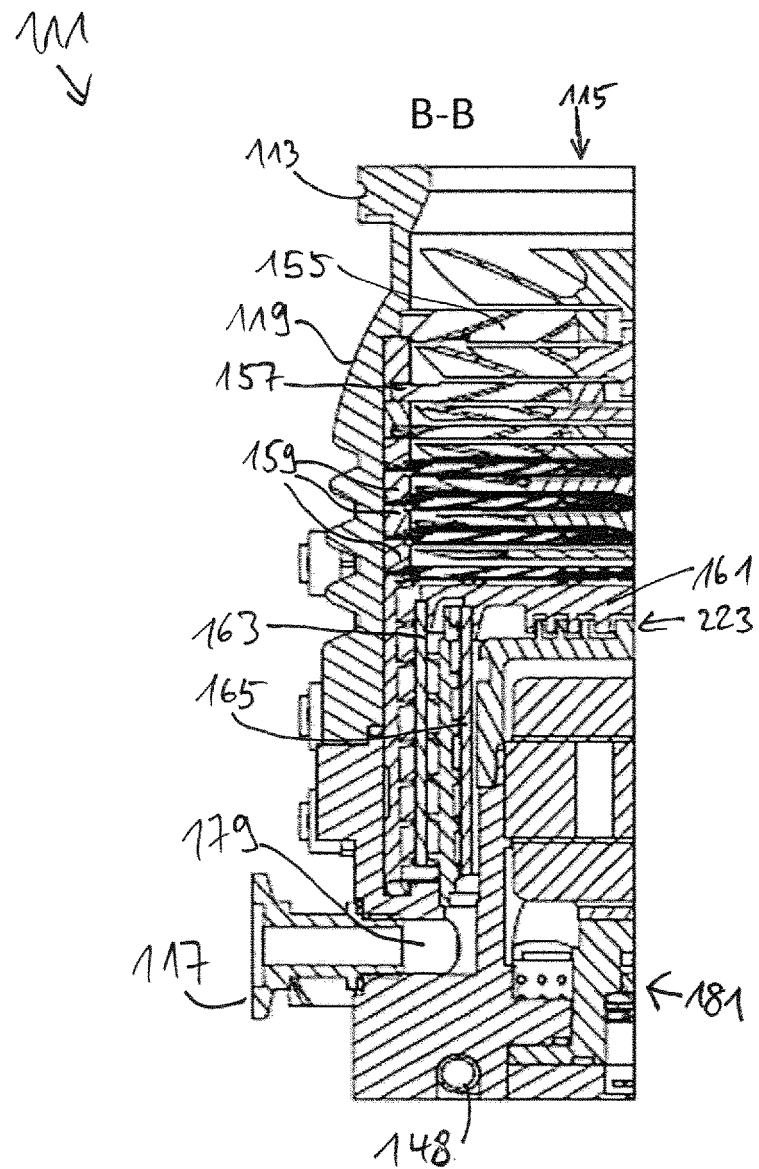


Fig. 4

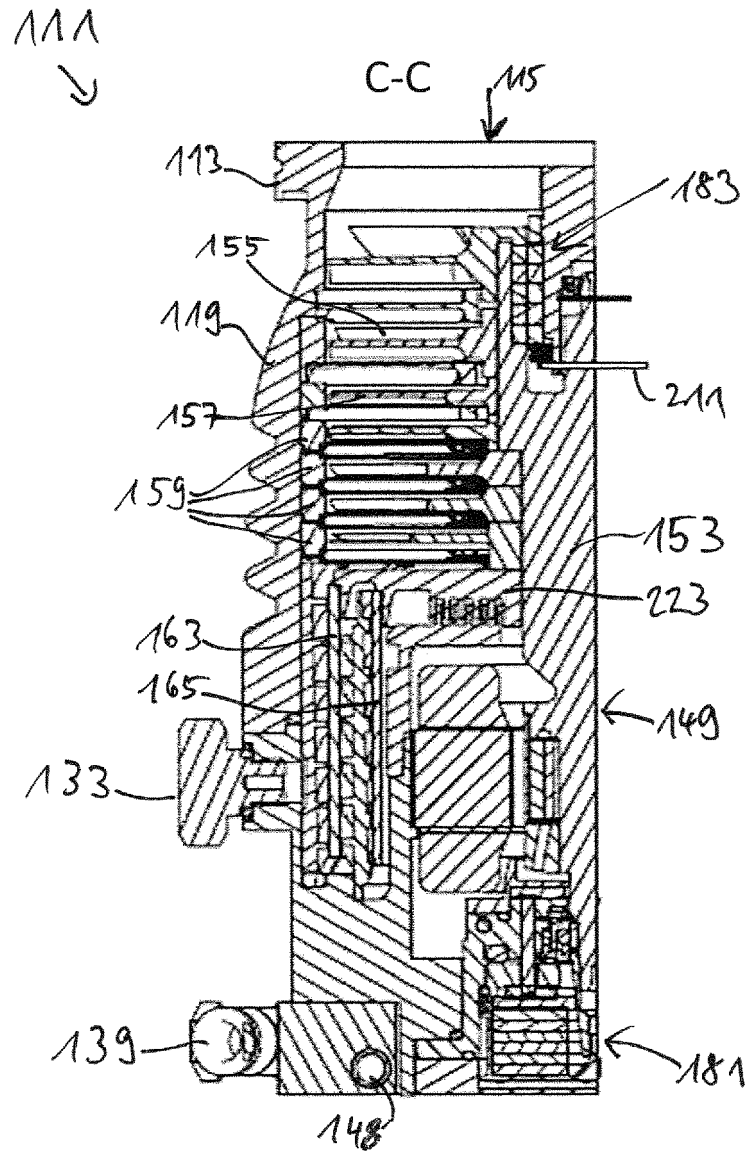


Fig. 5

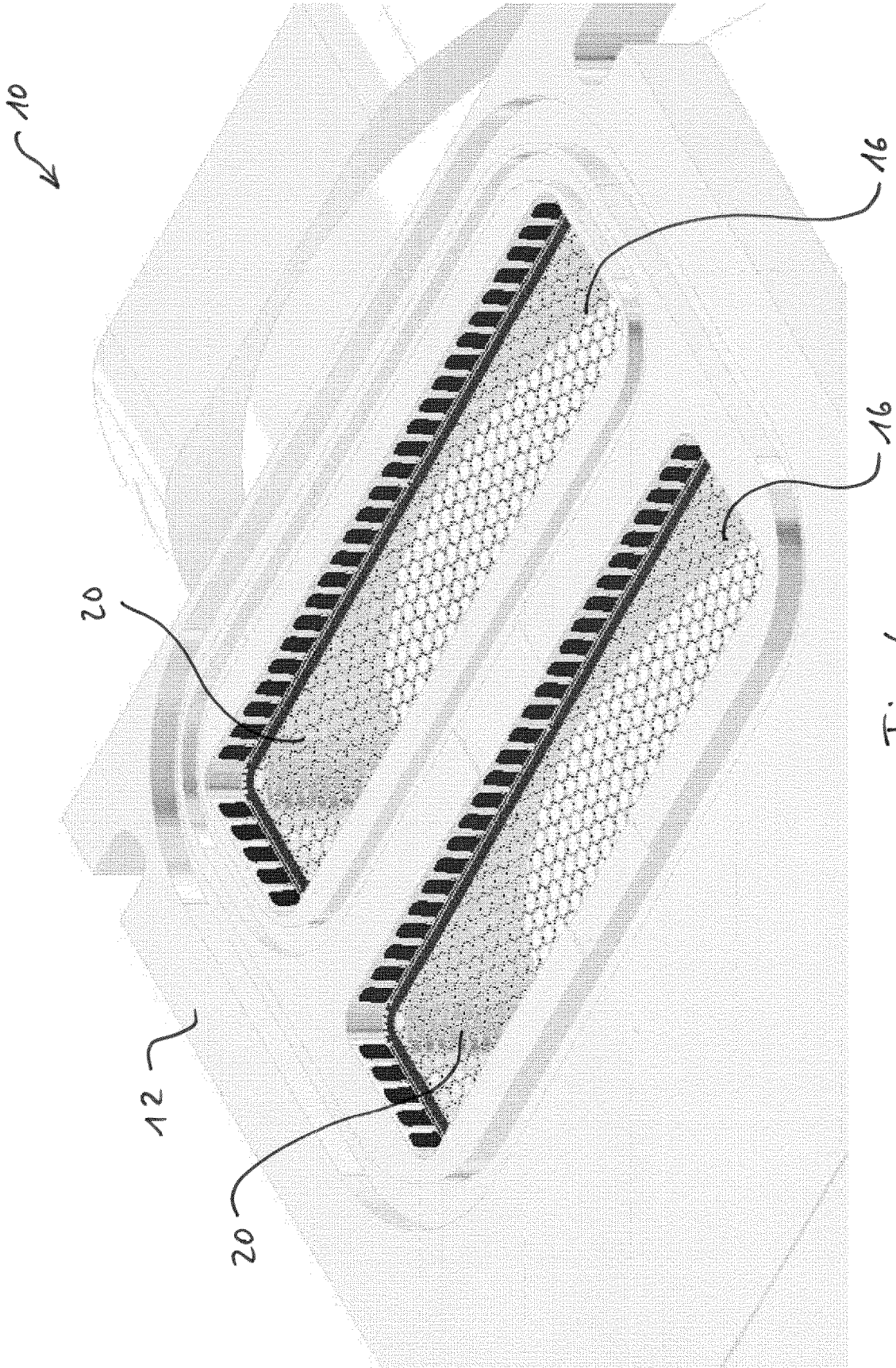
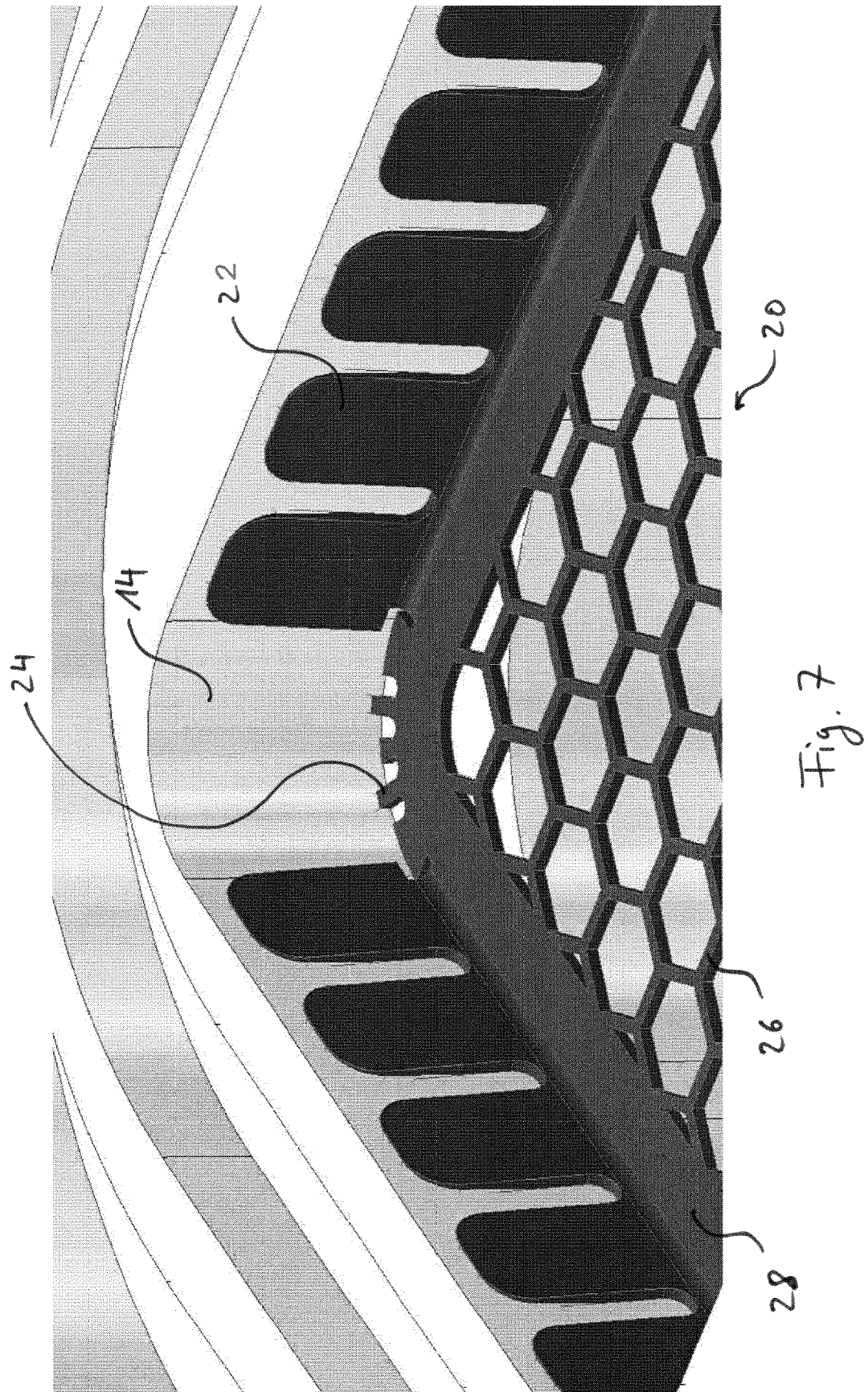


Fig. 6





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 18 18 4605

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	JP 2005 291040 A (SHIMADZU CORP) 20. Oktober 2005 (2005-10-20) * Absätze [0021], [0023]; Anspruch 1; Abbildungen 1,5 *	1-15	INV. F04D19/04 F04D29/02 F04D29/52 F04D29/60 F04D29/70
X	US 2013/129482 A1 (TSUTSUI SHINGO [JP]) 23. Mai 2013 (2013-05-23) * Absatz [0028]; Ansprüche 1,3; Abbildungen 10,11 *	1,2,4-15	
X	EP 3 034 881 A1 (PFEIFFER VACUUM GMBH [DE]) 22. Juni 2016 (2016-06-22) * Absätze [0011] - [0013]; Ansprüche 1,10; Abbildungen 1,4 *	1,2,4-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 3. Januar 2019	Prüfer de Martino, Marcello
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 18 18 4605

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.

03-01-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	JP 2005291040	A	20-10-2005	JP 4211658 B2		21-01-2009
				JP 2005291040 A		20-10-2005
15	US 2013129482	A1	23-05-2013	CN 103069173 A		24-04-2013
				JP 5494807 B2		21-05-2014
				JP WO2012018111 A1		03-10-2013
				US 2013129482 A1		23-05-2013
				WO 2012018111 A1		09-02-2012
20	EP 3034881	A1	22-06-2016	EP 3034881 A1		22-06-2016
				JP 6156950 B2		05-07-2017
				JP 2016118200 A		30-06-2016
25						
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

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