



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.01.2021 Patentblatt 2021/03

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

(21) Anmeldenummer: **19186280.4**

(22) Anmeldetag: **15.07.2019**

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

• **Mädler, Matthias**
35759 Driedorf (DE)

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

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

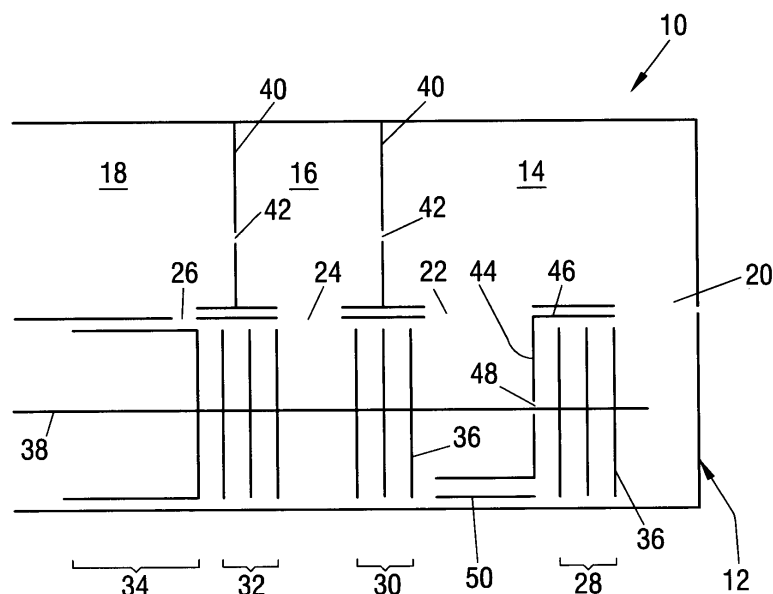
(72) Erfinder:
• **Schweighöfer, Michael**
35641 Schöffengrund (DE)

(54) **VAKUUMSYSTEM**

(57) Die Erfindung betrifft ein Vakuumsystem, umfassend eine Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, und wenigstens eine Vakuumkammer, wobei die Vakuumpumpe umfasst: wenigstens einen ersten und einen zweiten Einlass und einen gemeinsamen Auslass; wenigstens eine erste und eine zweite Pumpstufe, welche jeweils zumindest ein Rotorelement aufweisen, das auf einem gemeinsamen Rotor angeordnet ist, wobei

der erste Einlass mit einem stromaufwärtsseitigen Ende der ersten Pumpstufe und der zweite Einlass mit einem stromaufwärtsseitigen Ende der zweiten Pumpstufe verbunden ist; wobei das stromabwärtsseitige Ende der ersten Pumpstufe mit dem stromaufwärtsseitigen Ende der zweiten Pumpstufe unter Umgehung des zweiten Einlasses verbunden ist; wobei der erste Einlass und der zweite Einlass mit derselben Vakuumkammer verbunden sind.

Fig.6



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Vakuumsystem, umfassend eine Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, und wenigstens eine Vakuumkammer, wobei die Vakuumpumpe umfasst: wenigstens einen ersten und einen zweiten Einlass und einen gemeinsamen Auslass; wenigstens eine erste und eine zweite Pumpstufe, welche jeweils zumindest ein Rotorelement aufweisen, das auf einem gemeinsamen Rotor angeordnet ist, wobei der erste Einlass mit einem stromaufwärtsseitigen Ende der ersten Pumpstufe und der zweite Einlass mit einem stromaufwärtsseitigen Ende der zweiten Pumpstufe verbunden ist; wobei das stromabwärtsseitige Ende der ersten Pumpstufe mit dem stromaufwärtsseitigen Ende der zweiten Pumpstufe unter Umgehung des zweiten Einlasses verbunden ist.

[0002] In einer beispielhaften Vakuumanwendung ist eine Vakuumkammer mit besonders hohem Saugvermögen zu evakuieren. Der verfügbare Einbauraum für eine hierzu verwendete Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, ist sehr begrenzt. Insbesondere ist der Einbauraum in einer Richtung radial in Bezug auf eine Rotorachse begrenzt. Grundsätzlich sollen die Einbaumaße der Pumpe möglichst kompakt sein, wobei die axiale Länge relativ zum Rotordurchmesser weniger stark begrenzt sein kann, insbesondere sogar größer sein kann, da die Einbauten in bestimmten Anwendungen, wie z.B. Massenspektrometrie, auch eine gewisse Einbaulänge aufweisen.

[0003] Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, für eine Vakuumkammer ein besonders großes Saugvermögen, insbesondere bei gleichzeitig begrenztem Bauraum für die Vakuumpumpe, zur Verfügung zu stellen.

[0004] Diese Aufgabe wird durch ein Vakuumsystem nach Anspruch 1 gelöst, und insbesondere dadurch, dass der erste Einlass und der zweite Einlass mit derselben Vakuumkammer verbunden sind.

[0005] Dies führt zu einer deutlichen Erhöhung des Saugvermögens und somit zu einem besonders niedrigen Druck in der Kammer. Diese Erhöhung des Saugvermögens kann aber im Wesentlichen ohne Notwendigkeit einer Erhöhung des Rotordurchmessers und einer Erhöhung der Rotorgeschwindigkeit erreicht werden. Exemplarische Berechnungen legen eine Erhöhung des Saugvermögens bei konstantem Rotordurchmesser und konstanter Rotorgeschwindigkeit von bis zu 50% oder sogar bis zu 80% nahe.

[0006] Es ist möglicherweise in diesem Kontext vorteilhaft oder für bestimmte Konstruktionen nötig, die Rotorlänge im Vergleich zu einer bekannten Konstruktion zu vergrößern, beispielsweise um ein Lenkelement, eine zusätzliche Pumpstufe und/oder einen zusätzlichen Einlass vorzusehen. Der Bauraum in axialer Länge ist aber in einigen Anwendungen weniger kritisch als der Pumpen- bzw. Rotordurchmesser. Außerdem hat eine Veränderung, insbesondere Erhöhung, der Rotorlänge nur einen geringeren Einfluss auf das dynamische Verhalten

des Rotors als eine Veränderung des Durchmessers, was vornehmlich auf die hohen Drehzahlen von Vakuumpumpen, insbesondere Turbomolekularpumpen, zurückzuführen ist. Da bei der erfindungsgemäßen Saugvermögenssteigerung aber insbesondere Rotordurchmesser und Rotorgeschwindigkeit weitgehend beibehalten werden können, verändern sich die dynamischen Eigenschaften des Rotors ebenfalls nur in geringem Umfang, sodass bestenfalls auch Lagerungskonzepte und Bauteile von bekannten Konstruktionen Verwendung finden können bzw. sodass allgemein relativ geringe oder gut beherrschbare Anforderungen an die Lagerung gestellt sind. Somit können auch die Kosten in Grenzen gehalten werden.

[0007] Im Allgemeinen bietet also die Erfindung ein besonders gutes Saugvermögen für die Vakuumkammer mit einfachen Mitteln, und zwar insbesondere ohne oder im Wesentlichen ohne solche Nachteile, wie sie mit üblichen Ansätzen zur Saugvermögenssteigerung einhergehen.

[0008] Die vorstehend genannten Vorteile werden insbesondere dadurch erreicht, dass sich die Volumenströme von der ersten Pumpstufe und vom zweiten Einlass im Wesentlichen erst im Bereich der zweiten Pumpstufe, insbesondere eines stromaufwärtsseitigen Rotorelements, vereinen. Insbesondere ist das von der ersten Pumpstufe kommende Gas unmittelbar auf die zweite Pumpstufe unter Umgehung des zweiten Einlasses geführt.

[0009] Erfindungsgemäß sind sowohl der erste Einlass als auch der zweite Einlass mit ein und derselben Kammer verbunden, d.h. zwischen dem ersten Einlass und dem zweiten Einlass dürfen kammerseitig keine Strukturen vorgesehen sein, die dazu führen, dass die am jeweiligen Einlass angeschlossenen Bereiche als getrennte Kammern zu betrachten sind. Insbesondere sollten die Einlässe kammerseitig nicht durch Strukturen mit geringem Leitwert getrennt sein, wie etwa durch eine Wand, auch wenn diese eine kleine Öffnung oder Blende aufweist.

[0010] Eine bevorzugte Anwendung der Erfindung ist ein Massenspektrometriesystem. Ein solches weist für gewöhnlich mehrere Vakuumkammern auf, wobei eine erste Vakuumkammer eine kleine Fluidverbindung zu einer benachbarten, zweiten Kammer über eine Blende aufweist. Allerdings sind die absoluten Drücke in den Kammern unterschiedlich, und zwar unter anderem aufgrund der grundsätzlich kleinen Blende. Sie erlaubt es, den Druckunterschied aufrecht zu erhalten, der durch eine oder mehrere Vakuumpumpen und/oder Pumpstufen aufgebaut wird. Getrennte Kammern liegen also auch insbesondere dann vor, wenn zwar eine Fluidverbindung besteht, diese aber einen geringen Leitwert aufweist bzw. das Saugvermögen klein im Verhältnis zum Leitwert ist. Eine einzige Kammer zeichnet sich im Rahmen der Erfindung hingegen insbesondere durch einen im Wesentlichen homogenen Druck und/oder durch einen hohen kammerseitigen Leitwert zwischen dem ersten und

dem zweiten Einlass aus.

[0011] Bevorzugt ist in der Kammer zwischen dem ersten Einlass und dem zweiten Einlass ein Leitwert L definiert, wobei das Saugvermögen an beiden Einlässen zusammen ein Gesamtsaugvermögen S ist, wobei ein Verhältnis $S/L < 300$, insbesondere < 100 , insbesondere < 50 , insbesondere < 10 , ist. Diese Werte beziehen sich insbesondere auf die Gasart Stickstoff bei Raumtemperatur.

[0012] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung kann ein Lenk- oder Leitelement zum Verhindern eines Gasflusses von einem stromabwärtsseitigen Ende der ersten Pumpstufe hin zu dem zweiten Einlass vorgesehen sein, wobei sich im Folgenden vereinfacht nur auf das Lenkelement bezogen wird, das Leitelement aber auch gemeint sein kann. Ein solches kann beispielsweise als Wand und/oder Platte zwischen dem stromabwärtsseitigen Ende der ersten Pumpstufe und dem zweiten Einlass ausgebildet sein. Bevorzugt erstreckt sich das Lenkelement senkrecht zur Rotorachse. Das Lenkelement bewirkt aber nicht notwendigerweise eine perfekte Abdichtung. Vielmehr muss das Lenkmittel einen Gasstrom vom stromabwärtsseitigen Ende der ersten Pumpstufe hin zu dem zweiten Einlass zumindest im Wesentlichen ver- oder behindern. Das Lenkelement kann beispielsweise als Umlenkelement ausgebildet sein, muss aber grundsätzlich dem Gas nicht notwendigerweise eine andere Richtung geben. Vielmehr ist wesentlich, dass der Gasfluss zum zweiten Einlass hin vermieden oder zumindest behindert wird. In bestimmten Ausführungsformen kann auch eine Wand eines Kanals das Lenkelement bilden oder mit diesem verbunden sein.

[0013] Das Lenkelement kann beispielsweise als statisches Element ausgebildet sein und/oder an einem Gehäuse der Vakuumpumpe befestigt sein. In einem solchen Fall kann beispielsweise ein Spalt zwischen dem Umlenkmittel und dem Rotor vorgesehen sein, insbesondere um eine Rotorauslenkung im Betrieb zu berücksichtigen. Ein solcher Spalt ermöglicht natürlich einen kleinen Leckagestrom. Dennoch behält das Umlenkmittel im Wesentlichen seine Funktion, da der Spalt insbesondere klein im Verhältnis zum Saugvermögen gehalten werden kann.

[0014] Das stromabwärtsseitige Ende der ersten Pumpstufe kann mit dem stromaufwärtsseitigen Ende der zweiten Pumpstufe beispielsweise durch einen Kanal verbunden sein. Der Kanal definiert einen Strömungspfad für das Gas, nämlich insbesondere nicht zum Einlass hin, sondern hin zu dem stromaufwärtsseitigen Ende der zweiten Pumpstufe. Der Kanal kann beispielsweise Teil eines Lenkelements oder hiermit, insbesondere einstückig, verbunden sein. Insbesondere ist ein Auslassen des Kanals, insbesondere axial und/oder unmittelbar, auf ein stromaufwärtsseitiges Ende der zweiten Pumpstufe, insbesondere eine Turborotorscheibe der zweiten Pumpstufe gerichtet. Allgemein ist das stromabwärtsseitige Ende der ersten Pumpstufe bevorzugt unmittelbar mit dem stromaufwärtsseitigen Ende der zweiten Pump-

stufe unter Umgehung des zweiten Einlasses verbunden

[0015] Gemäß einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Kanal in Bezug auf den Rotor exzentrisch angeordnet ist. Hierdurch wird das Gas aus dem Kanal vorteilhaft abgepumpt. Insbesondere wenn die zweite Pumpstufe wenigstens eine Turborotorscheibe aufweist, ist dieser Ansatz vorteilhaft, da die jeweiligen Rotorscheaufeln exzentrisch bzw. radial außen eine größere Geschwindigkeit aufweisen als innen und somit das Gas außen bzw. exzentrisch besonders gut abgepumpt wird. Der Kanal kann so angeordnet sein, dass der Rotor außerhalb des Kanals angeordnet ist. Eine exzentrische Anordnung des Kanals schließt aber nicht aus, dass der Rotor durch den Kanal hindurch verläuft, die Drehachse des Rotors und die Längs- oder Mittelachse des Kanals aber eben nicht zusammenfallen.

[0016] Der Kanal kann alternativ oder zusätzlich auch in Bezug auf den Rotor konzentrisch angeordnet sein und/oder den Rotor umgeben. Hierdurch ergibt sich insbesondere eine besonders einfache Konstruktion.

[0017] Grundsätzlich können auch mehrere Kanäle und z.B. ein konzentrischer und ein exzentrischer Kanal vorgesehen sein.

[0018] Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel ist der Kanal dem zweiten Einlass in Bezug auf den Rotor gegenüberliegend angeordnet. Hierdurch wird ein großer Abstand zwischen Kanal, insbesondere Kanalauslass, und zweitem Einlass erreicht, wodurch auf einfache Weise die Wahrscheinlichkeit eines Entweichens der Gasmoleküle aus dem Kanal durch den zweiten Einlass verringert, also die Pumpwirkung verbessert wird.

[0019] Bei einer weiteren Ausführungsform umfasst die Pumpe ein Gehäuse, welches einen Pumpraum definiert, in dem die Rotorelemente der Pumpstufen angeordnet sind, wobei der Kanal im Pumpraum angeordnet ist. Hierdurch kann eine besonders platzsparende, insbesondere in radialer Richtung kleine, Konstruktion erreicht werden. Der Pumpraum ist bevorzugt zylindrisch. Insbesondere kann der Kanal innerhalb einer Einhüllenden der Pumpstufen angeordnet sein.

[0020] Alternativ oder zusätzlich kann der Kanal beispielsweise auch zumindest bereichsweise außerhalb des Pumpraums angeordnet sein. So kann der Kanal beispielsweise zumindest teilweise in einem Gehäusekörper, in einem separaten starren Block und/oder einem Schlauch oder Rohr ausgebildet sein. Grundsätzlich können auch mehrere Kanäle und/oder Leitelemente vorgesehen sein, die beispielsweise auch unterschiedlich ausgebildet sein können. Dies kann je nach Fertigungsverfahren oder Anordnung der Einlässe vorteilhaft sein.

[0021] Bei einer Ausführungsform weist die zweite Pumpstufe an ihrem stromaufwärtsseitigen Ende eine Turborotorscheibe auf, die einen ersten, stromaufwärts angeordneten Axialabschnitt und einen zweiten, stromabwärts des ersten Axialabschnitts angeordneten zweiten Axialabschnitt aufweist, wobei die Rotorscheibe im ersten Axialabschnitt einen kleineren pumpaktiven Querschnitt aufweist als im zweiten Axialabschnitt, wobei das

stromabwärtsseitige Ende der ersten Pumpstufe unter zumindest bereichsweiser Umgehung des ersten Axialabschnitts, insbesondere durch einen Kanal, mit dem zweiten Axialabschnitt verbunden ist. Hierdurch wird besonders wirksam verhindert, dass Teilchen vom stromabwärtsseitigen Ende der ersten Pumpstufe und/oder von einem Kanalauslass zum zweiten Einlass gelangen. Denn die Teilchen, die von der ersten Pumpstufe, insbesondere aus dem Kanal, kommen und radial ausströmen oder innerhalb der zweiten Pumpstufe zurückströmen, können großenteils wieder einen Bewegungsimpuls in Pumprichtung erfahren und so mit höherer Wahrscheinlichkeit abgepumpt werden. Die Pumpwirkung wird also weiter verbessert.

[0022] Es kann beispielsweise auch vorgesehen sein, dass die zweite Pumpstufe wenigstens zwei Turborotorscheiben aufweist, wobei eine stromaufwärts angeordnete erste Rotorscheibe einen kleineren pumpaktiven Durchmesser aufweist als eine stromabwärts der ersten Rotorscheibe angeordnete, zweite Rotorscheibe, wobei das stromabwärtsseitige Ende der ersten Pumpstufe unter zumindest bereichsweiser Umgehung der ersten Rotorscheibe mit der zweiten Rotorscheibe verbunden ist. Hierdurch wird ebenfalls besonders wirksam verhindert, dass Teilchen vom stromabwärtsseitigen Ende der ersten Pumpstufe und/oder von einem Kanalauslass zum zweiten Einlass gelangen, wodurch die Pumpwirkung weiter verbessert wird.

[0023] Die zweite Pumpstufe kann beispielsweise einen größeren Rotordurchmesser aufweisen als die erste Pumpstufe bzw. umgekehrt kann die erste Pumpstufe einen kleineren Rotordurchmesser aufweisen als die zweite Pumpstufe. Hierdurch kann das Saugvermögen der zweiten Pumpstufe vorteilhaft auf den zweiten Einlass einerseits und das von der ersten Pumpstufe kommende Gas andererseits eingestellt werden, sodass insgesamt ein vorteilhaft hohes Saugvermögen erreicht werden kann. Beispielsweise für den Fall, dass noch weitere Pumpstufen vorgesehen sind, kann beispielsweise die erste Pumpstufe einen kleineren Rotordurchmesser aufweisen als alle anderen Pumpstufen und/oder kann die zweite Pumpstufe einen größeren Rotordurchmesser aufweisen als alle anderen Pumpstufen.

[0024] Eine zweite Pumpstufe mit größerem Rotordurchmesser kann sich insbesondere als vorteilhaft erweisen, wenn der erste und zweite Einlass axial zur Rotorachse angeordnet sind. Hierdurch kann eine weitere Saugvermögenssteigerung erreicht werden. Aber auch bei zwei radialen Einlässen kann mit einer größeren zweiten Pumpstufe der zweite Einlass weiter im Saugvermögen verbessert werden.

[0025] Alle Einlässe, insbesondere der erste und/oder der zweite Einlass, können grundsätzlich beispielsweise als radialer und/oder axialer Einlass ausgebildet sein. Vorteilhaft kann es beispielsweise sein, dass der erste und der zweite Einlass als radialer Einlass ausgebildet sind. Alternativ kann wenigstens einer der beiden als axialer Einlass ausgebildet sein. Insbesondere bei der axi-

alen Anordnung können bessere Leitwerte bzw. ein verbessertes Saugvermögen erreicht werden.

[0026] Insbesondere vorteilhaft ist eine, insbesondere vollständig, umschließende Anordnung des zweiten Einlasses um den ersten Einlass. Aber auch mit zwei radialen Einlässen können bereits vorteilhafte Saugvermögenssteigerungen erreicht werden. Allgemein kann der zweite Einlass beispielsweise ein axialer Einlass sein und radial jenseits der ersten Pumpstufe, d.h. radial außerhalb der ersten Pumpstufe, angeordnet sein. Hierdurch wird ein besonders guter Leitwert erreicht.

[0027] Grundsätzlich kann ein Einlass auch mehrere Einlassöffnungen aufweisen. Besonders bei der axialen Anordnung können hierdurch ein besserer Leitwert und ein besseres Saugvermögen realisiert werden

[0028] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform sind in der ersten und/oder zweiten Pumpstufe ein erstes Rotorelement und ein stromabwärts des ersten angeordnetes, benachbartes, zweites Rotorelement vorgesehen, wobei das zweite Rotorelement ein kleineres Saugvermögen als das erste Rotorelement aufweist und/oder wobei das zweite Rotorelement eine größere Kompression als das erste Rotorelement aufweist. Hierdurch kann das Gesamtsaugvermögen weiter verbessert werden.

[0029] Grundsätzlich kann die zweite Pumpstufe anders aufgebaut sein als die erste.

[0030] Gemäß einer Weiterbildung weist die zweite Pumpstufe stromaufwärtsseitig wenigstens zwei, insbesondere erste, Rotorelemente mit im Wesentlichen gleichem Saugvermögen auf. Dabei ist insbesondere ein stromabwärts der ersten Rotorelemente angeordnetes, benachbartes, zweites Rotorelement vorgesehen, wobei das zweite Rotorelement ein kleineres Saugvermögen als die ersten Rotorelemente aufweist und/oder wobei das zweite Rotorelement eine größere Kompression als die ersten Rotorelemente aufweist.

[0031] Grundsätzlich können die erste und/oder die zweite Pumpstufe oder auch weitere Pumpstufen bevorzugt als Molekularpumpstufe, insbesondere Turbomolekular-, Holweck- oder Siegbahn-Pumpstufen, ausgebildet sein. Insbesondere können alle oder einzelne Rotorelemente als Turborotorelemente oder Turborotorscheiben ausgebildet sein. Die Pumpe kann grundsätzlich weitere Pumpstufen umfassen, insbesondere solche, die mit dem gemeinsamen Auslass verbunden sind, und/oder solche mit Rotorelementen, die auf dem gemeinsamen Rotor angeordnet sind. Auch kann die Pumpe weitere Einlässe aufweisen, die den weiteren Pumpstufen zugeordnet sind und die bevorzugt an einer anderen Kammer angeschlossen sind als der erste und zweite Einlass.

[0032] Die Aufgabe der Erfindung wird ferner durch eine Verwendung einer Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, zur Evakuierung wenigstens einer Vakuumkammer, nach Anspruch 15 gelöst. Dabei umfasst die Vakuumpumpe: wenigstens einen ersten und einen zweiten Einlass und einen gemeinsamen Auslass; wenigstens eine erste und eine zweite Pumpstufe,

welche jeweils wenigstens ein Rotorelement aufweisen, das auf einem gemeinsamen Rotor angeordnet ist, wobei der erste Einlass mit einem stromaufwärtsseitigen Ende der ersten Pumpstufe und der zweite Einlass mit einem stromaufwärtsseitigen Ende der zweiten Pumpstufe verbunden ist; wobei das stromabwärtsseitige Ende der ersten Pumpstufe mit dem stromaufwärtsseitigen Ende der zweiten Pumpstufe unter Umgehung des zweiten Einlasses verbunden ist. Der erste Einlass und der zweite Einlass sind dabei mit derselben Vakuumkammer verbunden.

[0033] Die Aufgabe der Erfindung wird gemäß einem zweiten, unabhängigen Aspekt auch gelöst durch eine Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, umfassend: wenigstens einen ersten und einen zweiten Einlass und einen gemeinsamen Auslass; wenigstens eine erste und eine zweite Pumpstufe, welche jeweils zumindest ein Rotorelement aufweisen, das auf einem gemeinsamen Rotor angeordnet ist, wobei der erste Einlass mit einem stromaufwärtsseitigen Ende der ersten Pumpstufe und der zweite Einlass mit einem stromaufwärtsseitigen Ende der zweiten Pumpstufe verbunden ist; ein Umlenkmittel zum Verhindern eines Gasstromes vom stromabwärtsseitigen Ende der ersten Pumpstufe hin zu dem zweiten Einlass; und einen Kanal, der das stromabwärtsseitige Ende der ersten Pumpstufe mit einem Ort verbindet, der stromabwärts zumindest eines in Strömungsrichtung ersten Rotorelements der zweiten Pumpstufe gelegen ist; wobei der Kanal zumindest teilweise in der Rotorwelle ausgebildet ist.

[0034] Besonders vorteilhaft ist ein Vakuumsystem, umfassend eine derartige Vakuumpumpe und wenigstens eine Vakuumkammer, wobei der erste Einlass und der zweite Einlass mit derselben Vakuumkammer verbunden sind. Vorteilhaft ist auch eine entsprechende Verwendung einer solchen Vakuumpumpe.

[0035] Es ist besonders günstig, gemäß einer Weiterbildung den Gasstrom nicht am ersten Rotorelement, insbesondere an der ersten Rotorscheibe, der zweiten Pumpstufe, insbesondere Scheibenpaket, einströmen zu lassen, sondern den Gasstrom durch geeignete Öffnungsquerschnitte in der Welle an einer Stelle mit einer höheren Kompression, insbesondere zu einem der zweiten Pumpstufe nachgeordneten, dritten Einlass, insbesondere einem Hochvakuum-Port, einströmen zu lassen.

[0036] Das Gas kann insbesondere wenigstens bis hinter das erste Rotorelement, insbesondere die erste Rotorscheibe, bevorzugt hinter die erste Rotorscheibe und die erste Statorscheibe, geführt werden.

[0037] Insbesondere für den Fall, dass im in der Rotorwelle ausgebildeten Kanal gute Leitwerte verwirklicht werden können, kann das Gas vorteilhafter Weise hinter der zweiten, dritten oder letzten Rotor- und/oder Statorscheibe eingelassen werden.

[0038] Der Kanal in der Rotorwelle kann insbesondere als Nut ausgeführt sein. Insbesondere können mehrere Kanäle bzw. Nuten vorgesehen sein. Der oder die Kanäle

erstrecken sich insbesondere axial an mindestens der ersten Rotorscheibe vorbei, bevorzugt an allen Rotorscheiben der zweiten Pumpstufe.

[0039] Der Kanal kann beispielsweise auch durch eine Bohrung, insbesondere Hohlbohrung, der Welle gebildet sein. Fertigungstechnisch vorteilhaft und/oder mit weniger Aufwand umsetzbar ist aber insbesondere der Kanal als Ausnehmung an der Oberfläche der Welle, insbesondere wobei sich die Ausnehmung axial entlang der Welle erstreckt.

[0040] Es versteht sich, dass die hierin beschriebenen Weiterbildungen und Einzelmerkmale der unterschiedlichen Aspekte vorteilhaft zur Weiterbildung der jeweils anderen Aspekte herangezogen werden können, soweit technisch sinnvoll.

[0041] 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 | ein erfindungsgemäßes Vakuumsystem. |
| Fig. 7 | zeigt ein weiteres erfindungsgemäßes Vakuumsystem. |
| Fig. 8 | zeigt ein Lenkelement für ein Vakuumsystem. |
| Fig. 9 bis 17 | zeigen jeweils eine Ausführungsform einer Vakuumpumpe für ein erfindungsgemäßes Vakuumsystem. |
| Fig. 18 und 19 | zeigen Ausführungsformen einer Vakuumpumpe nach dem zweiten Aspekt der Erfindung. |

[0042] 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.

[0043] 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.

[0044] 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.

[0045] 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.

[0046] 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.

[0047] An der Unterseite 141 sind außerdem Befestigungsbohrungen 147 angeordnet, über welche die Pumpe 111 beispielsweise an einer Auflagefläche befestigt werden kann.

[0048] In den Figuren 2 bis 5 ist eine Kühlmittelleitung 148 dargestellt, in welcher das über die Kühlmittelanschlüsse 139 ein- und ausgeleitete Kühlmittel zirkulieren kann.

[0049] 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.

[0050] In dem Gehäuse 119 ist ein Rotor 149 angeordnet, der eine um eine Rotationsachse 151 drehbare Rotorwelle 153 aufweist.

[0051] 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.

[0052] 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.

[0053] 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.

[0054] 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.

[0055] 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.

[0056] 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.

[0057] Im Bereich des Wälzlagers 181 ist an der Rotorwelle 153 eine konische Spritzmutter 185 mit einem zu dem Wälzlager 181 hin zunehmenden Außendurchmesser vorgesehen. Die Spritzmutter 185 steht mit mindestens einem Abstreifer eines Betriebsmittelspeichers in gleitendem Kontakt. Der Betriebsmittelspeicher umfasst mehrere aufeinander gestapelte saugfähige Scheiben 187, die mit einem Betriebsmittel für das Wälzlager 181, z.B. mit einem Schmiermittel, getränkt sind.

[0058] 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.

[0059] 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.

[0060] Innerhalb des Magnetlagers ist ein Not- bzw. Fanglager 215 vorgesehen, welches im normalen Betrieb der Vakuumpumpe 111 ohne Berührung leer läuft und erst bei einer übermäßigen radialen Auslenkung des Rotors 149 relativ zu dem Stator in Eingriff gelangt, um einen radialen Anschlag für den Rotor 149 zu bilden, da eine Kollision der rotorseitigen Strukturen mit den statorseitigen Strukturen verhindert wird. Das Fanglager 215 ist als ungeschmiertes Wälzlager ausgebildet und bildet mit dem Rotor 149 und/oder dem Stator einen radialen Spalt, welcher bewirkt, dass das Fanglager 215 im normalen Pumpbetrieb außer Eingriff ist. Die radiale Auslenkung, bei der das Fanglager 215 in Eingriff gelangt, ist groß genug bemessen, sodass das Fanglager 215 im normalen Betrieb der Vakuumpumpe nicht in Eingriff gelangt, und gleichzeitig klein genug, sodass eine Kollision der rotorseitigen Strukturen mit den statorseitigen Strukturen unter allen Umständen verhindert wird.

[0061] 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.

[0062] 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.

[0063] Zwischen der Rotornabe 161 und einer den Motorraum 137 begrenzenden Wandung 221 kann außerdem eine sog. und an sich bekannte Labyrinthdichtung 223 vorgesehen sein, insbesondere um eine bessere Abdichtung des Motorraums 137 gegenüber den radial außerhalb liegenden Holweck-Pumpstufen zu erreichen.

[0064] In den Fig. 1 bis 5 ist eine sogenannte einflutige

Pumpe beschrieben, also eine solche mit nur einem Einlass. Die vorstehend beschriebene Vakuumpumpe ist also selbst nicht erfindungsgemäß ausgebildet, kann aber vorteilhaft im Sinne der Erfindung weitergebildet werden. Umgekehrt können alle hierin beschriebenen Ausführungsformen der Erfindung - soweit technisch sinnvoll - durch einzelne oder mehrere Merkmale der Vakuumpumpe der Fig. 1 bis 5 weitergebildet werden.

[0065] In Fig. 6 ist ein erfindungsgemäßes, beispielhaftes Vakuumsystem 10 gezeigt, welches mehrere Vakuumkammern aufweist, die mittels einer Vakuumpumpe 12 evakuiert werden. Konkret sind eine erste Vakuumkammer 14, eine zweite Vakuumkammer 16 und eine dritte Vakuumkammer 18 vorgesehen, die jeweils mit mindestens einem Einlass der Vakuumpumpe 12 verbunden sind. Ein erster Einlass 20 und ein zweiter Einlass 22 der Vakuumpumpe 12 sind mit der ersten Kammer 14 verbunden. Ein dritter Einlass 24 und ein vierter Einlass 26 sind mit der zweiten Vakuumkammer 16 bzw. der dritten Vakuumkammer 18 verbunden.

[0066] Die Vakuumpumpe 12 weist in diesem Ausführungsbeispiel also vier Einlässe auf. Das über die Einlässe 20, 22, 24, 26 von den Kammern 14, 16, 18 abgepumpte Gas wird durch die Vakuumpumpe 12 zu einem gemeinsamen, nicht dargestellten Auslass gefördert.

[0067] Die Vakuumpumpe 12 umfasst mehrere Pumpstufen, nämlich eine erste Pumpstufe 28, eine zweite Pumpstufe 30, eine dritte Pumpstufe 32 und eine vierte Pumpstufe 34. In diesem Beispiel sind die erste, die zweite und die dritte Pumpstufe 28, 30, 32 als turbomolekulare Pumpstufen ausgebildet. Dabei sind Turborotorscheiben 36 durch senkrechte Striche angedeutet. Insbesondere folgt auf jede Turborotorscheibe 36 eine nicht dargestellte Turbostatorscheibe. In diesem Beispiel weisen die Pumpstufen 28, 30 und 32 jeweils drei Sätze von Turborotor- und Turbostatorscheiben auf. Generell können die Turborotor- und Turbostatorscheiben beispielsweise entsprechend denjenigen der Vakuumpumpe der Fig. 1 bis 5 ausgebildet sein. Die Turborotorscheiben 36 sind allesamt auf einem gemeinsamen Rotor 38 angeordnet, rotieren als im Betrieb synchron.

[0068] Die vierte Pumpstufe 34 ist als Holweck-Pumpstufe ausgebildet. Auch sie umfasst ein auf dem gemeinsamen Rotor 38 angeordnetes Rotorelement, nämlich eine Holweck-Rotorhülse, beispielsweise eine solche wie in den Fig. 3 bis 5.

[0069] Die Einlässe 20, 22, 24, 26 sind jeweils mit stromaufwärtsseitigen Enden einer zugeordneten Pumpstufe verbunden, wobei alle Pumpstufen 28, 30, 32, 34 von den Einlässen zu einem gemeinsamen, nicht dargestellten Auslass fördern. Der erste Einlass 20 ist mit einem stromaufwärtsseitigen Ende der ersten Pumpstufe 28 verbunden, während der zweite Einlass 22 mit einem stromaufwärtsseitigen Ende der zweiten Pumpstufe 30 verbunden ist. Beide Einlässe 20 und 22 sind mit ein und derselben Vakuumkammer, nämlich der Vakuumkammer 14 verbunden. Anders als zwischen den Einlässen 22 und 24 bzw. 24 und 26 ist zwischen den

Einlässen 20 und 22 keine Wand oder ähnliches vorgesehen.

[0070] Die Vakuumkammern 14, 16 und 18 sind gegenüber ihrem jeweiligen Nachbarn durch eine Wand 40 getrennt, wobei jedoch in der Wand 40 eine kleine Blende 42 vorgesehen ist. Durch die kleine Blende 42 kann jeweils eine sehr begrenzte Menge an Gas von einer Kammer höheren Drucks zu einer benachbarten Kammern niedrigeren Drucks strömen. Im vorliegenden Fall ist der Druck in der dritten Vakuumkammer 18 am größten, der Druck in der zweiten Vakuumkammer 16 etwas niedriger und der Druck in der ersten Vakuumkammer 14 am niedrigsten. Folglich strömt durch die Blenden 42 das Gas von der dritten Vakuumkammer 18 in die zweite Vakuumkammer 16 und von dieser in die erste Vakuumkammer 14. In dieser herrscht ein weitgehend homogener Druck.

[0071] Die erste Pumpstufe 28 und die zweite Pumpstufe 30 sind axial benachbart und in Pumprichtung aufeinanderfolgend angeordnet. Zwischen einem stromabwärtsseitigen Ende der ersten Pumpstufe 28 und dem zweiten Einlass 22 ist ein Lenkelement 44 vorgesehen. Dieses ist hier im Wesentlichen als radial ausgerichtete Platte ausgebildet, die mit einem Gehäuse 46 der Pumpe verbunden ist. Das Lenkelement 44 bildet im Wesentlichen eine Abdichtung des stromabwärtsseitigen Endes der ersten Pumpstufe 28 gegenüber dem zweiten Einlass 22 und umgekehrt.

[0072] Das Lenkelement 44 umfasst eine Öffnung 48, durch die sich der gemeinsame Rotor 38 erstreckt. Ein radialer Spalt zwischen dem Rotor 38 und dem Lenkelement 44 muss bestehen bleiben, da der Rotor 38 mit hoher Geschwindigkeit rotiert und gewisse Rotorauslenkungen nicht vermieden werden können. Dennoch ist der radiale Spalt so klein ausgebildet, dass eine Abdichtung weitgehend gewährleistet ist. Im radialen Spalt kann beispielsweise eine pumpaktive Struktur vorgesehen sein, um eine Leckage vom stromabwärtsseitigen Ende der ersten Pumpstufe 28 durch die Öffnung 48 hin zu dem zweiten Einlass 22 noch besser zu vermeiden bzw. zu vermindern.

[0073] Des Weiteren ist ein Kanal 50 vorgesehen, der an das Lenkelement 44 anschließt und das stromabwärtsseitige Ende der ersten Pumpstufe 28 mit einem stromaufwärtsseitigen Ende der zweiten Pumpstufe 30 verbindet, wobei jedoch der Einlass 22 im Wesentlichen umgangen wird. Hierzu führt der Kanal 50 unmittelbar auf eine erste Turborotorscheibe 36 der zweiten Pumpstufe 30. Die Volumenströme vom Einlass 22 und vom Kanal 50 bzw. von der ersten Pumpstufe 28 vereinigen sich somit im Wesentlichen erst in der zweiten Pumpstufe 30.

[0074] Ein weiteres Vakuumsystem 10 ist in Fig. 7 gezeigt. Dieses umfasst eine einzige, erste Kammer 14, die an einem ersten Einlass 20 und an einem zweiten Einlass 22 einer Vakuumpumpe 12 angeschlossen ist. Die Vakuumpumpe 12 umfasst eine erste Pumpstufe 28, deren stromaufwärtsseitiges Ende mit dem ersten Einlass 20

verbunden ist, und eine zweite Pumpstufe 30, deren stromaufwärtsseitiges Ende mit dem zweiten Einlass 22 verbunden ist. Stromabwärts der zweiten Pumpstufe 30 können weitere Pumpstufen vorgesehen sein, wie es beispielsweise bei der Ausführungsform der Fig. 6 der Fall ist.

[0075] Ähnlich der Ausführungsform der Fig. 7 sind ein Lenkelement 44 und ein Kanal 50 vorgesehen, um das Gas von dem ersten Einlass 20 und der ersten Pumpstufe 28 unter Umgehung des zweiten Einlasses 22 zu der zweiten Pumpstufe 30 zu führen. Der Kanal 50 ist mit dem Lenkelement 44 verbunden, insbesondere an diesem einstückig angeformt. Lenkelement 44 und Kanal 50 sind in einem vom Gehäuse definierten Pumpraum 51 angeordnet.

[0076] In Fig. 8 ist ein Lenkelement 44 mit Kanal 50 in einer Ansicht quer zur Rotorachse 32 gezeigt. Das Lenkelement 44 ist entsprechend einem durch ein Gehäuse 46 definierten, zylindrischen Pumpraum 51 mit seinem Außenumfang im Wesentlichen kreisförmig ausgebildet.

[0077] Ein Abschnitt der Kreisfläche des Leitelements 44 ist von dem Kanal 50 eingenommen, der sich im Wesentlichen zylindrisch axial erstreckt. Im vorliegenden Beispiel nimmt der Kanal 50 einen Winkelbereich des kreisförmigen Lenkelements von etwa 120° ein, wobei dieser Winkelbereich in Bezug auf die Rotorachse 32 gegenüberliegend dem zweiten Einlass 22 angeordnet ist. Grundsätzlich kann der Kanal in seinem Querschnitt wie gezeigt beispielsweise als Teilkreis ausgebildet sein.

[0078] In Fig. 9 ist eine Vakuumpumpe 12 mit einem ersten Einlass 20 und einem zweiten Einlass 22 zum Anschluss an eine gemeinsame Vakuumkammer, die hier nicht gezeigt ist, dargestellt. Hier und im Weiteren werden lediglich noch Vakuumpumpen 12 gemäß einiger Ausführungsformen beschrieben, wobei jeweils eine zweite Pumpstufe und Strukturen stromaufwärts derselben beschrieben werden. Grundsätzlich können aber auch weitere Pumpstufen, weitere Einlässe und/oder eine verschiedene Anzahl von Vakuumkammern vorgesehen sein, beispielsweise wie es in Fig. 6 beschrieben ist.

[0079] Die Vakuumpumpe 12 der Fig. 9 umfasst eine erste Pumpstufe 28, die mit dem ersten Einlass 20 verbunden ist, und eine zweite Pumpstufe 30, die mit dem zweiten Einlass 22 verbunden ist. Während in den Fig. 6 bis 8 nur Pumpstufen mit jeweils drei Paaren von Turborotor- und Turbostatorscheiben dargestellt sind, weist vorliegend die erste Pumpstufe 28 nur zwei Paare von Turborotor- und Turbostatorscheiben auf, von denen nur die Turborotorscheiben 36 angedeutet sind. Die zweite Pumpstufe 30 weist drei Paare von Turborotor- und Turbostatorscheiben auf, wobei jedoch eine stromaufwärtsseitige Turborotorscheibe 52 als gestufte Rotorscheibe ausgebildet ist. Das bedeutet, dass die Turborotorscheibe 52 in axialer Richtung einen ersten Axialabschnitt 54 stromaufwärtsseitig und einen zweiten Axialabschnitt 56 stromabwärtsseitig aufweist, wobei die Abschnitte einen unterschiedlichen pumpaktiven Querschnitt aufweisen. Konkret ist hier im ersten Axialabschnitt 54 der Durch-

messer der Turborotorscheibe 52 geringer als im zweiten Axialabschnitt 56.

[0080] Die Vakuumpumpe 12 der Fig. 9 umfasst einen Kanal 50, durch den ein stromabwärtsseitiges Ende der ersten Pumpstufe 28 mit dem zweiten Axialabschnitt 56 verbunden ist, wobei sich der Kanal 50 axial vorbei am ersten Axialabschnitt 54 erstreckt. Sollten geförderte Gasteilchen zwischen dem Kanal 50 und dem zweiten Axialabschnitt 56 radial entweichen, wird ein Teil dieser Teilchen vom ersten Axialabschnitt 54 der Turborotorscheibe 52 eingefangen und diesem Teilchen wird ein neuer Impuls in Richtung Pumpenauslass gegeben. Durch die gezeigte Anordnung wird also die Abdichtung zwischen stromabwärtsseitigem Ende der ersten Pumpstufe 28 und dem Einlass 22 verbessert und das Saugvermögen wird weiter erhöht.

[0081] Ein ähnlicher Effekt wird durch die zweite Pumpstufe 30 der in Fig. 10 gezeigten Vakuumpumpe 12 erreicht. Hier wird dieser Effekt jedoch nicht über eine gestufte Turborotorscheibe 52 erhalten, sondern es ist eine separate Turborotorscheibe 58 mit kleinerem Durchmesser stromaufwärts derjenigen Turborotorscheibe 36 angeordnet, zu der der Kanal 50 führt.

[0082] Eine weitere Besonderheit der Ausführungsform der Fig. 10 ist der axial angeordnete erste Einlass 20. Der zweite Einlass 22 ist hingegen radial angeordnet, wie es auch bei allen in den Fig. 6 bis 9 gezeigten Einlässen der Fall ist. Der axiale Einlass 20 bewirkt einen besonders guten Leitwert zwischen Kammer und erster Pumpstufe 28.

[0083] Fig. 11 veranschaulicht eine Ausführungsform, bei der eine erste Pumpstufe 28 einen kleineren Rotordurchmesser als eine zweite Pumpstufe 30 aufweist. Dabei können wie angedeutet ein erster Einlass 20 und ein zweiter Einlass 22 axial angeordnet sein. In der vorliegenden Ausführungsform umschließt der zweite Einlass 22 den ersten Einlass 20 und/oder die zweite Pumpstufe 28. Die axialen Einlässe 20 und 22 ermöglichen einen besonders guten Leitwert für die jeweilige Pumpstufe 28 bzw. 30.

[0084] Eine weitere optionale Besonderheit der Ausführungsform der Fig. 11 ist, dass ein Kanal 50 konzentrisch zum Rotor 38 angeordnet ist. Konkret umschließt der Kanal 50 den Rotor 38 bzw. der Rotor 38 erstreckt sich axial durch den Kanal 50 hindurch. Dabei ist der Kanal 50 im Wesentlichen durch ein rohrförmiges Element gebildet. Der Kanal 50 führt dabei von einem zentralen Bereich des stromabwärtsseitigen Endes der ersten Pumpstufe 28 zu einem zentralen Bereich des stromaufwärtsseitigen Endes der zweiten Pumpstufe 30.

[0085] In Fig. 12 ist eine weitere Ausführungsform mit unterschiedlich großen Pumpstufen 28, 30 gezeigt. Außerdem sind auch hier die Einlässe 20 und 22 axial angeordnet. In dieser Ausführungsform liegt ein stromabwärtsseitiges Ende der ersten Pumpstufe 28 unmittelbar an einem stromaufwärtsseitigen Ende der zweiten Pumpstufe 30 an, und zwar in einem Bereich, der vom zweiten Einlass 22 getrennt ist, hier durch ein Gehäuse

46 realisiert. Die gezeigte Ausführungsform kommt also ohne zusätzliches Leitelement 44 und ohne einen zusätzlichen Kanal 50 aus. Sie weist außerdem eine geringe axiale Baulänge auf.

[0086] In Fig. 13 ist eine weitere Ausführungsform mit unterschiedlich großen Pumpstufen 28 und 30 gezeigt, wobei wiederum beide Einlässe 20, 22 axial ausgebildet sind.

[0087] Die zweite Pumpstufe 30 weist stromaufwärtsseitig eine gestufte Turborotorscheibe 52 auf, wobei hier jedoch anders als in Fig. 9 der in Strömungsrichtung erste Axialabschnitt 54 nicht zentral, sondern umlaufend ausgebildet ist, wobei also die Turborotorscheibe 52 im Wesentlichen eine zentrale Ausnehmung aufweist. Die erste Pumpstufe 28 erstreckt sich mit dem Gehäuse 46 zumindest bereichsweise vorbei an dem ersten Axialabschnitt 54 bzw. in die zentrale Ausnehmung der Turborotorscheibe 52 hinein und hin zu einem stromaufwärtsseitigen Ende der Turborotorscheibe 52 im korrespondierenden Radialbereich. Ähnlich wie in Fig. 9 werden durch die gezeigte Anordnung solche Teilchen, welche von der ersten Pumpstufe 28 radial zwischen dem Gehäuse 46 und dem zweiten Axialabschnitt 56 bzw. der Turborotorscheibe 52 ausströmen, durch den ersten Axialabschnitt 54 der Turborotorscheibe 52 eingefangen. Auch hierdurch wird das Saugvermögen weiter verbessert.

[0088] Die Ausführungsformen der Fig. 14 und 15 zeichnen sich unter anderem dadurch aus, dass die Einlässe 20 und 22 konzentrisch und/oder auf gleicher axialer Höhe angeordnet sind. In Fig. 15 sind die Rotordurchmesser der Stufen 28 und 30 im Wesentlichen gleich groß, insbesondere wobei der Einlass 22 durch einen abgesetzten Gehäuseabschnitt gebildet ist.

[0089] Die Fig. 16 und 17 zeigen derjenigen der Fig. 6 ähnliche Ausführungsformen, allerdings in größerem Detailgrad. Insbesondere wird illustriert, dass sich das Lenkelement 44 in eine Ausnehmung der Welle hineinstrecken kann, insbesondere um eine besonderes hohe Dichtlänge für den Spalt 48 zu realisieren. Die Kanäle 50 können auch, wie dargestellt, unterschiedlich groß sein. Der Kanal 50 ist hier jeweils statisch ausgebildet. Grundsätzlich kann ein Kanal auch mit dem Rotor rotierend ausgebildet sein.

[0090] Der zweite Aspekt wird in den Fig. 18 und 19 näher erläutert. Die Pumpe umfasst hier Kanäle 60, 62, die gemeinsam einen Kanal bilden, der das stromabwärtsseitige Ende der ersten Pumpstufe 28 mit einem Ort verbindet, der stromabwärts zumindest eines in Strömungsrichtung ersten Rotorelements der zweiten Pumpstufe gelegen ist. In Fig. 18 führt der Kanal 60, 62 zum stromabwärtsseitigen Ende der zweiten Pumpstufe 30. In Fig. 19 führt der Kanal 60, 62 axial hinter bzw. zu einem Ort stromabwärts eines ersten Paares von Rotor- und Statorscheiben.

[0091] Die Kanäle 62 sind hier als Mehrzahl von über den Umfang der Rotorwelle verteilt angeordneten Axialnuten ausgebildet. Der Kanal 60 ist als Ringkanal und konzentrisch zur Rotorwelle ausgebildet. Das Lenkele-

ment weist radial innerhalb des Kanals 60 Durchlassöffnungen 64 auf.

[0092] Die Fig. 16 bis 19 zeigen darüber hinaus Merkmale, die im Zusammenhang mit den Fig. 1 bis 5 näher beschrieben sind und einzeln und in Kombination vorteilhaft sind.

Bezugszeichenliste

10	[0093]	
111	Turbomolekularpumpe	
113	Einlassflansch	
115	Pumpeneinlass	
15	117 Pumpenauslass	
	119 Gehäuse	
	121 Unterteil	
	123 Elektronikgehäuse	
	125 Elektromotor	
20	127 Zubehöranschluss	
	129 Datenschnittstelle	
	131 Stromversorgungsanschluss	
	133 Fluteinlass	
	135 Sperrgasanschluss	
25	137 Motorraum	
	139 Kühlmittelanschluss	
	141 Unterseite	
	143 Schraube	
	145 Lagerdeckel	
30	147 Befestigungsbohrung	
	148 Kühlmittelleitung	
	149 Rotor	
	151 Rotationsachse	
	153 Rotorwelle	
35	155 Rotorscheibe	
	157 Statorscheibe	
	159 Abstandsring	
	161 Rotornabe	
	163 Holweck-Rotorhülse	
40	165 Holweck-Rotorhülse	
	167 Holweck-Statorhülse	
	169 Holweck-Statorhülse	
	171 Holweck-Spalt	
	173 Holweck-Spalt	
45	175 Holweck-Spalt	
	179 Verbindungskanal	
	181 Wälzlager	
	183 Permanentmagnetlager	
	185 Spritzmutter	
50	187 Scheibe	
	189 Einsatz	
	191 rotorseitige Lagerhälfte	
	193 statorseitige Lagerhälfte	
	195 Ringmagnet	
55	197 Ringmagnet	
	199 Lagerspalt	
	201 Trägerabschnitt	
	203 Trägerabschnitt	

205	radiale Strebe		tigen Ende der zweiten Pumpstufe (30) verbunden ist;
207	Deckelelement		wobei das stromabwärtsseitige Ende der ersten Pumpstufe (28) mit dem stromaufwärtsseitigen Ende der zweiten Pumpstufe (30) unter Umgehung des zweiten Einlasses (22) verbunden ist;
209	Stützring		
211	Befestigungsring		
213	Tellerfeder	5	
215	Not- bzw. Fanglager		
217	Motorstator		
219	Zwischenraum		wobei der erste Einlass (20) und der zweite Einlass (22) mit derselben Vakuumkammer (14) verbunden sind.
221	Wandung		
223	Labyrinthdichtung	10	
10	Vakuumsystem		2. Vakuumsystem (10) nach Anspruch 1, wobei ein Lenkelement (44) zum Verhindern eines Gasflusses von dem stromabwärtsseitigen Ende der ersten Pumpstufe (28) hin zu dem zweiten Einlass (22) vorgesehen ist.
12	Vakuumpumpe		
14	erste Vakuumkammer		
16	zweite Vakuumkammer	15	
18	dritte Vakuumkammer		
20	erster Einlass		
22	zweiter Einlass		3. Vakuumsystem (10) nach Anspruch 1 oder 2, wobei das stromabwärtsseitige Ende der ersten Pumpstufe (28) mit dem stromaufwärtsseitigen Ende der zweiten Pumpstufe (30) durch einen Kanal (50) verbunden ist.
24	dritter Einlass		
26	vierter Einlass	20	
28	erste Pumpstufe		
30	zweite Pumpstufe		
32	dritte Pumpstufe		
34	vierte Pumpstufe		
36	Turborotorscheibe	25	4. Vakuumsystem (10) nach Anspruch 3, wobei der Kanal (50) in Bezug auf den Rotor (38) exzentrisch angeordnet ist, wobei insbesondere der Rotor (38) außerhalb des Kanals (50) angeordnet ist.
38	Rotor		
40	Wand		
42	Blende		
44	Lenkelement		
46	Gehäuse	30	5. Vakuumsystem (10) nach Anspruch 3, wobei der Kanal (50) in Bezug auf den Rotor (38) konzentrisch angeordnet ist und/oder den Rotor (38) umgibt.
48	Öffnung		
50	Kanal		
51	Pumpraum		
52	gestufte Turborotorscheibe		
54	erster Axialabschnitt	35	6. Vakuumsystem (10) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei der Kanal (50) dem zweiten Einlass (22) in Bezug auf den Rotor (38) gegenüberliegend angeordnet ist.
56	zweiter Axialabschnitt		
58	kleine Turborotorscheibe		
60	Kanal		
62	Kanal		
64	Durchlassöffnung	40	7. Vakuumsystem (10) nach einem der Ansprüche 3 bis 6, wobei die Pumpe (12) ein Gehäuse (46) umfasst, welches einen Pumpraum (51) definiert, in dem die Rotorelemente (36) der Pumpstufen (28, 30) angeordnet sind, wobei der Kanal (50) im Pumpraum (51) angeordnet ist.

Patentansprüche

- 1.** Vakuumsystem (10), umfassend eine Vakuumpumpe (12), insbesondere Turbomolekularpumpe, und wenigstens eine Vakuumkammer (14), wobei die Vakuumpumpe (12) umfasst:
 - wenigstens einen ersten und einen zweiten Einlass (20, 22) und einen gemeinsamen Auslass; wenigstens eine erste und eine zweite Pumpstufe (28, 30), welche jeweils zumindest ein Rotorelement (36) aufweisen, das auf einem gemeinsamen Rotor (38) angeordnet ist, wobei der erste Einlass (20) mit einem stromaufwärtsseitigen Ende der ersten Pumpstufe (28) und der zweite Einlass (22) mit einem stromaufwärtssei-
- 2.** Vakuumsystem (10) nach Anspruch 1, wobei ein Lenkelement (44) zum Verhindern eines Gasflusses von dem stromabwärtsseitigen Ende der ersten Pumpstufe (28) hin zu dem zweiten Einlass (22) vorgesehen ist.
- 3.** Vakuumsystem (10) nach Anspruch 1 oder 2, wobei das stromabwärtsseitige Ende der ersten Pumpstufe (28) mit dem stromaufwärtsseitigen Ende der zweiten Pumpstufe (30) durch einen Kanal (50) verbunden ist.
- 4.** Vakuumsystem (10) nach Anspruch 3, wobei der Kanal (50) in Bezug auf den Rotor (38) exzentrisch angeordnet ist, wobei insbesondere der Rotor (38) außerhalb des Kanals (50) angeordnet ist.
- 5.** Vakuumsystem (10) nach Anspruch 3, wobei der Kanal (50) in Bezug auf den Rotor (38) konzentrisch angeordnet ist und/oder den Rotor (38) umgibt.
- 6.** Vakuumsystem (10) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei der Kanal (50) dem zweiten Einlass (22) in Bezug auf den Rotor (38) gegenüberliegend angeordnet ist.
- 7.** Vakuumsystem (10) nach einem der Ansprüche 3 bis 6, wobei die Pumpe (12) ein Gehäuse (46) umfasst, welches einen Pumpraum (51) definiert, in dem die Rotorelemente (36) der Pumpstufen (28, 30) angeordnet sind, wobei der Kanal (50) im Pumpraum (51) angeordnet ist.
- 8.** Vakuumsystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zweite Pumpstufe (30) an ihrem stromaufwärtsseitigen Ende eine Turborotorscheibe (52) aufweist, die einen ersten, stromaufwärts angeordneten Axialabschnitt (54) und einen zweiten, stromabwärts des ersten Axialabschnitts (54) angeordneten zweiten Axialabschnitt (56) aufweist, wobei die Rotorscheibe (52) im ersten Axialabschnitt (54) einen kleineren pumpaktiven Querschnitt aufweist als im zweiten Axialabschnitt (56), wobei das stromabwärtssei-

tige Ende der ersten Pumpstufe (28) unter zumindest bereichsweiser Umgehung des ersten Axialabschnitts (54) mit dem zweiten Axialabschnitt (56) verbunden ist.

9. Vakuumsystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die zweite Pumpstufe (30) wenigstens zwei Turborotorscheiben (36, 58) aufweist, wobei eine stromaufwärts angeordnete erste Rotorscheibe (58) einen kleineren pumpaktiven Durchmesser aufweist, als eine stromabwärts der ersten Rotorscheibe (58) angeordnete, zweite Rotorscheibe (36), wobei das stromabwärtsseitige Ende der ersten Pumpstufe (28) unter zumindest bereichsweiser Umgehung der ersten Rotorscheibe (58) mit der zweiten Rotorscheibe (36) verbunden ist. 5
10. Vakuumsystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die zweite Pumpstufe (30) einen größeren Rotordurchmesser aufweist als die erste Pumpstufe (28). 10
11. Vakuumsystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei der erste und/oder der zweite Einlass (20, 22) ein radialer und/oder axialer Einlass ist. 15
12. Vakuumsystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei der zweite Einlass (22) ein axialer Einlass ist und radial jenseits der ersten Pumpstufe (28) angeordnet ist. 20
13. Vakuumsystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei in der ersten und/oder zweiten Pumpstufe (28, 30) ein erstes Rotorelement (36) und ein stromabwärts des ersten Rotorelements (36) angeordnetes, benachbartes, zweites Rotorelement (36) vorgesehen ist, wobei das zweite Rotorelement (36) ein kleineres Saugvermögen als das erste Rotorelement (36) aufweist und/oder wobei das zweite Rotorelement (36) eine größere Kompression als das erste Rotorelement (36) aufweist. 25 30 35 40 45
14. Vakuumsystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die zweite Pumpstufe (28) stromaufwärtsseitig wenigstens zwei Rotorelemente (36) mit im Wesentlichen gleichem Saugvermögen aufweist. 50
15. Verwendung einer Vakuumpumpe (12), insbesondere Turbomolekularpumpe, zur Evakuierung wenigstens einer Vakuumkammer (14),
wobei die Vakuumpumpe (12) umfasst: 55

wenigstens einen ersten und einen zweiten Einlass (20, 22) und einen gemeinsamen Auslass; wenigstens eine erste und eine zweite Pumpstufe (28, 30), welche jeweils wenigstens ein Rotorelement (36) aufweisen, das auf einem gemeinsamen Rotor (38) angeordnet ist, wobei der erste Einlass (20) mit einem stromaufwärtsseitigen Ende der ersten Pumpstufe (28) und der zweite Einlass (22) mit einem stromaufwärtsseitigen Ende der zweiten Pumpstufe (30) verbunden ist;
wobei das stromabwärtsseitige Ende der ersten Pumpstufe (28) mit dem stromaufwärtsseitigen Ende der zweiten Pumpstufe (30) unter Umgehung des zweiten Einlasses (22) verbunden ist;

wobei der erste Einlass (20) und der zweite Einlass (22) mit derselben Vakuumkammer (14) verbunden sind.

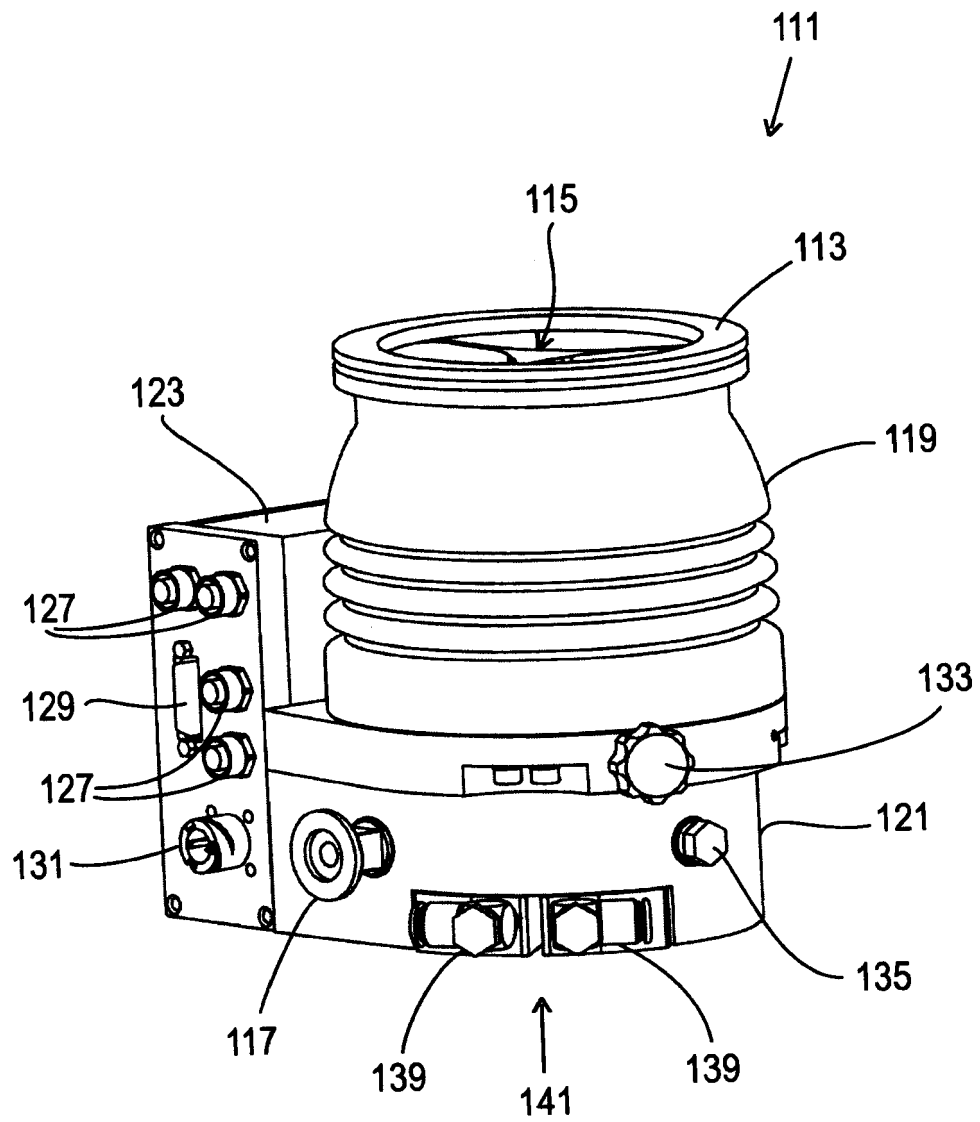


Fig. 1

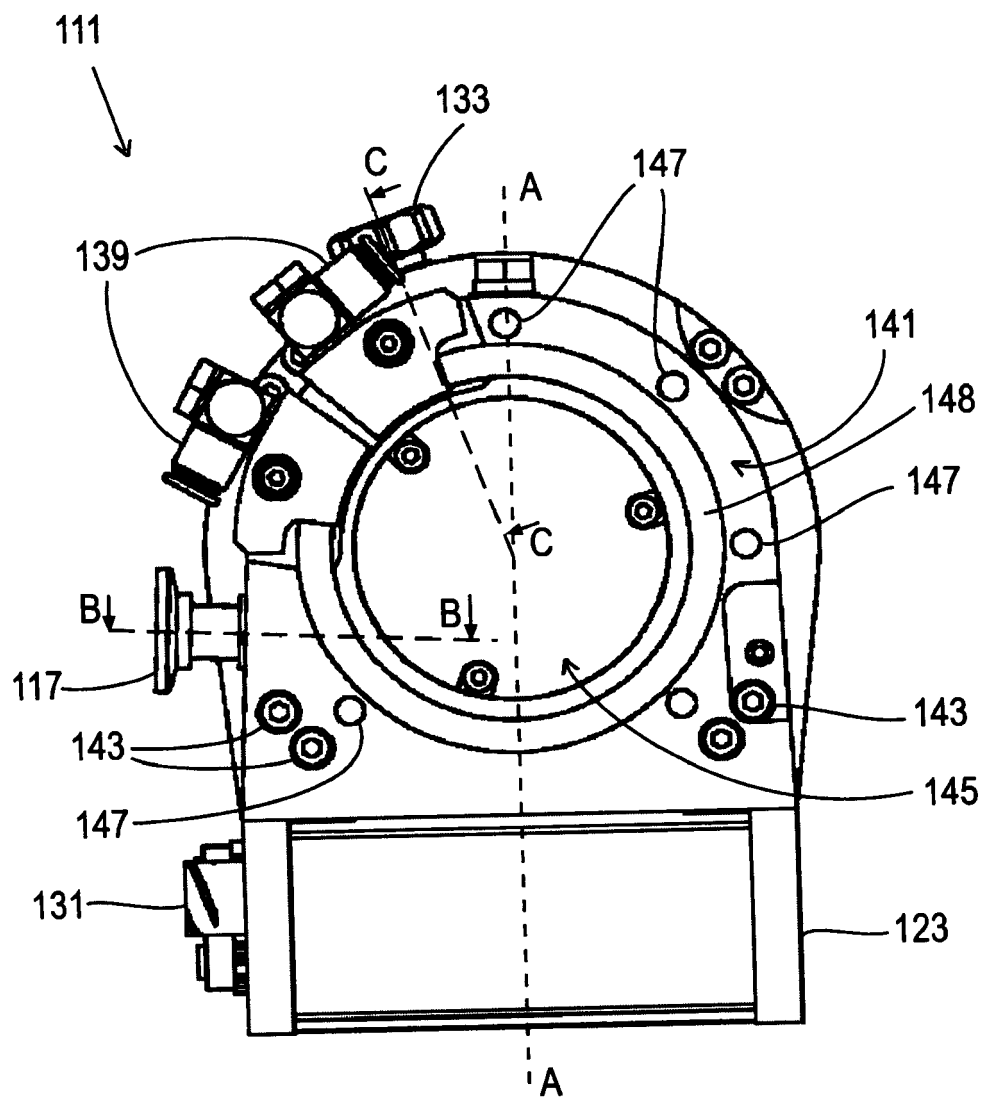


Fig. 2

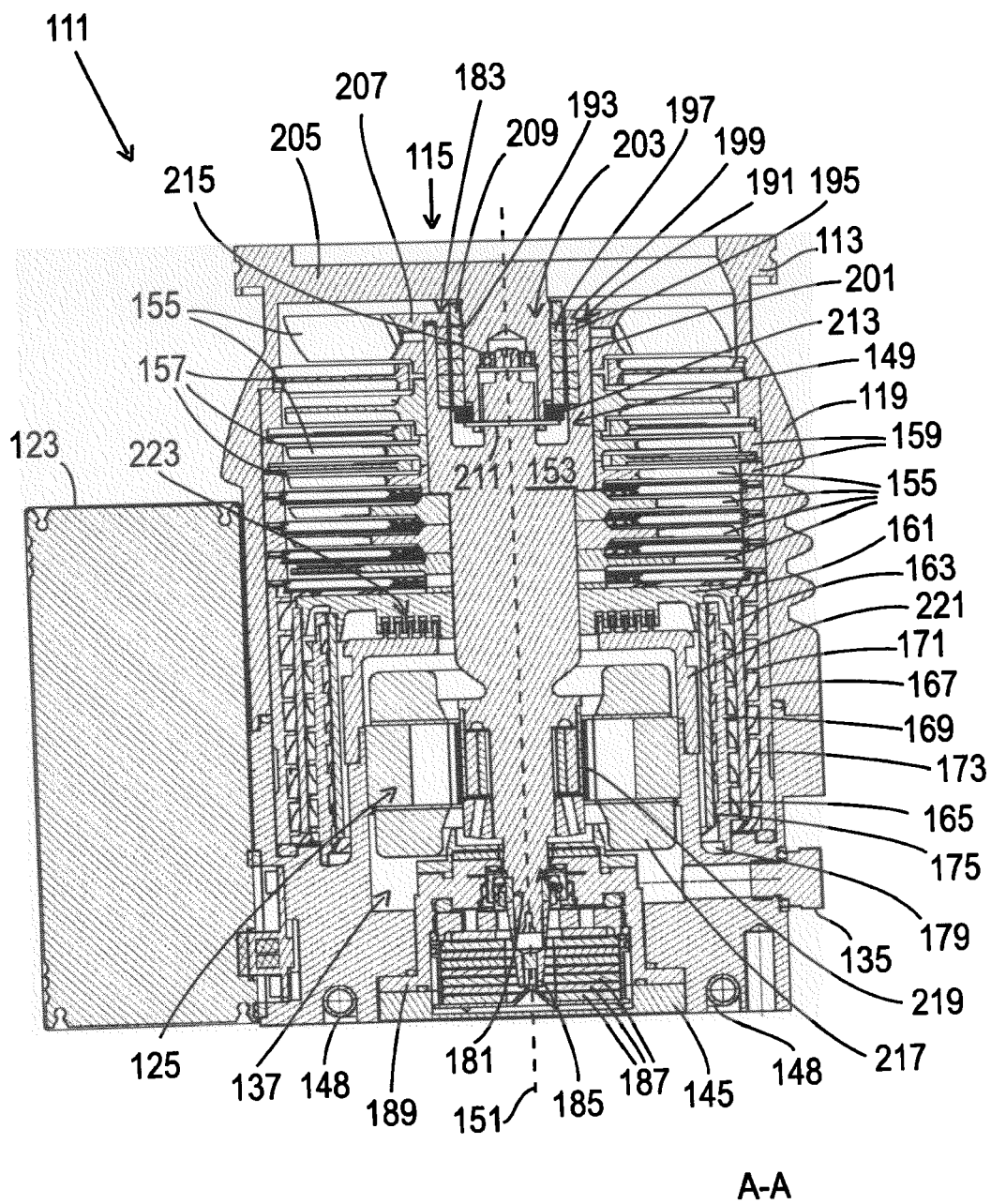


Fig. 3

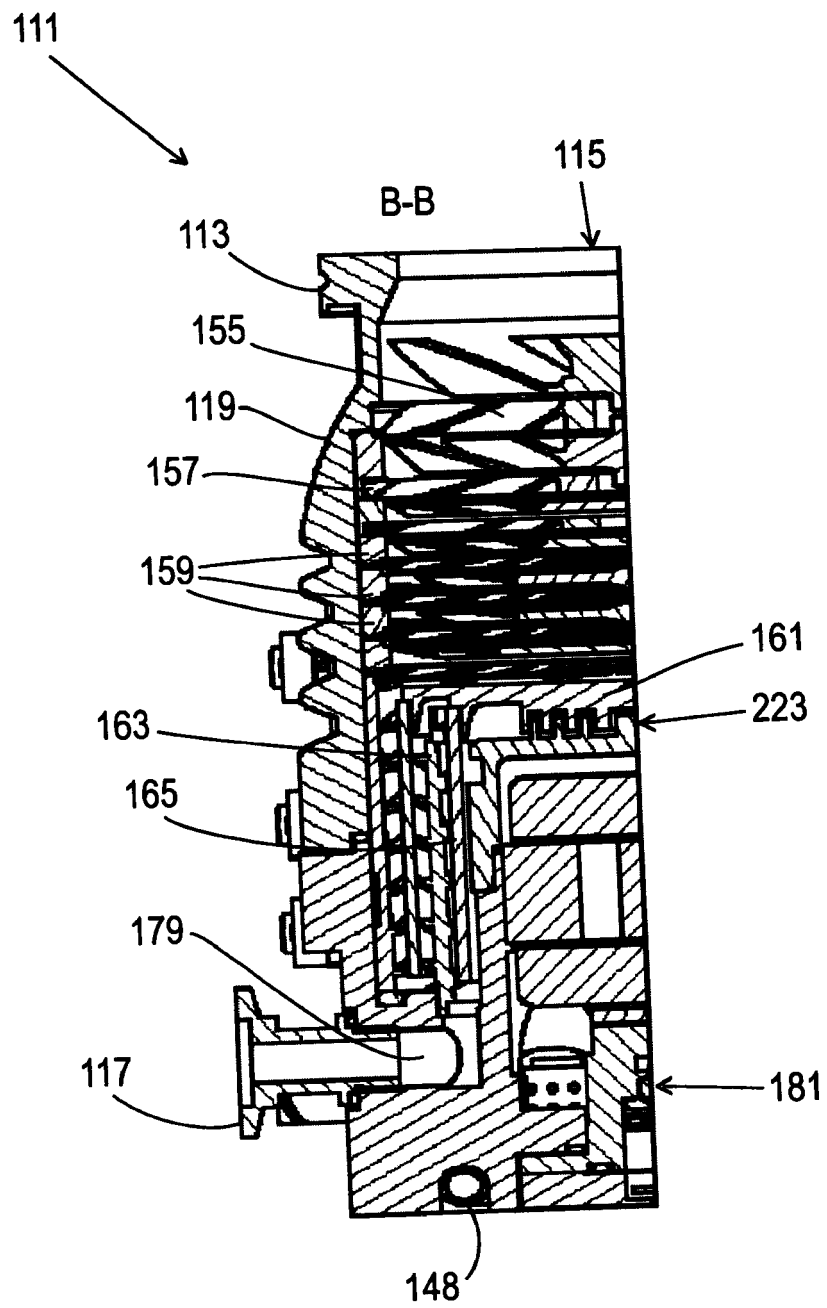


Fig. 4

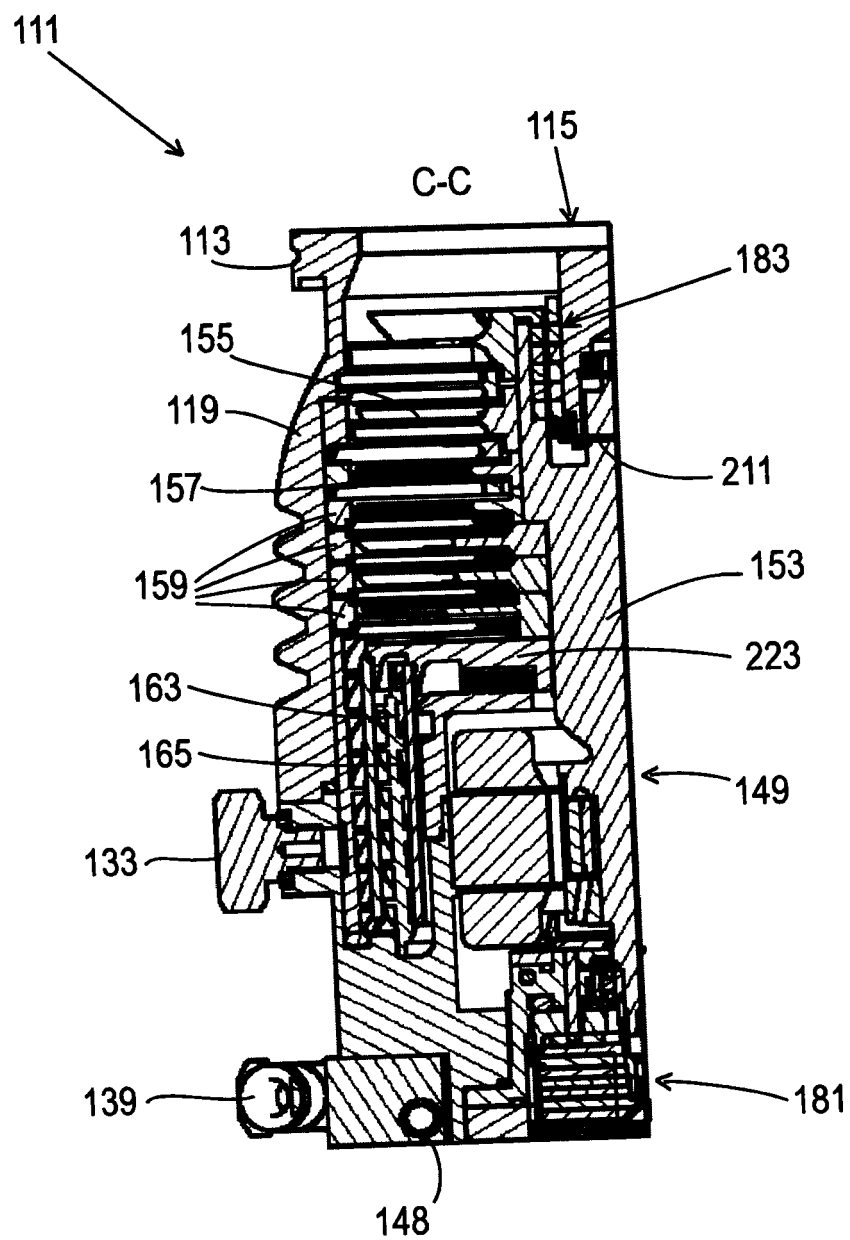


Fig. 5

Fig.6

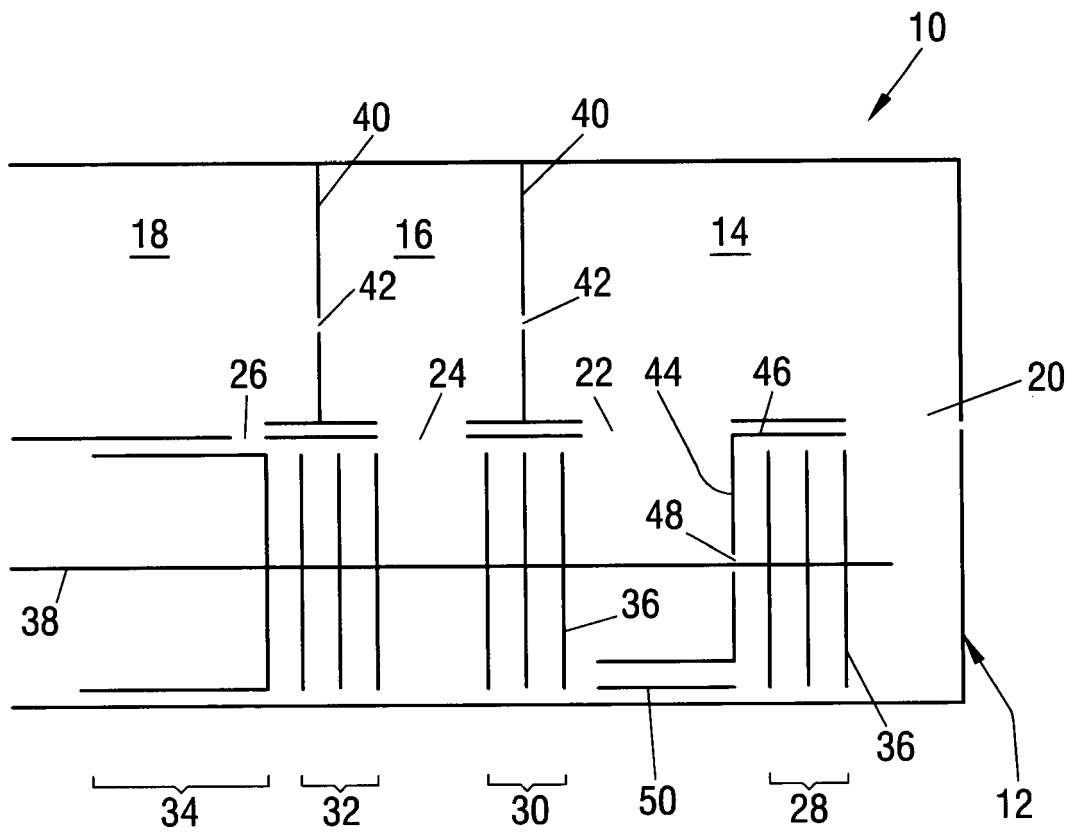


Fig.7

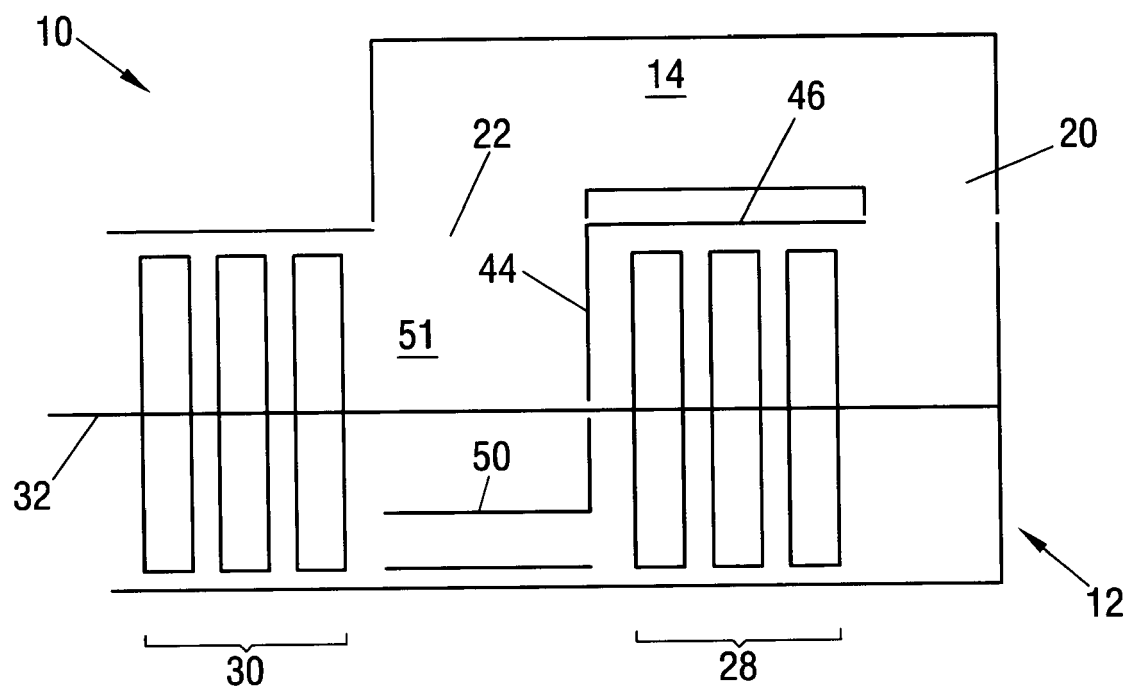


Fig.8

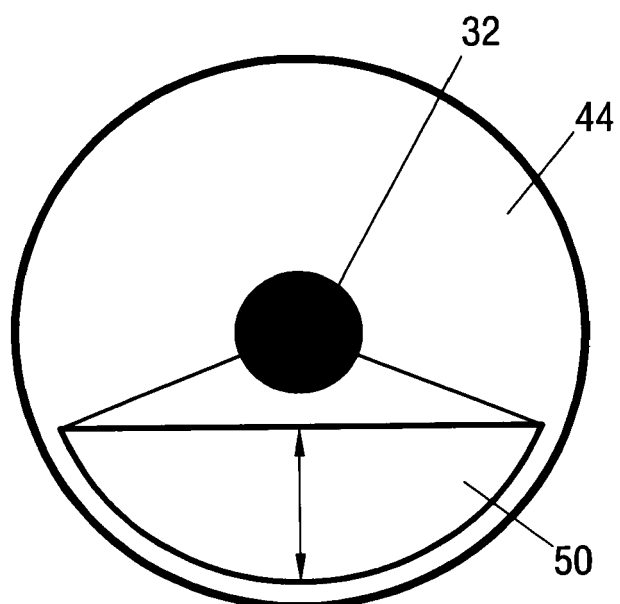


Fig.9

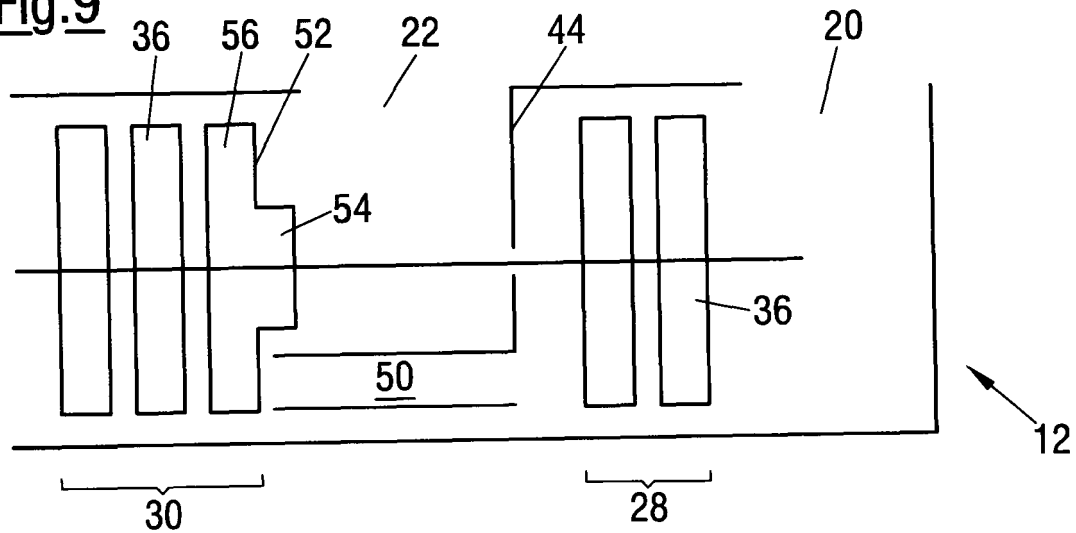


Fig.10

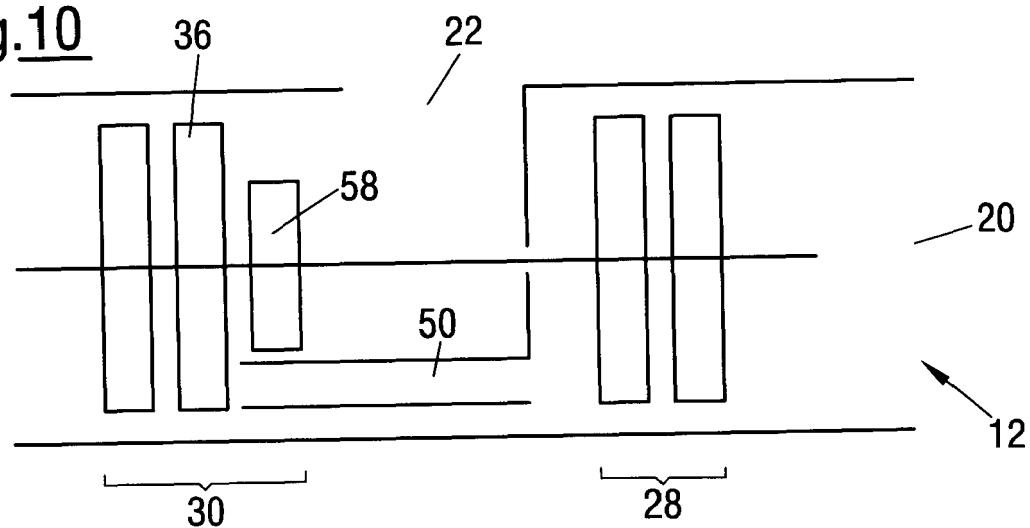


Fig. 11

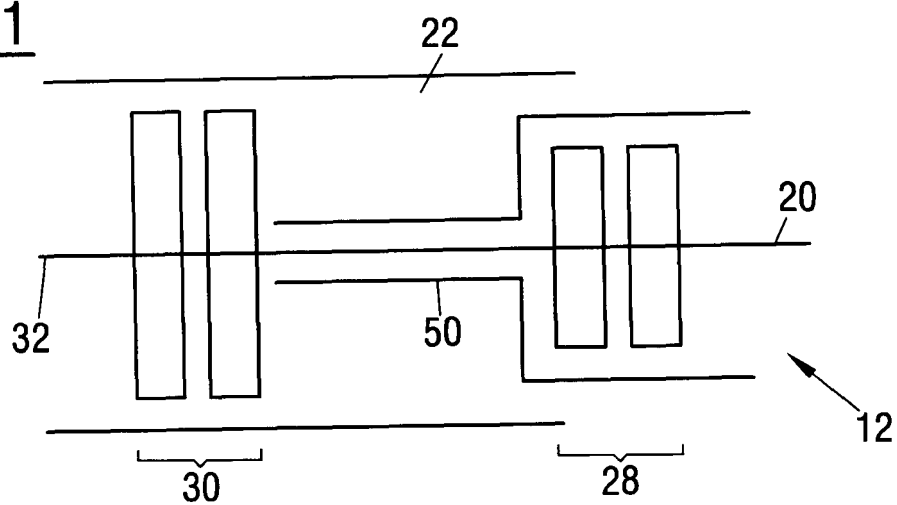


Fig.12

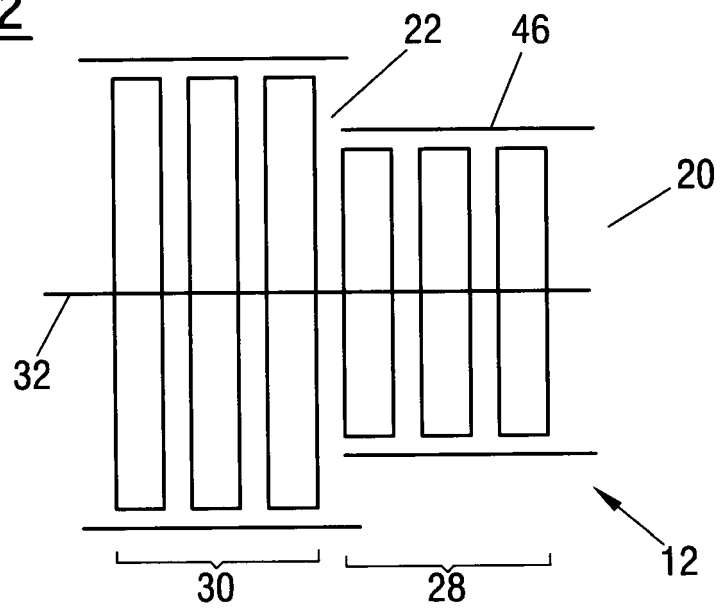


Fig.13

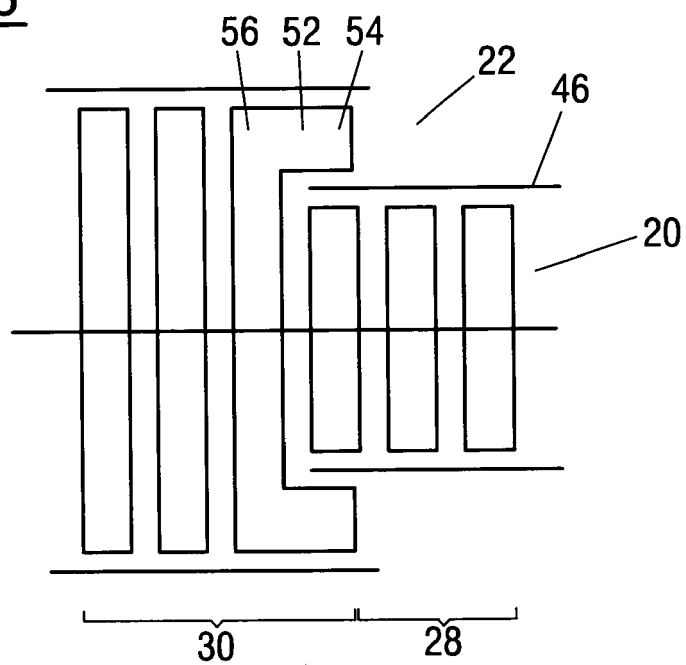


Fig.14

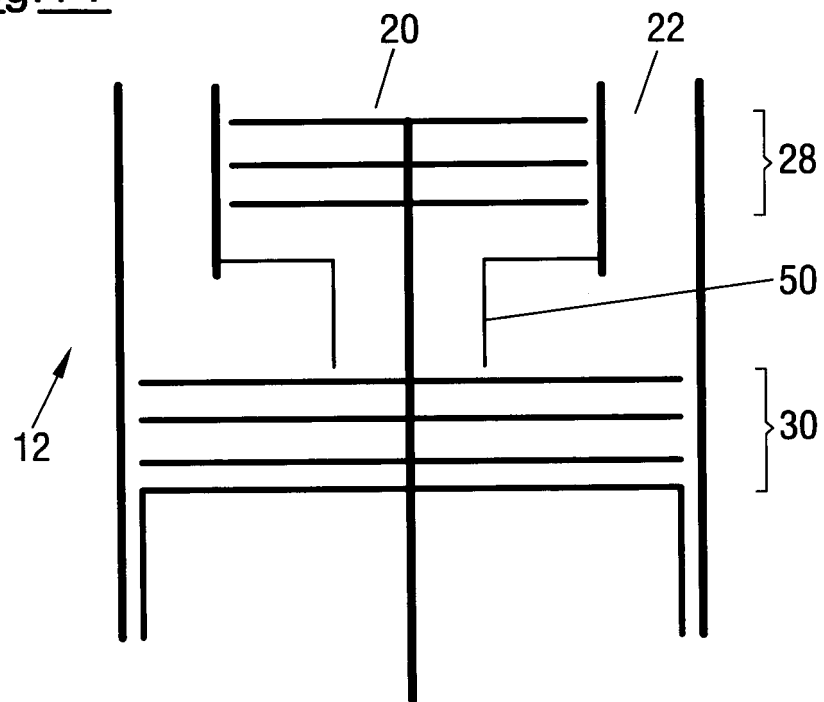
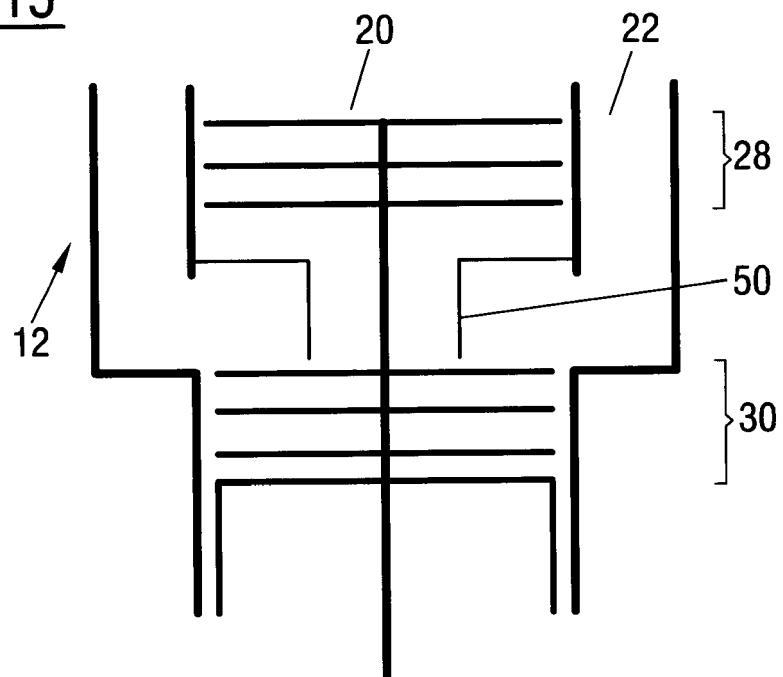


Fig.15



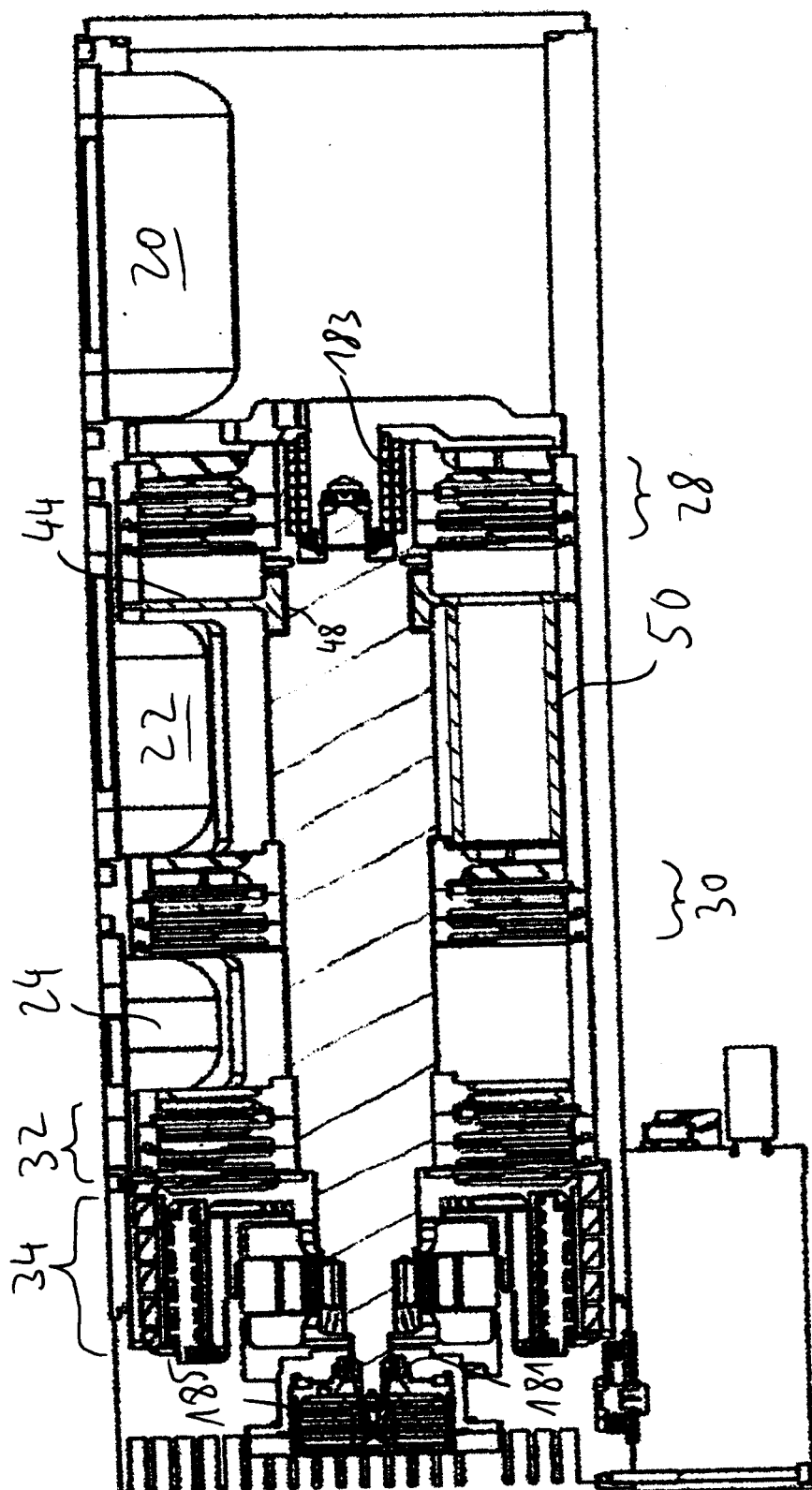


Fig. 16

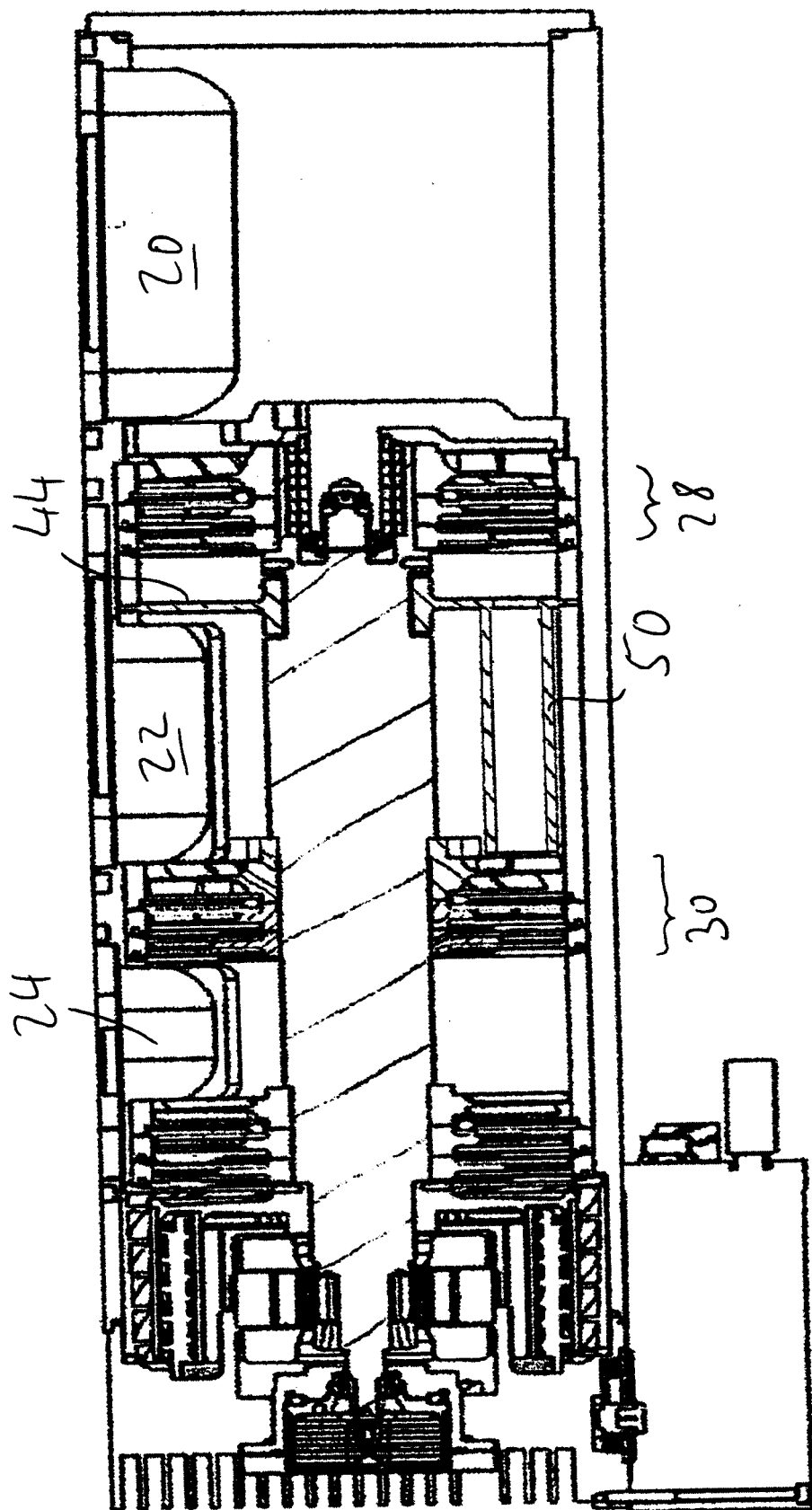


Fig. 17

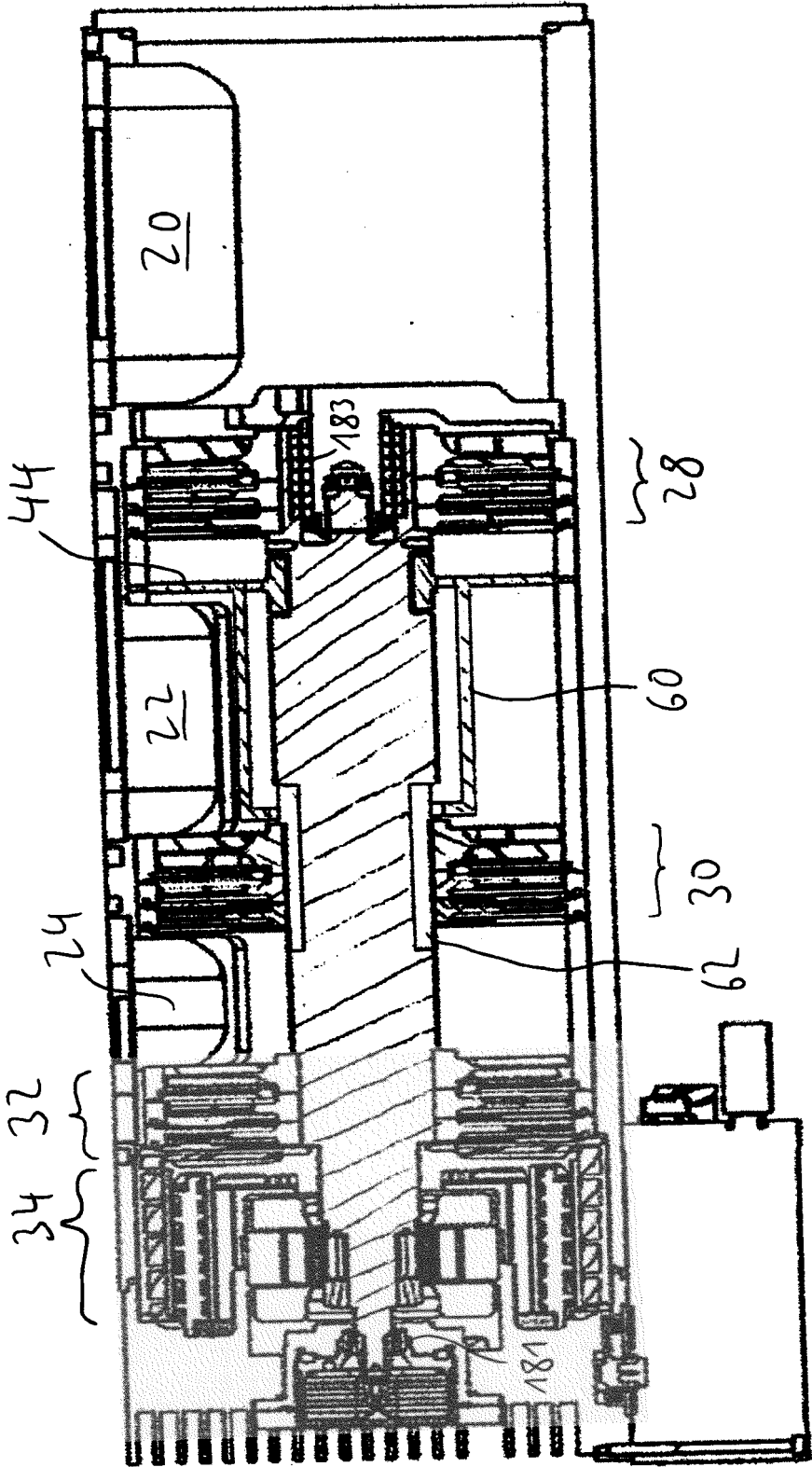


Fig. 18

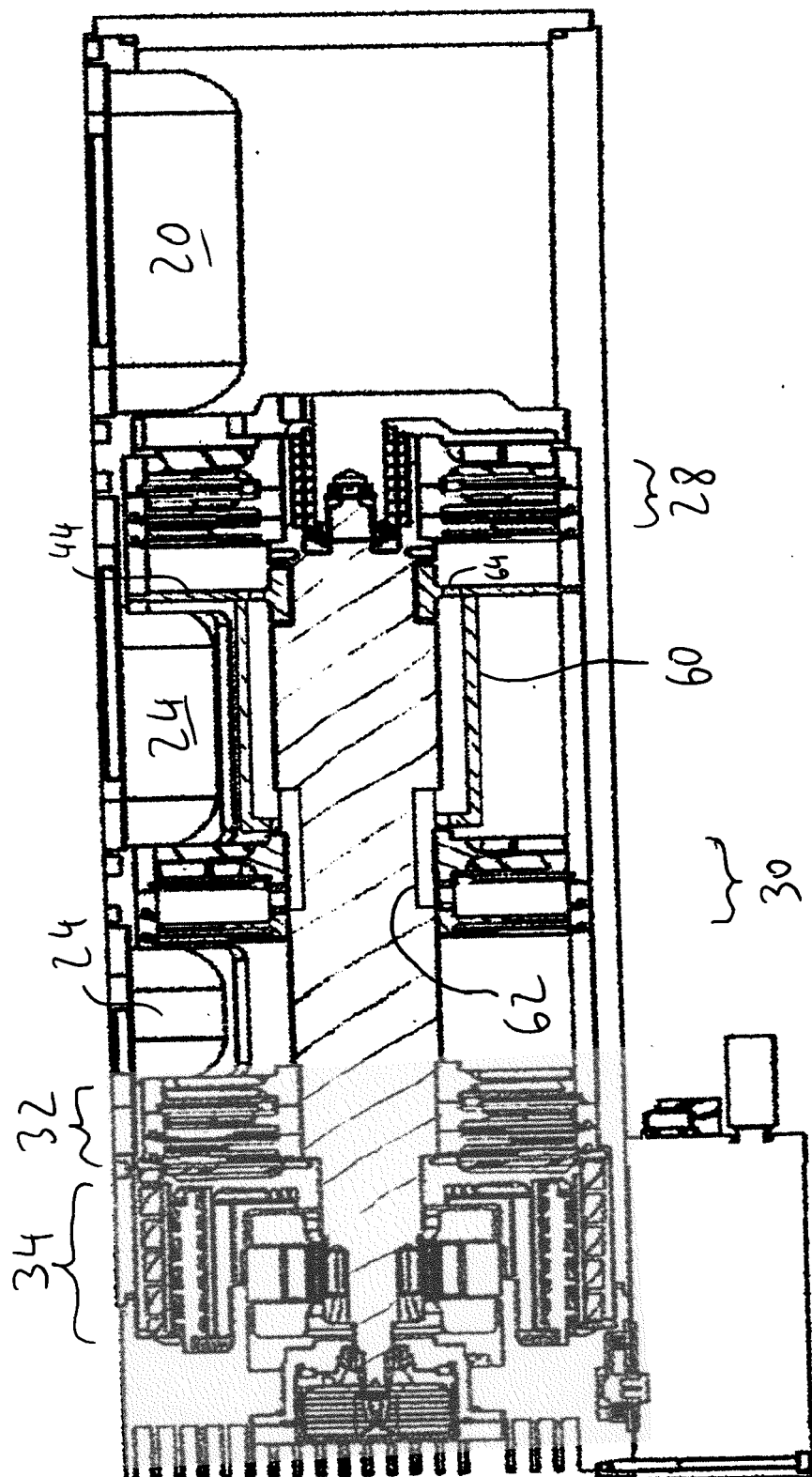


Fig. 19



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 19 18 6280

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X A	EP 3 112 688 A1 (PFEIFFER VACUUM GMBH [DE]) 4. Januar 2017 (2017-01-04) * Abbildung 1 * * Absätze [0102] - [0106] * -----	1,15 2-14	INV. F04D19/04
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 14. Januar 2020	Prüfer Ingelbrecht, Peter
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 19 18 6280

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.

14-01-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	EP 3112688	A1	04-01-2017	EP	3112688 A1	04-01-2017
				JP	6253719 B2	27-12-2017
15				JP	2017020502 A	26-01-2017

20						
25						
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

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