



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
30.05.2018 Patentblatt 2018/22

(51) Int Cl.:
F04D 19/04 (2006.01) F04D 29/52 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16200272.9**

(22) Anmeldetag: **23.11.2016**

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

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

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

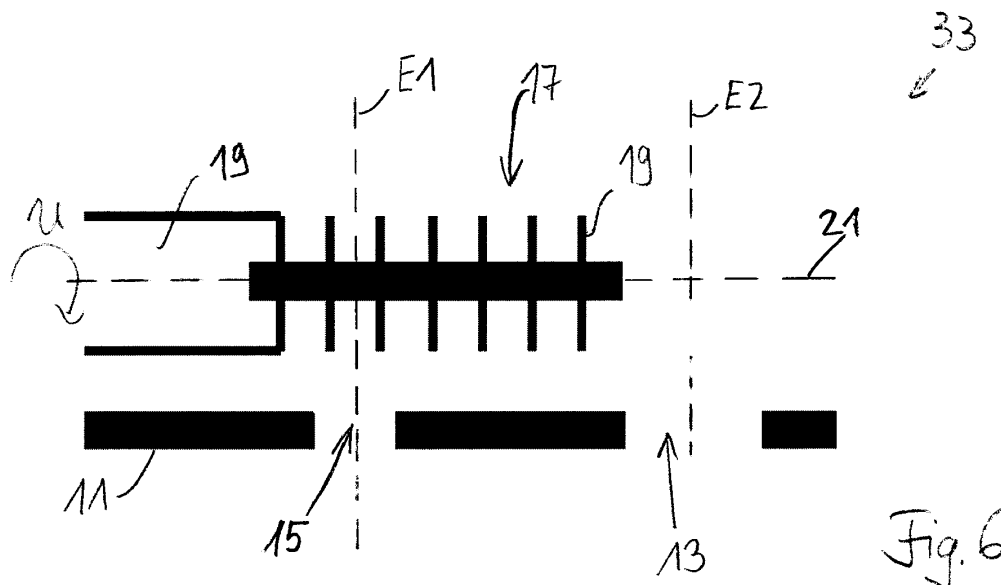
(74) Vertreter: **Manitz Finsterwald Patentanwälte PartmbB**
Martin-Greif-Strasse 1
80336 München (DE)

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

Bemerkungen:
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

(54) **VAKUUMPUMPE MIT MEHREREN EINLÄSSEN**

(57) Eine Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, umfassend ein Gehäuse mit wenigstens zwei voneinander getrennten Einlässen zum Anschließen wenigstens eines Rezipients, und wenigstens eine im Gehäuse angeordnete Pumpstufe zum Fördern von Fluid, insbesondere aus dem wenigstens einen Rezipient abgesaugtes Fluid, in Richtung eines am Gehäuse vorgesehenen Auslasses der Vakuumpumpe, wobei die Pumpstufe wenigstens einen gegenüber einem Stator um eine Drehachse drehbaren Rotor aufweist, wobei der Stator und der Rotor derart ausgestaltet sind, dass diese bei sich drehendem Rotor eine Pumpwirkung bewirken, durch welche das Fluid in die Richtung des Auslasses gefördert wird, ist dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens zwei Einlässe in Umlaufrichtung des Rotors gesehen versetzt zueinander am Gehäuse angeordnet sind und zumindest eine senkrecht zur Drehachse verlaufende Ebene durch die wenigstens zwei Einlässe verläuft.



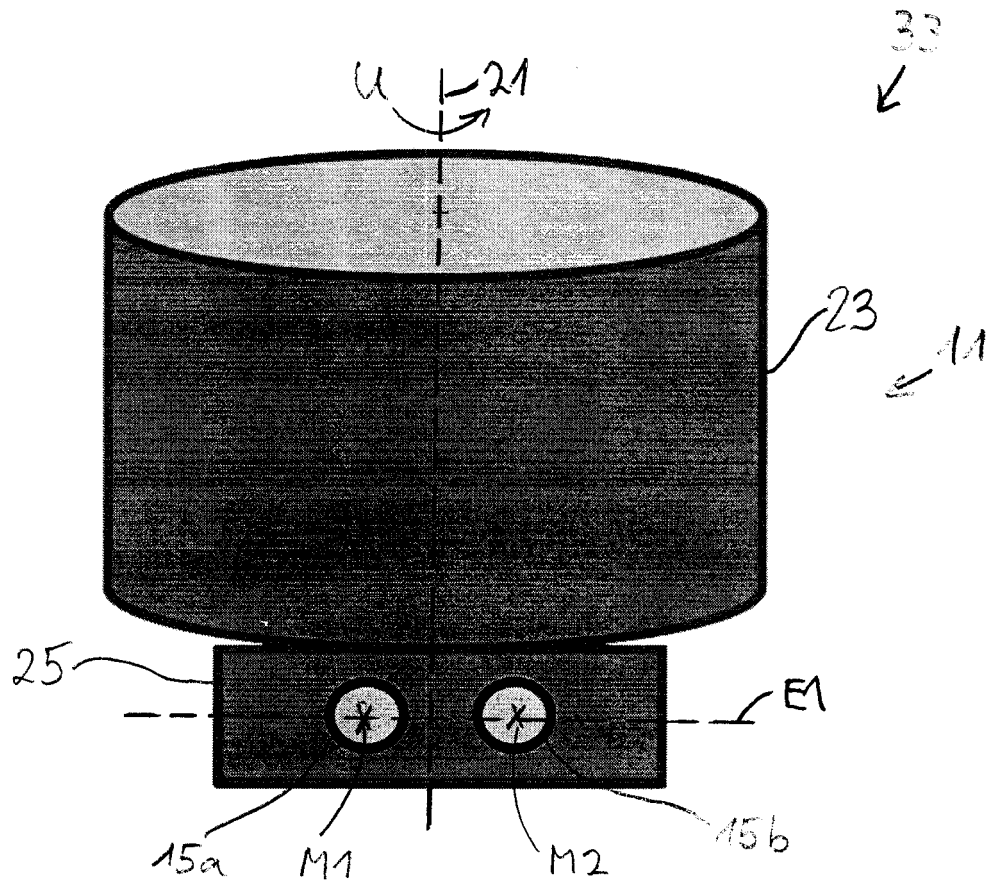


Fig. 7

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, umfassend ein Gehäuse mit wenigstens zwei voneinander getrennten Einlässen zum Anschließen wenigstens eines Rezipients, wenigstens eine im Gehäuse angeordnete Pumpstufe zum Fördern von Fluid, insbesondere aus dem wenigstens einen Rezipient abgesaugtes Fluid, in Richtung eines am Gehäuse vorgesehenen Auslasses der Vakuumpumpe, wobei die Pumpstufe wenigstens einen gegenüber einem Stator um eine Drehachse drehbaren Rotor aufweist, wobei der Stator und der Rotor derart ausgestaltet sind, dass diese bei sich drehendem Rotor eine Pumpwirkung bewirken, durch welche das Fluid in die Richtung des Auslasses gefördert wird.

[0002] Derartige Vakuumpumpen sind aus dem Stand der Technik bekannt. Sie werden auch als Splitflow-Vakuumpumpen oder als Multi-Inlet-Vakuumpumpen bezeichnet.

[0003] Bei derartigen, mehrere Einlässen aufweisenden Vakuumpumpen tritt das Problem auf, dass sich diese nicht in einfacher Weise in kompakter Form realisieren lassen, da die mehreren Einlässe einen entsprechend großen Bauraum am Gehäuse der Vakuumpumpe benötigen.

[0004] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Vakuumpumpe mit wenigstens zwei voneinander getrennten Einlässen bereitzustellen, wobei die Vakuumpumpe in einer kompakten Bauform realisiert werden kann.

[0005] Die Aufgabe wird durch eine Vakuumpumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0006] Eine erfindungsgemäße Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, vorzugsweise Splitflow-Pumpe, umfasst ein Gehäuse mit wenigstens zwei voneinander getrennten Einlässen zum Anschließen wenigstens eines Rezipients, wenigstens eine im Gehäuse angeordnete Pumpstufe zum Fördern von Fluid, insbesondere aus dem wenigstens einen Rezipient abgesaugtes Fluid, in Richtung eines am Gehäuse vorgesehenen Auslasses der Vakuumpumpe, wobei die Pumpstufe wenigstens einen gegenüber einem Stator um eine Drehachse drehbaren Rotor aufweist, wobei der Stator und der Rotor derart ausgestaltet sind, dass diese bei sich drehendem Rotor eine Pumpwirkung bewirken, durch welche das Fluid in die Richtung des Auslasses gefördert wird, und wobei die wenigstens zwei Einlässe in Umlaufrichtung des Rotors gesehen versetzt zueinander am Gehäuse angeordnet sind und zumindest eine senkrecht zur Drehachse verlaufende Ebene durch die wenigstens zwei Einlässe verläuft.

[0007] Da bei der erfindungsgemäßen Vakuumpumpe die Ebene senkrecht zur Drehachse und außerdem durch die beiden Einlässe verläuft bzw. die beiden Einlässe schneidet, liegen die Einlässe zumindest im We-

sentlichen auf der gleichen axialen Bauhöhe am Gehäuse der Vakuumpumpe. Im Unterschied zu einer längs der axialen Richtung versetzten Anordnung der Einlässe kann somit die axiale Länge der erfindungsgemäßen Vakuumpumpe kurz gehalten werden. Die erfindungsgemäße Vakuumpumpe lässt sich daher kompakt ausgestalten und somit in kompakter Bauform realisieren.

[0008] Mit den Begriffen "axial" und "axiale Richtung" wird auf eine längs der Drehachse verlaufende Richtung abgestellt, während mit dem Begriff "Umlaufrichtung" auf eine in Umfangsrichtung um die Drehachse herum verlaufende Richtung abgestellt wird.

[0009] Bei der erfindungsgemäßen Vakuumpumpe kann ein Haupteinlass zusätzlich zu den wenigstens zwei Einlässen am Gehäuse vorgesehen sein. Vorzugsweise befindet sich der Haupteinlass an einem axialen Ende des Gehäuses, insbesondere an der am axialen Ende liegenden Stirnseite des Gehäuses, wobei, bevorzugt, die wenigstens zwei Einlässe nicht an dieser Gehäusestirnseite vorgesehen sind.

[0010] Bei dem Haupteinlass und auch bei den anderen Einlässen kann es sich insbesondere um Ports der Vakuumpumpe handeln, an die zu evakuierende Behälter bzw. Rezipienten anschließbar sind.

[0011] Die Ebene, welche durch die wenigstens zwei Einlässe verläuft, läuft vorzugsweise nicht durch den Haupteinlass. Die wenigstens zwei Einlässe liegen somit in axialer Richtung gesehen versetzt zum Haupteinlass. Bei den Einlässen handelt es sich insbesondere um Nebeneinlässe, an denen die wenigstens eine Pumpstufe eine geringere Pumpwirkung entfaltet als am Haupteinlass.

[0012] Die Einlässe liegen vorzugsweise an dem anderen axialen Ende des Gehäuses, welches dem axialen Ende mit dem Haupteinlass gegenüberliegt. Die Einlässe können an der Umfangsfläche des Gehäuses angeordnet oder ausgebildet sein. Sie liegen daher vorzugsweise nicht an der Gehäusestirnseite an dem anderen axialen Ende des Gehäuses. Vorzugsweise liegt der Haupteinlass an einem oberen axialen Ende des Gehäuses, insbesondere an der oberen Stirnseite, während die Einlässe an einem unteren axialen Ende des Gehäuses liegen.

[0013] Jeder der Einlässe kann eine Einlassöffnung mit einem Mittelpunkt aufweisen. Die Einlassöffnung kann zumindest annähernd kreisförmig, quadratisch oder rechteckig ausgebildet sein. Vorzugsweise verläuft die Ebene durch die Mittelpunkte der Einlässe. Die Einlässe können daher exakt auf der gleichen Bauhöhe liegen, wodurch eine besonders kompakte Bauform realisiert werden kann.

[0014] Die Ebene kann auch nicht durch den Mittelpunkt von zumindest einem der Einlässe verlaufen. Die Mittelpunkte und somit die wenigstens zwei Einlässe können daher in axialer Richtung gesehen einen zumindest leichten Versatz aufweisen. Der axiale Versatz zweier Einlässe ist dabei bevorzugt kleiner als die Summe der Radien der beiden Einlässe. Die Einlässe liegen somit, wenn auch nicht exakt, immer noch zumindest im

Wesentlichen auf der gleichen axialen Bauhöhe, so dass sich eine kompakte, kurze Bauform der Vakuumpumpe realisieren lässt.

[0015] Vorzugsweise weist jede Einlassöffnung eine bestimmte Fläche auf, wobei zumindest 25%, bevorzugt zumindest 30%, weiter bevorzugt zumindest 40% und noch weiter bevorzugt zumindest 50% der Flächen der Einlassöffnungen in axialer Richtung gesehen auf derselben axialen Höhe liegen. Auf die axiale Richtung bezogen ergibt sich somit eine teilweise Überlappung der Einlassöffnungen. Dadurch kann erreicht werden, dass die Einlassöffnungen zumindest im Wesentlichen auf der gleichen axialen Bauhöhe liegen, und die Vakuumpumpe kann in kompakter Bauform realisiert werden.

[0016] Die Einlässe können derart mit der Pumpstufe verbunden sein bzw. damit in Fluidverbindung stehen, dass an den Einlässen unterschiedliche Druckniveaus erzeugt werden. Die Pumpstufe entfaltet daher unterschiedliche Pumpwirkungen an den Einlässen.

[0017] Alternativ können die Einlässe derart mit der Pumpstufe verbunden sein bzw. derart mit der Pumpstufe in Fluidverbindung sein, dass zumindest annähernd die gleichen Druckniveaus an den Einlässen erzeugt werden.

[0018] Die Ebene, welche die Einlässe schneidet, kann auch durch den Auslass der Vakuumpumpe verlaufen. Die Einlässe können somit zumindest im Wesentlichen auf der gleichen axialen Bauhöhe liegen wie der Auslass. Dadurch kann eine besonders kompakte, axial kurze Bauform der Vakuumpumpe realisiert werden.

[0019] Der Auslass ist dabei in Umlaufrichtung gesehen zu den Einlässen versetzt am Gehäuse angeordnet bzw. ausgebildet. Vorzugsweise befindet sich der Auslass in Umlaufrichtung gesehen zwischen den wenigstens zwei Einlässen. Der Auslass kann eine kreisförmige, quadratische oder rechteckige Auslassöffnung aufweisen.

[0020] Insbesondere kann die Auslassöffnung einen Mittelpunkt aufweisen. Die Ebene kann durch die Mittelpunkte der Öffnungen der Einlässe und durch den Mittelpunkt der Auslassöffnung verlaufen. Dadurch kann erreicht werden, dass der Auslass und die Einlässe exakt auf der gleichen axialen Bauhöhe liegen. Die Kompaktheit kann dadurch weiter verbessert werden. Es kann allerdings auch ein zumindest leichter axialer Versatz zwischen den erwähnten Mittelpunkten vorgesehen sein.

[0021] Die Vakuumpumpe kann wenigstens eine Holweckpumpstufe aufweisen, wobei die wenigstens zwei Einlässe in die Holweckpumpstufe münden. Die Einlässe können somit mit der Holweckpumpstufe fluidisch verbunden bzw. gekoppelt sein.

[0022] Die Anordnung der Einlässe auf der zumindest im Wesentlichen gleichen axialen Bauhöhe der Vakuumpumpe lässt sich unter Verwendung einer Holweckpumpstufe besonders einfach realisieren, da die Ankopplung zwischen einem Einlass und der Holweckpumpstufe besonders einfach realisiert werden kann, z. B. durch einen Kanal, welcher sich von der Gehäuseau-

ßenseite nach radial innen bis in den Holweckspalt der Holweckpumpstufe erstreckt. Außerdem lassen sich unterschiedliche Druckniveaus an den Einlässen auf einfache Weise realisieren.

[0023] Vorzugsweise handelt es sich bei der Holweckpumpstufe um die radial außenliegende Holweckpumpstufe von wenigstens zwei ineinander geschachtelten Holweckpumpstufen.

[0024] Die Vakuumpumpe kann wenigstens eine turbomolekularpumpe Pumpstufe aufweisen, wobei die wenigstens zwei Einlässe in die turbomolekularpumpe Pumpstufe münden können. Die Einlässe können somit direkt mit der turbomolekularen Pumpstufe fluidisch verbunden bzw. gekoppelt sein. Dadurch lassen sich insbesondere im Vergleich zu einer Ankopplung der Einlässe an eine Holweckpumpstufe tiefere Druckniveaus in den Einlässen realisieren.

[0025] Die wenigstens eine turbomolekulare Pumpstufe ist in der Vakuumpumpe vorzugsweise der wenigstens einen Holweckpumpstufe vorgeschaltet. D.h. ein über den Haupteinlass in die Vakuumpumpe gefördertes Fluid durchströmt zuerst die turbomolekulare Pumpstufe und danach erst die Holweckpumpstufe. Ein sich zwischen Haupteinlass und Auslass erstreckender Pumpkanal verläuft somit zuerst durch die turbomolekulare Pumpstufe und anschließend durch die Holweckpumpstufe. Die Nebeneinlässe können, z.B. im Bereich der turbomolekularen Pumpstufe oder der Holweckpumpstufe, in den Pumpkanal münden.

[0026] Bei den Einlässen handelt es sich bevorzugt nicht um Einlässe von Zwischenabsaugungen einer Vakuumpumpe, die dazu dienen, ein Volumen zwischen einer inneren und einer äußeren Dichtung zu evakuieren.

[0027] Die Erfindung betrifft auch einen Rezipient zum Anschließen an eine erfindungsgemäße Vakuumpumpe, wobei der Rezipient wenigstens zwei Auslässe aufweist, welche zum Anschließen an die wenigstens zwei Einlässe der Vakuumpumpe ausgebildet und am Gehäuse des Rezipients angeordnet sind. Die Auslässe sind - entsprechend wie die Einlässe bei der Vakuumpumpe - in Umfangsrichtung des Rezipients voneinander beabstandet und liegen zumindest im Wesentlichen auf der gleichen axialen Bauhöhe. Der Rezipient kann dadurch ebenfalls kompakt ausgestaltet werden.

[0028] Die Erfindung betrifft außerdem ein Vakuumsystem mit wenigstens einer erfindungsgemäßen Vakuumpumpe und mit wenigstens einem Rezipient, welcher an die Vakuumpumpe angeschlossen ist, wobei Vakuumdichtungen, insbesondere O-Ringe, zur Abdichtung der Vakuumverbindungen zwischen den Auslässen des Rezipients und den Einlässen der Vakuumpumpe vorgesehen sind bzw. werden. Die Dichtungen können verschiedene Dicken aufweisen, um einen Toleranzausgleich zu schaffen.

[0029] 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 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 Querschnittsdarstellung einer erfindungsgemäßen Vakuumpumpe,
- Fig. 7 eine seitliche Ansicht einer weiteren erfindungsgemäßen Vakuumpumpe,
- Fig. 8 eine seitliche Ansicht von noch einer erfindungsgemäßen Vakuumpumpe, und
- Fig. 9 eine Querschnittsdarstellung eines erfindungsgemäßen Vakuumsystems.

[0030] 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.

[0031] 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.

[0032] 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.

[0033] 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.

[0034] 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.

[0035] An der Unterseite 141 sind außerdem Befestigungsbohrungen 147 angeordnet, über welche die Pumpe 111 beispielsweise an einer Auflagefläche befestigt werden kann.

[0036] In den Figuren 2 bis 5 ist eine Kühlmittelleitung 148 dargestellt, in welcher das über die Kühlmittelanschlüsse 139 ein- und ausgeleitete Kühlmittel zirkulieren kann.

[0037] 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.

[0038] In dem Gehäuse 119 ist ein Rotor 149 angeordnet, der eine um eine Rotationsachse 151 drehbare Rotorwelle 153 aufweist.

[0039] 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.

[0040] Die Vakuumpumpe 111 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.

[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 den turbomolekularen Pumpstufen 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 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.

[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 min-

destens 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.

[0046] 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.

[0047] 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.

[0048] Innerhalb des Magnetlagers ist ein Not- bzw. Fanglager 215 vorgesehen, welches im normalen Betrieb der Vakuumpumpe 111 ohne Berührung leer läuft und erst bei einer übermäßigen radialen Auslenkung des Rotors 149 relativ zu dem Stator in Eingriff gelangt, um einen radialen Anschlag für den Rotor 149 zu bilden, da eine Kollision der rotorseitigen Strukturen mit den statorseitigen Strukturen verhindert wird. Das Fanglager 215 ist als ungeschmiertes Wälzlager ausgebildet und bildet mit dem Rotor 149 und/oder dem Stator einen radialen Spalt, welcher bewirkt, dass das Fanglager 215 im normalen Pumpbetrieb außer Eingriff ist. Die radiale Aus-

lenkung, 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.

[0049] 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.

[0050] 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.

[0051] 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.

[0052] Die vorstehend beschriebene Vakuumpumpe 111 kann als eine Splitflow-Vakuumpumpe ausgestaltet sein, so dass diese zusätzlich zu dem als Haupteinlass dienenden Pumpeneinlass 115, welcher an der oberen Stirnseite der Pumpe 111 ausgebildet ist, noch zwei oder mehr als Nebeneinlässe dienende, zusätzliche Einlässe (in Fig. 1 bis 5 nicht dargestellt) aufweist. Diese Nebeneinlässe können an der Umfangsfläche der Vakuumpumpe 111 bzw. des Gehäuses 119, einschließlich des Unterteils 121, angeordnet bzw. ausgebildet sein.

[0053] Erfindungsgemäß sind die zumindest zwei Nebeneinlässe in Umlaufrichtung der Rotorwelle 153 versetzt zueinander am Gehäuse 119, das auch das Unterteil 121 mit umfasst, angeordnet und zumindest eine senkrecht zur Dreh- bzw. Rotationsachse 151 verlaufende Ebene (nicht dargestellt in Fig. 1 bis 5) verläuft durch die Nebeneinlässe. Die Nebeneinlässe liegen daher zumindest im Wesentlichen, bezogen auf die Längsrich-

tung der Rotationsachse 151, auf der gleichen axialen Bauhöhe. Dadurch kann die Vakuumpumpe 111 trotz der Nebeneinlässe kompakt bzw. verhältnismäßig kurz ausgestaltet werden, insbesondere im Vergleich zu einer Anordnung, bei der die Nebeneinlässe versetzt zueinander in Längsrichtung der Rotationsachse 151 angeordnet bzw. ausgebildet sind. Die Nebeneinlässe können dabei in den radial außen liegenden Holweck-Spalt 171 münden, und zwar so, dass an jedem Nebeneinlass ein anderes Druckniveau oder alternativ das gleiche Druckniveau bewirkt werden kann. Alternativ können die Nebeneinlässe in eine der turbomolekularen Pumpstufen oder an einer anderen Stelle in den Pumpkanal münden.

[0054] Die in Fig. 6 in einer rein schematischen Querschnittsdarstellung gezeigte Vakuumpumpe 33 umfasst ein Gehäuse 11, welches in Art des Gehäuses 119 mit dem Unterteil 121, ausgestaltet sein kann, und weist neben dem Haupteinlass 13 noch wenigstens zwei Einlässe 15 auf, wovon in Fig. 6 nur ein Einlass 15 zu sehen ist. Die Einlässe 15 dienen als Nebeneinlässe. An jeden der Einlässe 13, 15 kann ein Auslass eines Rezipients (nicht gezeigt) angeschlossen werden, um den Rezipient über die Pumpe 33 zu evakuieren.

[0055] Ferner ist im Gehäuse 11 wenigstens eine Pumpstufe 17 ausgebildet, bei der es sich zum Beispiel um wenigstens eine turbomolekulare Pumpstufe, eine Holweck-Pumpstufe oder eine Kombination aus turbomolekularen Pumpstufen und nachgeordneten Holweck-Pumpstufen handeln kann. Die Pumpstufe 17 weist einen Rotor 19 auf, vgl. den vorstehend erwähnten Rotor 149, der um eine Dreh- bzw. Rotationsachse 21 gegenüber einem Stator (nicht gezeigt) drehbar ist, um eine Pumpwirkung zu erzeugen. Durch die Pumpwirkung kann Fluid, wie etwa Prozessgas oder Luft, aus dem oder den angeschlossenen Rezipienten durch die Einlässe 13, 15 in die Pumpe gefördert und durch die Pumpe hindurch zu deren Auslass (nicht gezeigt, vgl. den Pumpenauslass 117 in Fig. 1) gepumpt werden. Von dort kann sie zum Beispiel mittels einer Vorvakuumpumpe weitergepumpt werden.

[0056] Bei der Vakuumpumpe 33 der Fig. 6 liegen die wenigstens zwei Einlässe 15 entfernt von dem Haupteinlass 13 und insbesondere in Umlaufrichtung U des Rotors 19 versetzt zueinander am Gehäuse 11. Dabei verläuft zumindest eine Ebene E1 senkrecht zur Drehachse 21 und durch die wenigstens zwei Einlässe 15. In Bezug auf die Drehachse 21 gesehen liegen die beiden Einlässe 15 somit auf der gleichen axialen Bauhöhe der Vakuumpumpe 33, wodurch eine kompakte und kurze Ausgestaltung der Vakuumpumpe 33 möglich ist.

[0057] Wie ferner in Fig. 6 gezeigt ist, verläuft die Ebene E1 nicht durch den Haupteinlass 13. Wenigstens eine andere Ebene E2, die senkrecht zur Drehachse 21 verläuft und in axialer Richtung zur Ebene E1 versetzt ist, schneidet den Haupteinlass 13.

[0058] Die in einer seitlichen Ansicht gezeigte Vakuumpumpe der Fig. 7 umfasst ein Gehäuse 11 mit einem oberen Gehäuseteil 23 und einem unteren Gehäuseteil

25. Im Gehäuseinneren ist die Vakuumpumpe der Fig. 7 wie die Pumpe gemäß Fig. 6 aufgebaut. Ferner kann ein nicht dargestellter Haupteinlass am oberen Gehäuseteil 23 vorgesehen sein, z.B. an der oberen Stirnseite des Gehäuseteils 23, in ähnlicher Weise wie bei der Vakuumpumpe der Fig. 1 bis 5.

[0059] Die Vakuumpumpe der Fig. 7 umfasst zwei Einlässe 15a, 15b, die in Umlaufrichtung U eines Rotors 19 (vgl. Fig. 6) gesehen versetzt zueinander am unteren Gehäuseteil 25 angeordnet sind, wobei die senkrecht zur Drehachse 21 verlaufende Ebene E1 durch die beiden Einlässe 15a, 15b verläuft.

[0060] Wie dargestellt, können die beiden Einlässe 15a, 15b einen kreisförmigen Querschnitt mit einem jeweiligen Mittelpunkt M1 bzw. M2 aufweisen. Die Ebene E1 verläuft durch die beiden Mittelpunkte M1 und M2. Dadurch liegen die Mittelpunkte M1, M2 in Bezug auf die Drehachse 21 auf der gleichen axialen Bauhöhe.

[0061] Alternativ können die Mittelpunkte M1 und M2 in axialer Richtung gesehen einen leichten axialen Versatz aufweisen, der vorzugsweise kleiner ist als die Summe der Radien der Querschnittsflächen. Bei einem derartigen axialen Versatz kann die Ebene E1 nicht durch beide Mittelpunkte M1 und M2 gleichzeitig verlaufen, sehr wohl aber beide Einlässe 15a, 15b schneiden. Die Einlässe 15a, 15b weisen dann leicht unterschiedliche axiale Bauhöhen auf.

[0062] Die Vakuumpumpe der Fig. 8 ist wie die Vakuumpumpe der Fig. 7 aufgebaut. Allerdings liegt bei der Vakuumpumpe der Fig. 8 der Auslass 27 in Umfangsrichtung U gesehen zwischen den beiden Einlässen 15a, 15b. Der Auslass 27 weist eine kreisförmige Auslassöffnung auf, durch deren Mittelpunkt M3 die Ebene E1 verläuft. Gleiches gilt für die Mittelpunkte M1, M2 der Einlassöffnungen der Einlässe 15a, 15b. Der Auslass 27 liegt somit exakt auf der gleichen axialen Bauhöhe wie die beiden Einlässe 15a, 15b.

[0063] Das Vakuumsystem 31 der Fig. 9 umfasst eine Vakuumpumpe 33 wie vorstehend beschrieben wurde und einen Rezipient 35 mit Kammern 37, 39. Die eine Kammer 37 ist an den Haupteinlass 13 der Vakuumpumpe 33 vakuumdicht angeschlossen, während die andere Kammer 39 an den einen Nebeneinlass 15a vakuumdicht angeschlossen ist. An den in Fig. 9 nicht gezeigten, anderen Nebeneinlass 15b ist eine weitere, nicht gezeigte Kammer des Rezipienten 35 vakuumdicht angeschlossen.

[0064] Wie in Fig. 9 gezeigt ist, springt die Kammer 37 in radialer Richtung, bezogen auf die Drehachse 21, gegenüber der Kammer 39 etwas hervor. Um diesen Vorsprung auszugleichen bzw. um sonstige Toleranzen auszugleichen, kann eine dicke Dichtung 41, insbesondere O-Ring-Dichtung, zwischen den Auslass der Kammer 39 und den Einlass 15a eingelegt sein, während eine dünne Dichtung 43, insbesondere O-Ring-Dichtung, zwischen dem Auslass der Kammer 37 und dem Haupteinlass 13 angeordnet ist.

[0065] Die beschriebenen Vakuumpumpen erlauben

eine kompakte Bauweise, da die Nebeneinlässe 15, 15a, 15b zumindest im Wesentlichen auf der gleichen axialen Bauhöhe angeordnet sind. Dabei können die Nebeneinlässe 15, 15a, 15b so mit den Pumpstufen verschaltet sein, dass während des Pumpenbetriebs in den Einlässen unterschiedliche Druckniveaus bewirkt werden.

Bezugszeichenliste

10 **[0066]**

11	Gehäuse
13	Haupteinlass
15	Einlass, Nebeneinlass
15a	Einlass, Nebeneinlass
15b	Einlass, Nebeneinlass
17	Pumpstufe
19	Rotor
21	Drehachse
20 23	oberes Gehäuseteil
25	unteres Gehäuseteil
27	Auslass
31	Vakuumsystem
25 33	Vakuumpumpe
35	Rezipient
37	Kammer
39	Kammer
41	Dichtung
30 43	Dichtung
111	Turbomolekularpumpe
113	Einlassflansch
115	Pumpeneinlass
35 117	Pumpenauslass
119	Gehäuse
121	Unterteil
123	Elektronikgehäuse
125	Elektromotor
40 127	Zubehöranschluss
129	Datenschnittstelle
131	Stromversorgungsanschluss
133	Fluteinlass
135	Sperrgasanschluss
45 137	Motorraum
139	Kühlmittelanschluss
141	Unterseite
143	Schraube
145	Lagerdeckel
50 147	Befestigungsbohrung
148	Kühlmittelleitung
149	Rotor
151	Rotationsachse
153	Rotorwelle
55 155	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
U	Umfangsrichtung
E1	Ebene
E2	Ebene
M1	Mittelpunkt
M2	Mittelpunkt
M3	Mittelpunkt

Patentansprüche

1. Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, umfassend

ein Gehäuse (11, 119, 121) mit wenigstens zwei voneinander getrennten Einlässen (15, 15a, 15b) zum Anschließen wenigstens eines Rezipients (35), und wenigstens eine im Gehäuse (11, 119, 121) angeordnete Pumpstufe (17) zum Fördern von Fluid, insbesondere aus dem wenigstens einen Rezipient (35) abgesaugtes Fluid, in Richtung eines am Gehäuse (11, 119, 121) vorgesehenen Auslasses (27, 117) der Vakuumpumpe,

wobei die Pumpstufe (17) wenigstens einen gegenüber einem Stator um eine Drehachse (21, 151) drehbaren Rotor (19, 149) aufweist, wobei der Stator

und der Rotor (19, 149) derart ausgestaltet sind, dass diese bei sich drehendem Rotor (19, 149) eine Pumpwirkung bewirken, durch welche das Fluid in die Richtung des Auslasses (27, 117) gefördert wird, **dadurchgekennzeichnet**, dass die wenigstens zwei Einlässe (15, 15a, 15b) in Umlaufrichtung (U) des Rotors (19, 149) gesehen versetzt zueinander am Gehäuse (11, 119, 121) angeordnet sind und zumindest eine senkrecht zur Drehachse (21, 151) verlaufende Ebene (E1) durch die wenigstens zwei Einlässe (15, 15a, 15b) verläuft.

2. Vakuumpumpe nach Anspruch 1,

dadurchgekennzeichnet, dass ein Haupteinlass (13, 115) zusätzlich zu den wenigstens zwei Einlässen (15, 15a, 15b) am Gehäuse (11, 119, 121) vorgesehen ist, insbesondere an einem axialen Ende des Gehäuses (11, 119, 121), wobei die Ebene (E1) nicht durch den Haupteinlass (13, 115) verläuft.

3. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2,

dadurchgekennzeichnet, dass jeder der Einlässe (15, 15a, 15b) eine, insbesondere kreisförmige, Einlassöffnung mit einem Mittelpunkt (M1, M2) aufweist, wobei die Ebene (E1) durch die Mittelpunkte (M1, M2) der Einlässe (15, 15a, 15b) verläuft.

4. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2,

dadurchgekennzeichnet, dass jeder der Einlässe (15, 15a, 15b) eine, insbesondere kreisförmige, Einlassöffnung mit einem Mittelpunkt (M1, M2) aufweist, wobei die Ebene (E1) nicht durch den Mittelpunkt (M1, M2) von zumindest einem der Einlässe (15, 15a, 15b) verläuft.

5. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurchgekennzeichnet, dass jeder der Einlässe (15, 15a, 15b) eine, insbesondere kreisförmige, Einlassöffnung aufweist, wobei jede Einlassöffnung (15, 15a, 15b) eine bestimmte Fläche aufweist, und wobei zumindest 25%, bevorzugt 30%, weiter bevorzugt 40%, noch weiter bevorzugt 50% der Flächen der Einlassöffnungen in axialer Richtung gesehen auf derselben axialen Höhe liegen.

6. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurchgekennzeichnet, dass die Einlässe (15, 15a, 15b) derart mit der Pumpstufe (17) verbunden sind, dass an den Einlässen (15, 15a, 15b) unterschiedliche Druckniveaus oder zumindest annähernd die gleichen Druckniveaus erzeugbar sind.

7. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Ebene (E1) durch den Auslass (27, 117) verläuft. 5
8. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
diese wenigstens eine Holweckpumpstufe (163, 165, 167, 169) aufweist, wobei die wenigstens zwei Einlässe (15, 15a, 15b) in die Holweckpumpstufe (163, 165, 167, 169) münden. 10
9. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
diese wenigstens eine turbomolekularpumpe Pumpstufe (155, 157) aufweist, wobei die wenigstens zwei Einlässe (15, 15a, 15b) in die turbomolekularpumpe Pumpstufe (155, 157) münden. 15 20
10. Rezipient (35) zum Anschließen an eine Vakuumpumpe (33) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Rezipient (35) wenigstens zwei Auslässe aufweist, welche zum Anschließen an die wenigstens zwei Einlässe (15, 15a, 15b) der Vakuumpumpe (33) ausgebildet und am Gehäuse des Rezipienten (35) angeordnet sind. 25 30
11. Vakuumsystem (31) umfassend wenigstens eine Vakuumpumpe (33) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 und wenigstens einen an die Vakuumpumpe (33) angeschlossenen Rezipient (35) nach Anspruch 10, wobei zur Abdichtung der Vakuumverbindungen zwischen den Auslässen des Rezipienten (33) und den Einlässen (13, 15, 15a, 15b) der Vakuumpumpe (33) Vakuumdichtungen (41, 43), insbesondere O-Ring-Dichtungen, vorgesehen werden, welche bevorzugt unterschiedliche Dicken aufweisen. 35 40 45

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

1. Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, umfassend 50
- ein Gehäuse (11, 119, 121) mit wenigstens zwei voneinander getrennten Einlässen (15, 15a, 15b) zum Anschließen wenigstens eines Rezipienten (35), und 55
- wenigstens eine im Gehäuse (11, 119, 121) angeordnete Pumpstufe (17) zum Fördern von Fluid, insbesondere aus dem wenigstens einen Re-

zipient (35) abgesaugtes Fluid, in Richtung eines am Gehäuse (11, 119, 121) vorgesehenen Auslasses (27, 117) der Vakuumpumpe, wobei die Pumpstufe (17) wenigstens einen gegenüber einem Stator um eine Drehachse (21, 151) drehbaren Rotor (19, 149) aufweist, wobei der Stator und der Rotor (19, 149) derart ausgestaltet sind, dass diese bei sich drehendem Rotor (19, 149) eine Pumpwirkung bewirken, durch welche das Fluid in die Richtung des Auslasses (27, 117) gefördert wird,

wobei die wenigstens zwei Einlässe (15, 15a, 15b) in Umlaufrichtung (U) des Rotors (19, 149) gesehen versetzt zueinander am Gehäuse (11, 119, 121) angeordnet sind und zumindest eine senkrecht zur Drehachse (21, 151) verlaufende Ebene (E1) durch die wenigstens zwei Einlässe (15, 15a, 15b) verläuft **dadurch gekennzeichnet**, dass
die Ebene (E1) durch den Auslass (27, 117) verläuft.

2. Vakuumpumpe nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Haupteinlass (13, 115) zusätzlich zu den wenigstens zwei Einlässen (15, 15a, 15b) am Gehäuse (11, 119, 121) vorgesehen ist, insbesondere an einem axialen Ende des Gehäuses (11, 119, 121), wobei die Ebene (E1) nicht durch den Haupteinlass (13, 115) verläuft.
3. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
jeder der Einlässe (15, 15a, 15b) eine, insbesondere kreisförmige, Einlassöffnung mit einem Mittelpunkt (M1, M2) aufweist, wobei die Ebene (E1) durch die Mittelpunkte (M1, M2) der Einlässe (15, 15a, 15b) verläuft.
4. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
jeder der Einlässe (15, 15a, 15b) eine, insbesondere kreisförmige, Einlassöffnung mit einem Mittelpunkt (M1, M2) aufweist, wobei die Ebene (E1) nicht durch den Mittelpunkt (M1, M2) von zumindest einem der Einlässe (15, 15a, 15b) verläuft.
5. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
jeder der Einlässe (15, 15a, 15b) eine, insbesondere kreisförmige, Einlassöffnung aufweist, wobei jede Einlassöffnung (15, 15a, 15b) eine bestimmte Fläche aufweist, und wobei zumindest 25%, bevorzugt 30%, weiter bevorzugt 40%, noch weiter bevorzugt 50% der Flächen der Einlassöffnungen in axialer Richtung gesehen auf derselben axialen Höhe liegen.

6. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Einlässe (15, 15a, 15b) derart mit der Pumpstufe (17) verbunden sind, dass an den Einlässen (15, 15a, 15b) unterschiedliche Druckniveaus oder zumindest annähernd die gleichen Druckniveaus erzeugbar sind. 5
7. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 diese wenigstens eine Holweckpumpstufe (163, 165, 167, 169) aufweist, wobei die wenigstens zwei Einlässe (15, 15a, 15b) in die Holweckpumpstufe (163, 165, 167, 169) münden. 10 15
8. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 diese wenigstens eine turbomolekularpumpe Pumpstufe (155, 157) aufweist, wobei die wenigstens zwei Einlässe (15, 15a, 15b) in die turbomolekularpumpe Pumpstufe (155, 157) münden. 20 25
9. Rezipient (35) zum Anschließen an eine Vakuumpumpe (33) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 der Rezipient (35) wenigstens zwei Auslässe aufweist, welche zum Anschließen an die wenigstens zwei Einlässe (15, 15a, 15b) der Vakuumpumpe (33) ausgebildet und am Gehäuse des Rezipienten (35) angeordnet sind. 30 35
10. Vakuumsystem (31) umfassend wenigstens eine Vakuumpumpe (33) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 und wenigstens einen an die Vakuumpumpe (33) angeschlossenen Rezipient (35) nach Anspruch 9, wobei zur Abdichtung der Vakuumverbindungen zwischen den Auslässen des Rezipienten (33) und den Einlässen (13, 15, 15a, 15b) der Vakuumpumpe (33) Vakuumdichtungen (41, 43), insbesondere O-Ring-Dichtungen, vorgesehen werden, welche bevorzugt unterschiedliche Dicken aufweisen. 40 45

50

55

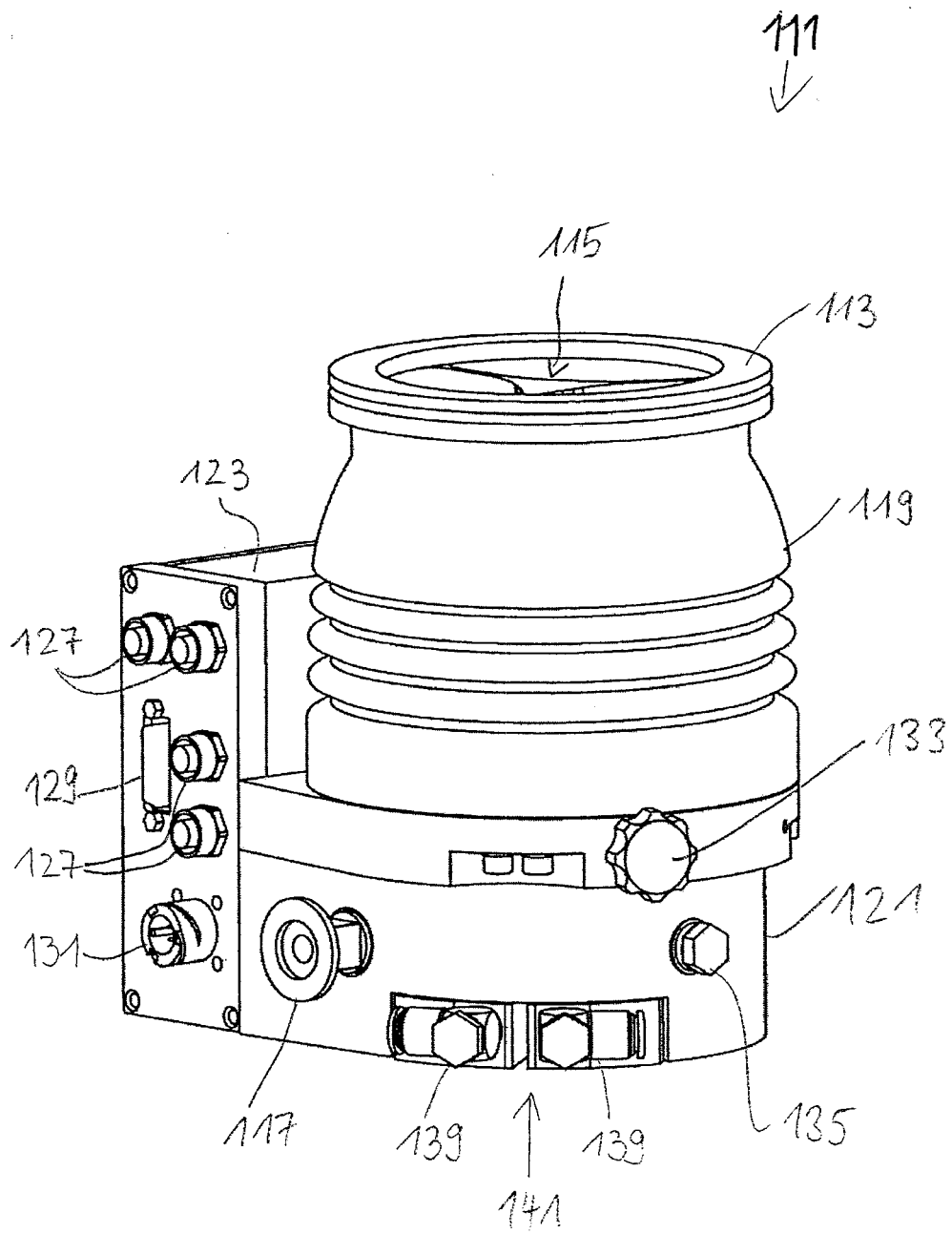


Fig. 1

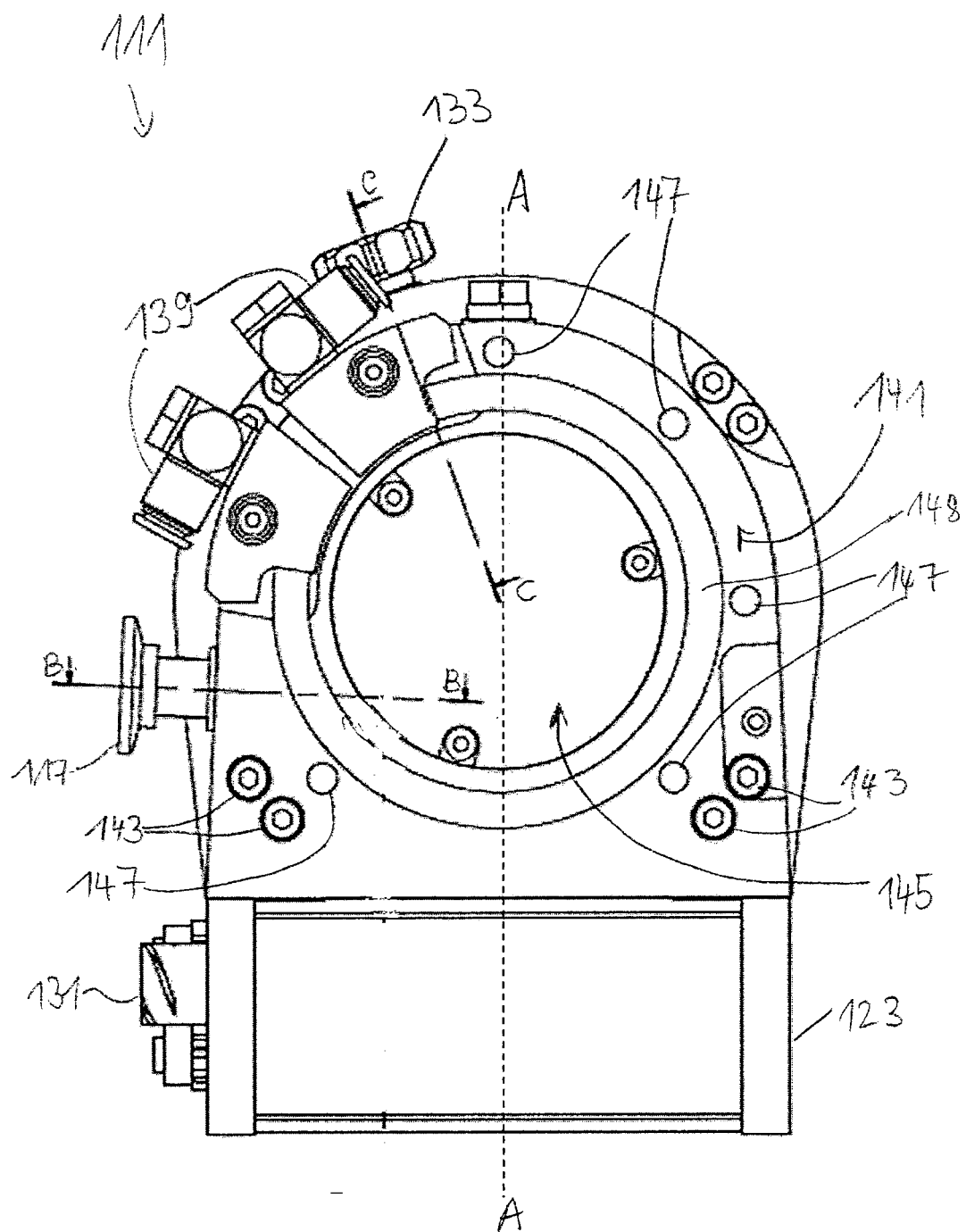


Fig. 2

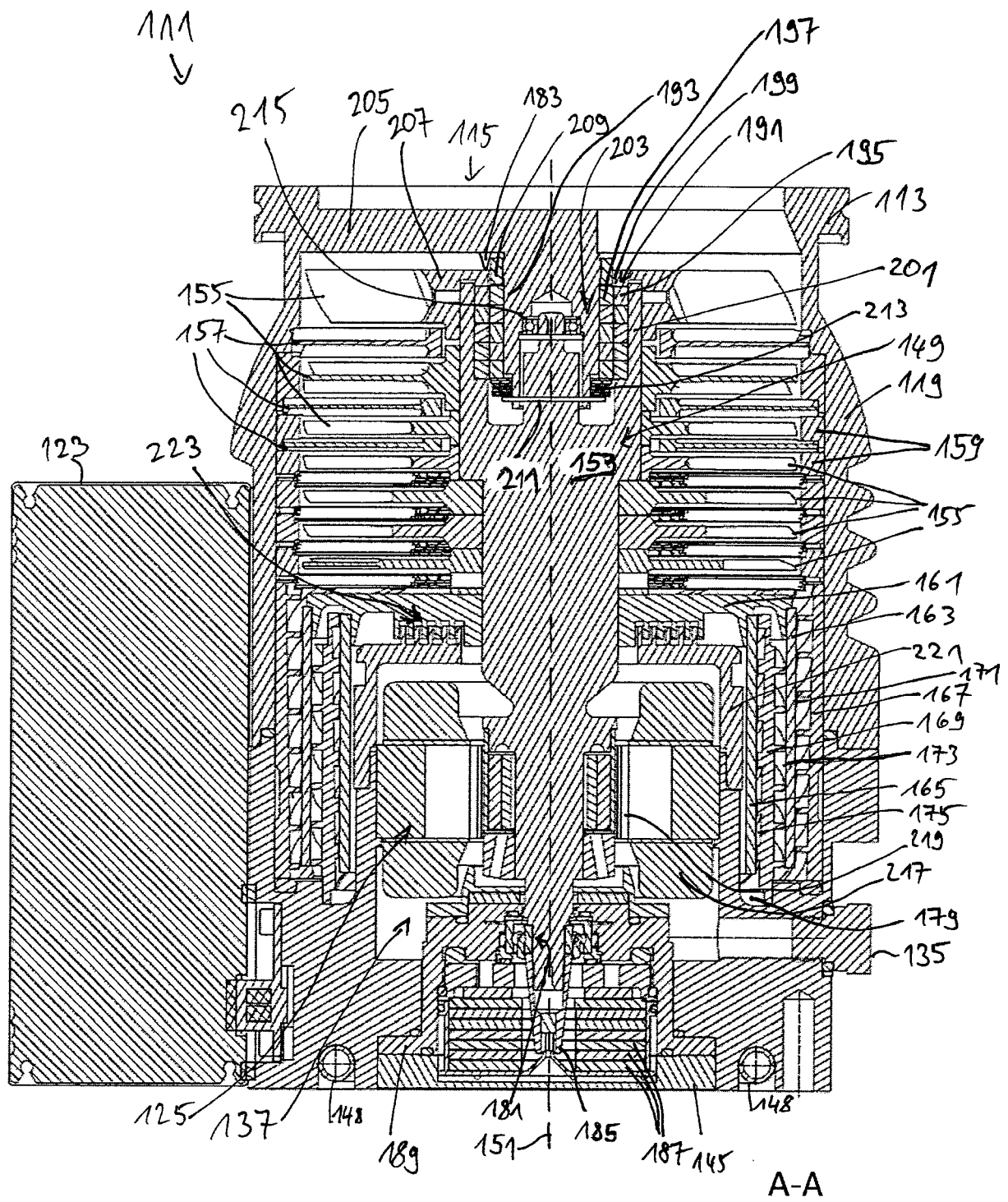


Fig. 3

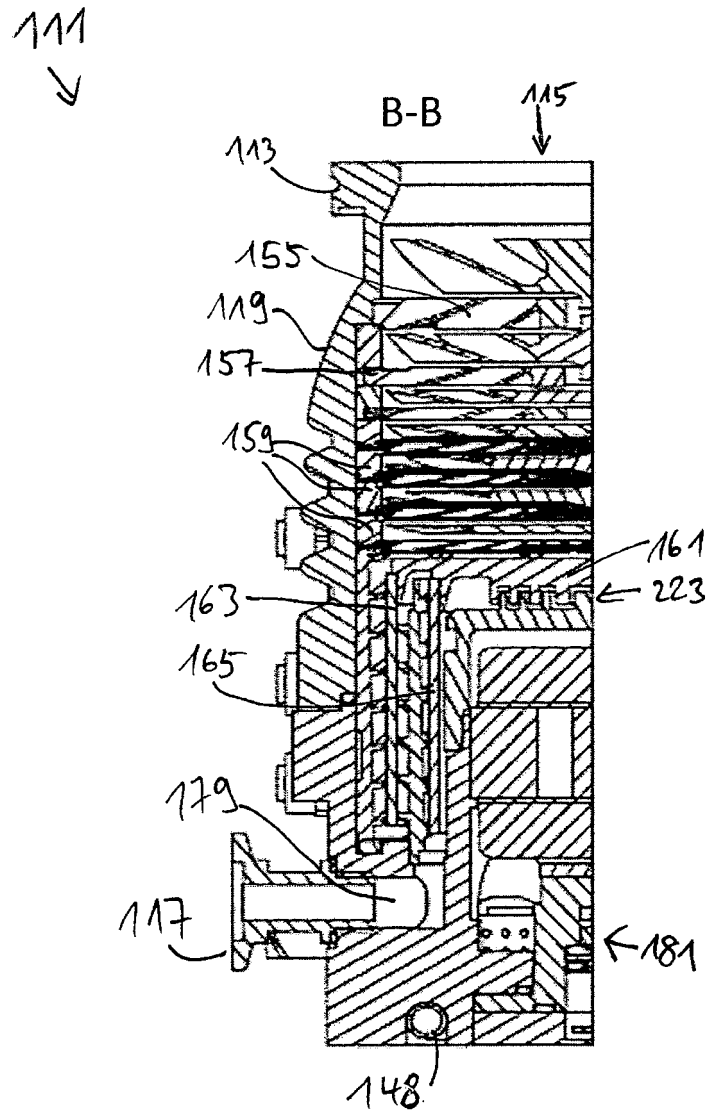


Fig. 4

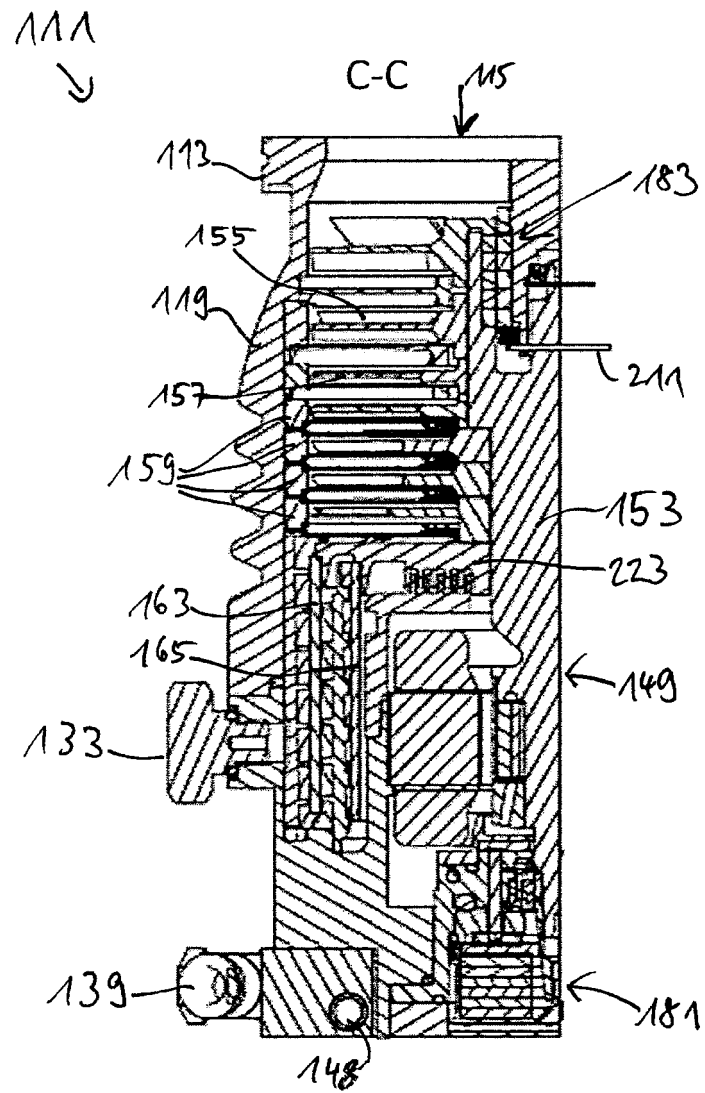
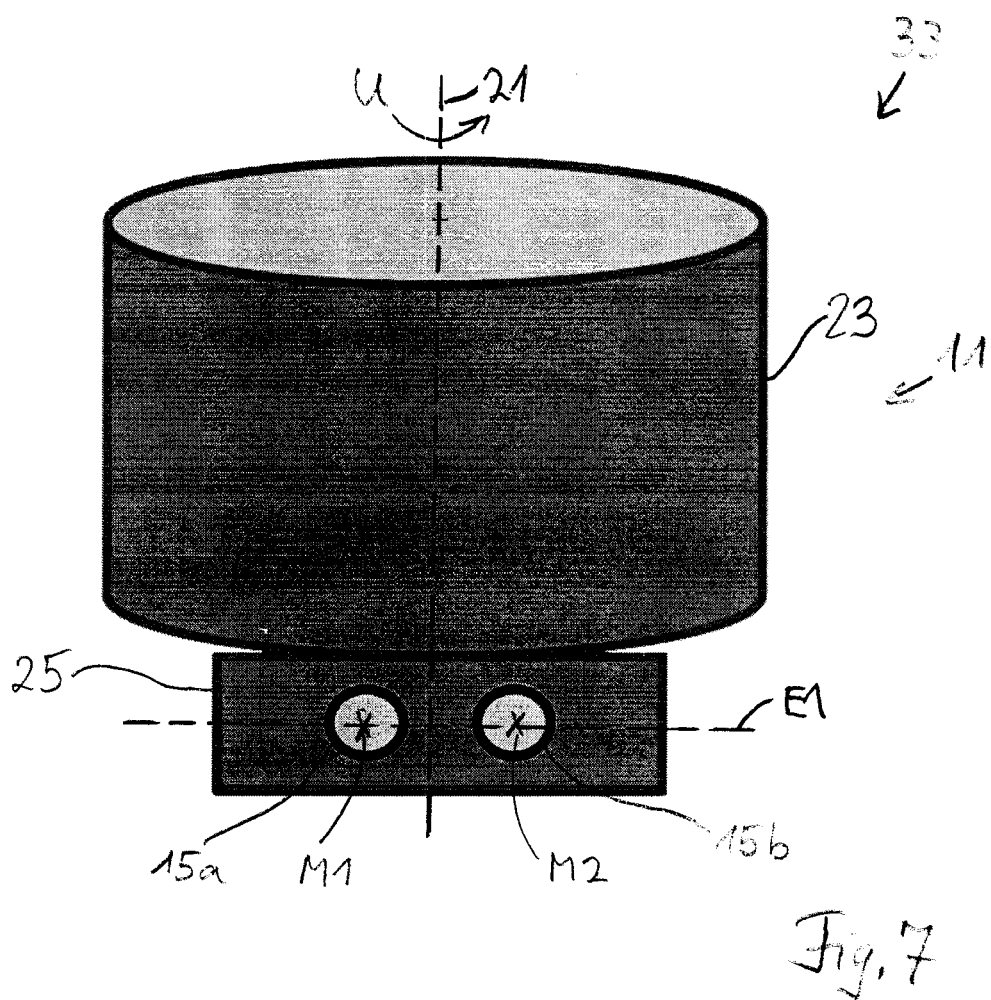
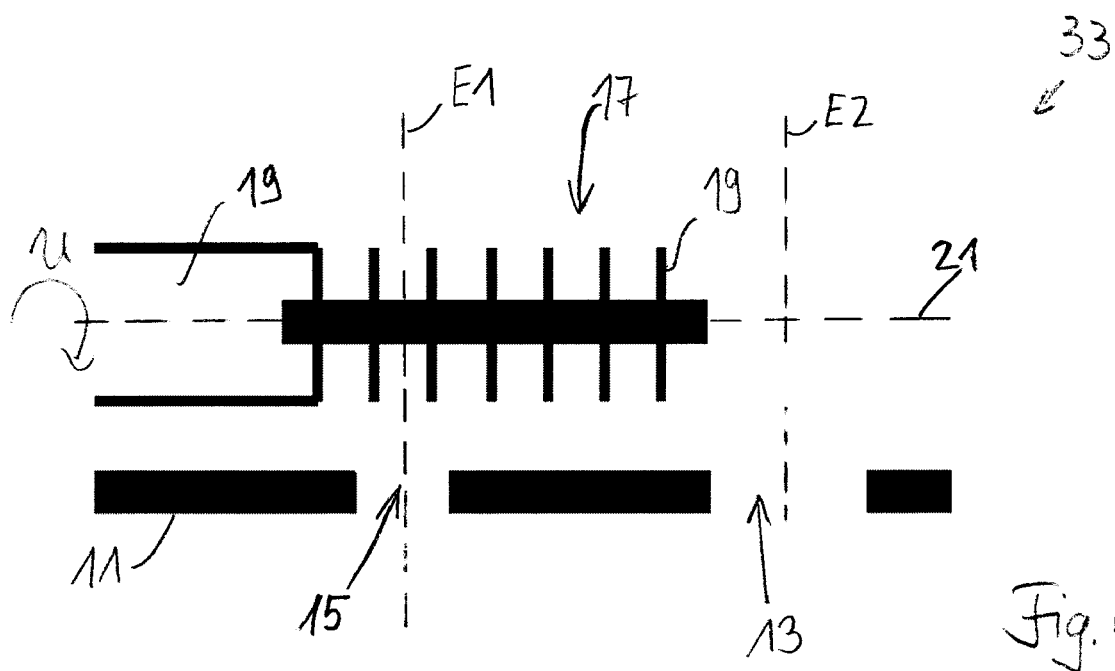
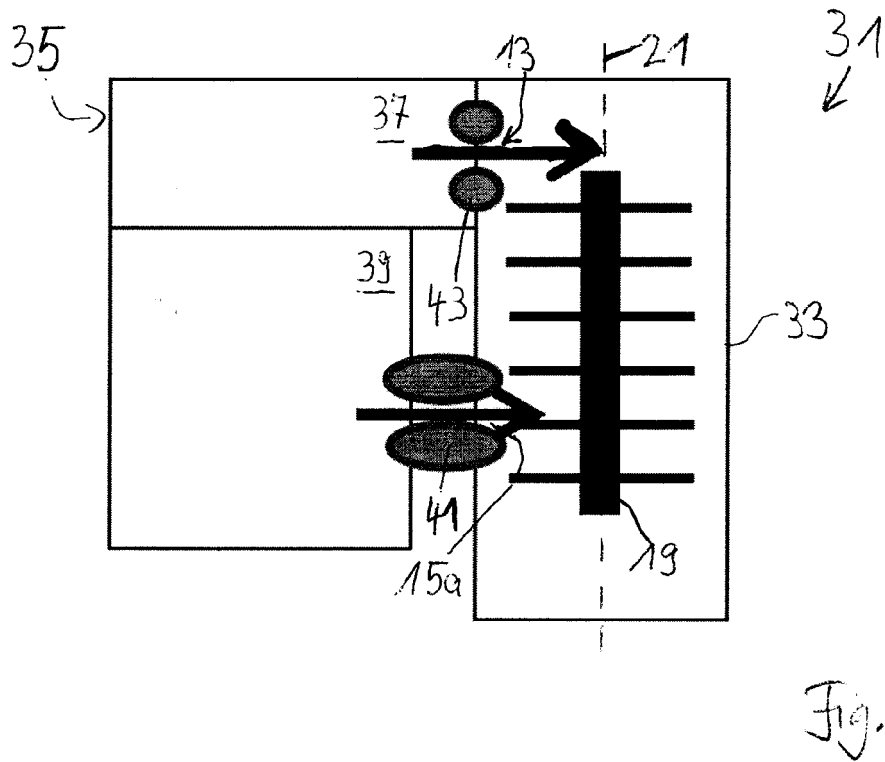
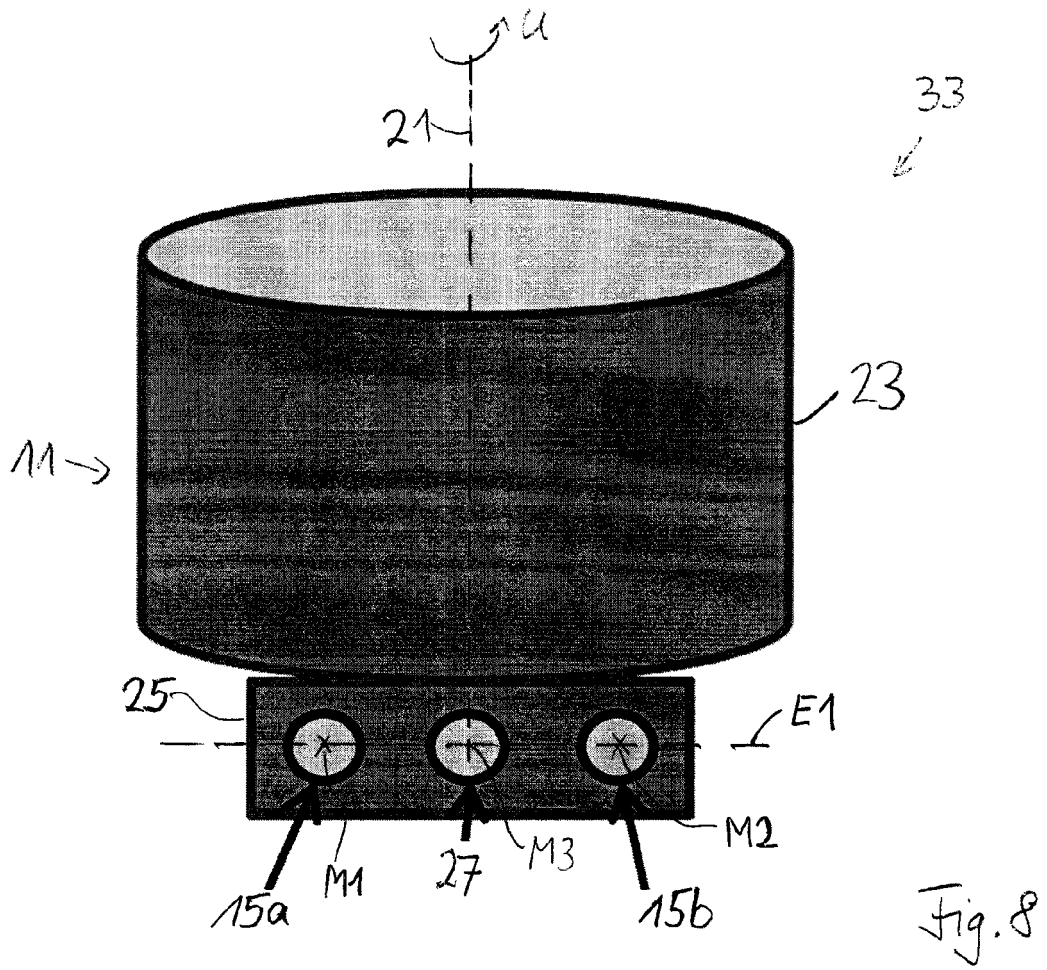


Fig. 5







EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 20 0272

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	WO 2004/068099 A1 (INFICON GMBH [DE]; BOEHM THOMAS [DE]) 12. August 2004 (2004-08-12) * Seite 3, zweiter Absatz - Seite 4, erster Absatz * * Seite 4, letzter Absatz - Seite 5, erster Absatz * * Seite 7, dritter Absatz - Seite 8, erster Absatz * * Abbildung 1 *	1-6,8-11	INV. F04D19/04 F04D29/52
X	EP 2 975 268 A2 (PFEIFFER VACUUM GMBH [DE]) 20. Januar 2016 (2016-01-20) * Absätze [0042] - [0045], [0055] - [0059], [0074], [0075] * * Abbildungen 1,2,10 *	10 1	
X	DE 20 2013 010204 U1 (OERLIKON LEYBOLD VACUUM GMBH [DE]) 13. Februar 2015 (2015-02-13) * Absätze [0016] - [0018], [0020] * * Abbildungen 1,2 *	1-3,5,6,8,10,11	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F04D
X	EP 1 626 179 A2 (PFEIFFER VACUUM GMBH [DE]) 15. Februar 2006 (2006-02-15) * Absätze [0006], [0010] * * Abbildungen 1,2c,3 *	1,3,5,6,9-11	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 19. Mai 2017	Prüfer Gombert, Ralf
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 16 20 0272

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.

19-05-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2004068099 A1	12-08-2004	CN 1742195 A	01-03-2006
		DE 10302987 A1	05-08-2004
		EP 1585951 A1	19-10-2005
		JP 4348365 B2	21-10-2009
		JP 2006517291 A	20-07-2006
		US 2006034702 A1	16-02-2006
		WO 2004068099 A1	12-08-2004

EP 2975268 A2	20-01-2016	DE 102014110078 A1	21-01-2016
		EP 2975268 A2	20-01-2016
		JP 6120915 B2	26-04-2017
		JP 2016023805 A	08-02-2016

DE 202013010204 U1	13-02-2015	KEINE	

EP 1626179 A2	15-02-2006	DE 102004038677 A1	23-02-2006
		EP 1626179 A2	15-02-2006
		JP 5189729 B2	24-04-2013
		JP 2006052728 A	23-02-2006

EPO FORM P0461

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