

(19)



(11)

EP 3 926 174 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
22.12.2021 Patentblatt 2021/51

(51) Int Cl.:
F04D 19/04 (2006.01) **F04D 27/00** (2006.01)
F04D 27/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21182566.6**

(22) Anmeldetag: **29.06.2021**

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

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

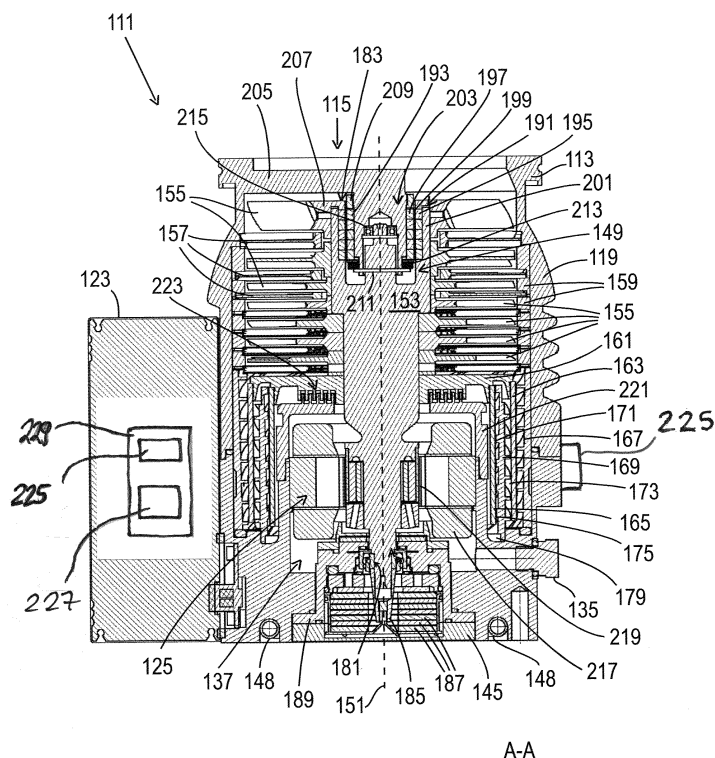
(72) Erfinder: **Sieben, Daniel**
35440 Linden (DE)

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

(54) **VAKUUMPUMPE**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, mit einem um eine Rotationsachse drehbaren Rotor, wobei ein Sensor zur Erfassung eines Magnetfelds vorgesehen ist, welcher mit einer Steuer- und/oder Auswerteeinheit verbunden

ist, wobei die Steuer- und/oder Auswerteeinheit dazu ausgebildet ist, das erfasste Magnetfeld auszuwerten und auf der Basis der Auswertung in Abhängigkeit von zumindest einer Bedingung eine Maßnahme zu ergreifen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, mit einem um eine Rotationsachse drehbaren Rotor.

[0002] Eine derartige Vakuumpumpe ist grundsätzlich bekannt und dient üblicherweise zur Evakuierung eines mit der Vakuumpumpe verbundenen Rezipienten, wie zum Beispiel der Kammer einer Beschichtungsanlage oder eines Elektronenmikroskops. Bisweilen werden Vakuumpumpen der eingangs genannten Art auch in einer Umgebung mit Magnetfeldern betrieben, insbesondere in einer Umgebung, in welcher ein im Vergleich zum Erdmagnetfeld stärkeres Magnetfeld vorliegt.

[0003] Das Vorliegen eines solchen externen Magnetfelds kann während des Betriebs der Vakuumpumpe zu einer kritischen Situation führen. Das Magnetfeld kann in dem drehenden Rotor Wirbelströme induzieren, wodurch sich der Rotor erwärmt und infolgedessen ausdehnt. Durch die Wärmeausdehnung des Rotors kann sich der Abstand zwischen dem Rotor und den den Rotor umgebenden feststehenden Bauteilen der Vakuumpumpe, beispielsweise den Statorelementen bei einer Turbomolekularvakuumpumpe, verringern, so dass die Gefahr besteht, dass wegen des konstruktionsbedingten geringen Spaltmaßes zwischen Rotor und Stator ein bestimmungsgemäßer Betrieb der Pumpe nicht mehr möglich ist. Auch bei anderen Pumpentypen kann die Induzierung von Wirbelströmen in den drehenden Bestandteilen des Rotors Probleme bereiten.

[0004] Aus diesem Grund ist bislang vorgesehen, für eine Vakuumpumpe eine Betriebsgrenze für die maximale Stärke des Magnetfelds zu definieren, bis zu welcher die Vakuumpumpe sicher betreibbar ist. Hierbei kann es erforderlich sein, im Vorfeld vor der Inbetriebnahme der Vakuumpumpe aufwendige Messungen des Magnetfelds vorzunehmen. Dies kann aber für Anwendungen unbefriedigend sein, bei welchen keine konstanten Magnetfeldbedingungen vorliegen, wie es z.B. in der Forschung und Entwicklung und beim Betrieb von Beschichtungsanlagen der Fall ist.

[0005] Eine Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Vakuumpumpe zu schaffen, welche auch in einer Umgebung mit vergleichsweise hohen und insbesondere zeitlich variierenden Magnetfeldern sicher betreibbar ist.

[0006] Die Aufgabe wird mit einer Vakuumpumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst und insbesondere dadurch, dass ein Sensor zur Erfassung eines Magnetfelds vorgesehen ist, welcher mit einer Steuer- und/oder Auswerteeinheit verbunden ist, wobei die Steuer- und/oder Auswerteeinheit dazu ausgebildet ist, das erfasste Magnetfeld auszuwerten und auf der Basis der Auswertung in Abhängigkeit von zumindest einer Bedingung eine Maßnahme zu ergreifen.

[0007] Der Erfindung liegt der allgemeine Gedanke zugrunde, eine Vakuumpumpe mit einem Sensor auszustatten, welcher ein Magnetfeld, insbesondere ein die Vakuumpumpe umgebendes externes Magnetfeld, er-

fasst. Anhand des erfassten Magnetfelds kann die Steuer- und/oder Auswerteeinheit erkennen, ob das externe Magnetfeld für den Betrieb der Vakuumpumpe kritisch ist, und in Abhängigkeit von zumindest einer Bedingung eine Maßnahme ergreifen, welche einen sicheren Betrieb der Vakuumpumpe ermöglicht. Mit anderen Worten kann die Vakuumpumpe selbst ein sie umgebendes Magnetfeld überwachen und bei einer kritischen Situation durch Ergreifen einer von einer Bedingung abhängigen Maßnahme sich selbst in einen sicheren Zustand überführen. Ein sicherer Zustand der Vakuumpumpe ist insbesondere ein Zustand, in dem die Vakuumpumpe keinen Schaden nimmt.

[0008] Die Maßnahme kann insbesondere darin bestehen, den Betrieb der Pumpe zumindest vorübergehend zu modifizieren, zum Beispiel einer Induktion von Wirbelströmen entgegenzuwirken und den Rotor zu verlangsamen oder stillzusetzen. Prinzipiell ist es alternativ auch möglich, interne oder externe Kühleinrichtungen - sofern vorhanden - zu aktivieren, so dass nicht in den eigentlichen Betrieb der Pumpe eingegriffen zu werden braucht.

[0009] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der nachfolgenden Beschreibung, den abhängigen Ansprüchen sowie der Zeichnung zu entnehmen.

[0010] Bevorzugt erfolgt die Erfassung des Magnetfelds durch den Sensor und/oder die Auswertung des erfassten Magnetfelds durch die Steuer- und/oder Auswerteeinheit kontinuierlich.

[0011] Die Steuer- und/oder Auswerteeinheit kann in die Vakuumpumpe integriert sein, d.h. die Steuer- und/oder Auswerteeinheit ist vorzugsweise ein Bestandteil der Vakuumpumpe.

[0012] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung ist die Steuer- und/oder Auswerteeinheit dazu ausgebildet, bei der Auswertung die momentane Drehzahl des Rotors zu berücksichtigen, da die in dem Rotor induzierten Wirbelströme nicht nur von der Stärke des Magnetfeldes, sondern auch von der Umfangs- oder Bahngeschwindigkeit der Rotorkomponenten, bei einer Turbomolekularpumpe also insbesondere der Rotorscheiben, abhängig sind. Die Größe der Rotorkomponenten, insbesondere deren Durchmesser, einer jeweiligen Vakuumpumpe ist bekannt und kann folglich bei der Auswertung berücksichtigt werden.

[0013] Zusätzlich oder alternativ kann die Bedingung und/oder Maßnahme von der momentanen Drehzahl des Rotors abhängig sein. Beispielsweise kann in der Steuer- und Auswerteeinheit für jede Drehzahl des Rotors ein Magnetfeldstärkewert hinterlegt sein, bis zu welchem eine Erwärmung des Rotors infolge der durch das Magnetfeld induzierten Wirbelströme noch akzeptabel ist.

[0014] Insbesondere ist die Steuer- und/oder Auswerteeinheit dazu ausgebildet, das erfasste Magnetfeld hinsichtlich seiner Stärke auszuwerten und die dadurch erhaltene Magnetfeldstärke mit einem vorgebbaren Grenzwert für die Magnetfeldstärke zu vergleichen, wobei die Bedingung erfüllt ist, wenn die erhaltene Magnetfeldstär-

ke den Grenzwert überschreitet. Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, eine Auswertung hinsichtlich einer oder mehrerer anderer Eigenschaften des Magnetfeldes vorzunehmen, beispielsweise hinsichtlich seines zeitlichen Verhaltens, um so z.B. unabhängig von der absoluten Stärke des Magnetfeldes eine Maßnahme zu ergreifen, wenn beispielsweise die zeitlichen Schwankungen größerer sind als ein vorgegebenes Maß.

[0015] Bei Erfüllung der Bedingung kann eine Maßnahme darin bestehen, ein Warnsignal zu erzeugen. Das Warnsignal kann an einer Ausgabeeinrichtung ausgegeben werden. Beispielsweise kann die Ausgabeeinrichtung eine Anzeigeeinheit eines Rechners oder eines mobilen Endgeräts sein. Alternativ oder zusätzlich kann das Warnsignal in Form eines visuellen Signals an einem optischen Signalgeber und/oder in Form eines akustischen Signals an einem akustischen Signalgeber ausgegeben werden.

[0016] Zusätzlich oder alternativ kann die Maßnahme aber auch darin bestehen, die Drehzahl des Rotors zu reduzieren. Eine Reduzierung der Rotordrehzahl kann bei einer Grenzwertüberschreitung der Magnetfeldstärke beispielsweise dann angemessen sein, wenn weiterhin eine zufriedenstellende Pumpleistung der Vakuumpumpe bei reduzierter Rotordrehzahl möglich ist. Da die in dem drehenden Rotor induzierten Wirbelströme sowohl von der der Antriebselektronik der Pumpe ohnehin bekannten Drehzahl des Rotors als auch von der Stärke des Magnetfeldes abhängen, kann die Reduzierung der Rotordrehzahl in Abhängigkeit von der aktuellen Rotordrehzahl und/oder der aktuell erfassten Magnetfeldstärke erfolgen. Insbesondere kann der Grenzwert in Abhängigkeit von der erfassten Magnetfeldstärke so wählbar oder stetig anpassbar sein, dass die Vakuumpumpe stets mit einer maximal möglichen Drehzahl des Rotors betreibbar ist.

[0017] Ferner kann vorgesehen sein, dass während der Beschleunigung des Rotors, insbesondere nach der Inbetriebnahme der Vakuumpumpe, bei Erreichen des Grenzwertes die Drehzahl des Rotors vorerst konstant gehalten und erst bei Erfassung einer geringeren Magnetfeldstärke weiter erhöht oder bei Erfassung einer höheren Magnetfeldstärke wieder reduziert wird.

[0018] Ferner kann eine Maßnahme darin bestehen, die Vakuumpumpe auszuschalten oder zumindest den Antrieb des Rotors abzuschalten. Diese Maßnahme kann beispielsweise bei der Erfassung eines besonders starken Magnetfeldes erforderlich sein.

[0019] Es kann vorgesehen sein, dass die Steuer- und/oder Auswerteeinheit nicht nur eine Maßnahme ergreift, sondern in Abhängigkeit von verschiedenen, insbesondere zunehmenden, Magnetfeldstärken unterschiedliche, insbesondere zunehmend stärker in den Betrieb der Pumpe eingreifende, Maßnahmen veranlasst. Beispielsweise kann die Erzeugung des Warnsignals bei Überschreiten eines ersten Grenzwerts veranlasst werden. Bei Überschreiten eines zweiten Grenzwerts, welcher größer ist als der erste Grenzwert, kann die Steuer-

und/oder Auswerteeinheit dann die Reduzierung der Rotordrehzahl veranlassen. Schließlich kann die Steuer- und/oder Auswerteeinheit bei Überschreiten eines dritten Grenzwertes, welcher größer als der zweite Grenzwert ist, veranlassen, den Antrieb des Rotors abzuschalten oder die Vakuumpumpe gänzlich auszuschalten.

[0020] Vorzugsweise ist die Steuer- und/oder Auswerteeinheit dazu ausgebildet, bei der Auswertung nur diejenigen Komponenten des erfassten Magnetfeldes zu berücksichtigen, welche eine von der Ausrichtung der Rotationsachse des Rotors abweichende Ausrichtung aufweisen. Mit anderen Worten berücksichtigt die Steuer- und/oder Auswerteeinheit nur die Komponenten des Magnetfeldes, welche nicht parallel zur Rotationsachse des Rotors ausgerichtet sind, da die parallel zur Rotationsachse des Rotors ausgerichtete Komponente des Magnetfeldes in dem drehenden Rotor keine Wirbelströme induziert. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Steuer- und/oder Auswerteeinheit nur die Komponente des erfassten Magnetfeldes berücksichtigt, welche rechtwinklig zur Rotationsachse des Rotors verläuft.

[0021] Gemäß einer möglichen Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Sensor nur zur Erfassung derjenigen Komponenten des Magnetfeldes angeordnet und/oder ausgebildet ist, welche eine von der Ausrichtung der Rotationsachse des Rotors abweichende Ausrichtung aufweisen, insbesondere nur derjenigen Komponente des Magnetfeldes, die rechtwinklig zur Rotationsachse verläuft. Die Erfassung nur einer für die Auswertung relevanten Komponente des Magnetfeldes kann also beispielsweise bereits durch die bei der Sensormontage festlegbare Orientierung des Sensors relativ zur Rotationsachse des Rotors erreicht werden.

[0022] Der Sensor kann gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung auf einer Außenseite der Vakuumpumpe angebracht oder anbringbar sein. Vorhandene Vakuumpumpen können so besonders einfach nachgerüstet werden.

[0023] Alternativ kann der Sensor in eine Antriebselektronik der Vakuumpumpe integriert oder integrierbar sein und/oder auf einer Leiterplatte der Vakuumpumpe angeordnet oder anordenbar sein. Dabei kann die Leiterplatte auch unter anderem die Steuer- und/oder Auswerteeinheit tragen.

[0024] Während des Betriebs der Vakuumpumpe können stromdurchflossene Leiter und/oder ein Antrieb des Rotors und/oder ein zur Lagerung des Rotors verwendetes Magnetlager ein Magnetfeld erzeugen. Damit die Erfassung des externen Magnetfeldes nicht durch derartige interne Magnetfelder beeinflusst oder verfälscht wird, kann vorgesehen sein, dass die Steuer- und/oder Auswerteeinrichtung dazu ausgebildet ist, für einen vorgebbaren Zeitraum eine Stromzufuhr zur Vakuumpumpe, insbesondere eine Stromzufuhr zu einem den Rotor in Drehung versetzenden Antrieb, zu unterbrechen und die Maßnahme nur auf der Basis eines während der Unterbrechung der Stromzufuhr erfassten Magnetfeldes zu ergreifen.

[0025] Vorzugsweise erfolgt die Unterbrechung der Stromzufuhr in vorgebbaren Intervallen, insbesondere in regelmäßigen Intervallen. Hierdurch kann regelmäßig eine aktuelle, unverfälschte Erfassung bzw. Auswertung des Magnetfelds vorgenommen werden.

[0026] Beispielsweise wird nach dem Erreichen der jeweiligen Enddrehzahl des Pumpenrotors alle 10 Minuten der Antrieb des Rotors für eine Sekunde unterbrochen, um in diesem Zeitraum die Messung durchzuführen, d. h. das Magnetfeld zu erfassen bzw. bei permanenter Magnetfelderfassung die Auswertung vorzunehmen.

[0027] Der Sensor kann ein Magnetfeldsensor auf der Grundlage eines mikroelektromechanischen Systems sein, d.h. ein sogenannter MEMS-Magnetfeldsensor. Derartige Magnetfeldsensoren sind als Massenware kostengünstig verfügbar. Alternativ kann der Sensor in Form eines Hall-Sensors, eines GMR-Sensors, eines AMR-Sensors oder eines Fluxgate-Magnetfeldsensors ausgestaltet sein. Ein GMR-Sensor ist ein Magnetfeldsensor auf der Basis des Riesenmagnetowiderstand-Effekts. Ein AMR-Sensor ist Magnetfeldsensor auf der Basis des anisotropen Magnetowiderstand-Effekts.

[0028] Wie bereits erwähnt, schafft die Erfindung die Möglichkeit, existierende Vakuumpumpen mit einem Magnetfeldsensor nachzurüsten.

[0029] Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zum Betreiben einer Vakuumpumpe, insbesondere einer Vakuumpumpe wie hierin offenbart, bei dem mittels des Sensors ein Magnetfeld, insbesondere ein externes, nicht von der im Betrieb befindlichen Vakuumpumpe selbst erzeugtes Magnetfeld, erfasst und mittels einer Steuer- und Auswerteeinheit ausgewertet wird, wobei automatisch eine Maßnahme ergriffen wird, wenn das Ergebnis der Auswertung eine vorgebbare oder vorgegebene Bedingung erfüllt.

[0030] Ferner betrifft die Erfindung die Verwendung eines Magnetfeldsensors und einer mit diesem verbundenen Steuer- und/oder Auswerteeinheit zum Erfassen externer Magnetfelder während des Betriebs einer Vakuumpumpe, insbesondere einer Vakuumpumpe wie hierin offenbart, und zum automatischen Eingriff in den Betrieb der Vakuumpumpe in Abhängigkeit von zumindest einer ermittelten Eigenschaft des erfassten Magnetfeldes.

[0031] Nachfolgend wird die Erfindung rein beispielhaft anhand vorteilhafter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Turbomolekularpumpe gemäß dem Stand der Technik,

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

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

Fig. 4 eine Querschnittsansicht der Turbomolekular-

pumpe längs der in Fig. 2 gezeigten Schnittlinie B-B,

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

Fig. 6 eine Ansicht entsprechend Fig. 3 einer erfindungsgemäßen Turbomolekularvakuumpumpe mit unterschiedlichen Anbringungsstellen eines Sensors zur Erfassung eines Magnetfelds.

[0032] In Fig. 1 bis 5 ist eine bekannte Vakuumpumpe 111 in Form einer Turbomolekularpumpe 111 dargestellt, welche mit einem Sensor 225 zur Erfassung eines Magnetfelds versehen werden kann, was anhand von Fig. 6 näher erläutert wird, wo beispielhaft verschiedene Stellen gezeigt sind, an welchen der Sensor 225 vorgesehen sein kann. Die nachfolgenden Ausführungen in Verbindung mit den Fig. 1 bis 5 gelten folglich auch für die erfindungsgemäße Vakuumpumpe der Fig. 6.

[0033] 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.

[0034] Der Einlassflansch 113 bildet bei der Ausrichtung der Vakuumpumpe gemäß Fig. 1 das obere Ende des Gehäuses 119 der Vakuumpumpe 111. Das Gehäuse 119 umfasst ein Unterteil 121, an welchem seitlich ein Elektronikgehäuse 123 angeordnet ist. In dem Elektronikgehäuse 123 sind elektrische und/oder elektronische Komponenten der Vakuumpumpe 111 untergebracht, z. B. zum Betreiben eines in der Vakuumpumpe angeordneten Elektromotors 125 (vgl. auch Fig. 3). Am Elektronikgehäuse 123 sind mehrere Anschlüsse 127 für Zubehör vorgesehen.

[0035] Außerdem sind eine Datenschnittstelle 129, z. B. gemäß dem RS485-Standard, und ein Stromversorgungsanschluss 131 am Elektronikgehäuse 123 angeordnet.

[0036] Es existieren auch Turbomolekularpumpen, die kein derartiges angebrachtes Elektronikgehäuse aufweisen, sondern an eine externe Antriebselektronik angeschlossen werden.

[0037] Am Gehäuse 119 der Turbomolekularpumpe 111 ist ein Fluteinlass 133, insbesondere in Form eines Flutventils, vorgesehen, über den die Vakuumpumpe 111 geflutet werden kann. Im Bereich des Unterteils 121 ist ferner noch ein Sperrgasanschluss 135, der auch als Spülgasanschluss bezeichnet wird, angeordnet, über welchen Spülgas zum Schutz des Elektromotors 125

(siehe z.B. Fig. 3) vor dem von der Pumpe geförderten Gas in den Motorraum 137, in welchem der Elektromotor 125 in der Vakuumpumpe 111 untergebracht ist, eingelassen werden kann. Im Unterteil 121 sind ferner noch zwei Kühlmittelanschlüsse 139 angeordnet, wobei einer der Kühlmittelanschlüsse als Einlass und der andere Kühlmittelanschluss als Auslass für Kühlmittel vorgesehen ist, das zu Kühlzwecken in die Vakuumpumpe geleitet werden kann. Andere existierende Turbomolekularvakuum pumpen (nicht dargestellt) werden ausschließlich mit Luftkühlung betrieben.

[0038] Die untere Seite 141 der Vakuumpumpe kann als Standfläche dienen, sodass die Vakuumpumpe 111 auf der Unterseite 141 stehend betrieben werden kann. Die Vakuumpumpe 111 kann aber auch über den Einlassflansch 113 an einem Rezipienten befestigt werden und somit gewissermaßen hängend betrieben werden. Außerdem kann die Vakuumpumpe 111 so gestaltet sein, dass sie auch in Betrieb genommen werden kann, wenn sie auf andere Weise ausgerichtet ist als in Fig. 1 gezeigt ist. Es lassen sich auch Ausführungsformen der Vakuumpumpe realisieren, bei der die Unterseite 141 nicht nach unten, sondern zur Seite gewandt oder nach oben gerichtet angeordnet werden kann. Grundsätzlich sind dabei beliebige Winkel möglich.

[0039] Andere existierende Turbomolekularvakuum pumpen (nicht dargestellt), die insbesondere größer sind als die hier dargestellte Pumpe, können nicht stehend betrieben werden.

[0040] 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.

[0041] An der Unterseite 141 sind außerdem Befestigungsbohrungen 147 angeordnet, über welche die Pumpe 111 beispielsweise an einer Auflagefläche befestigt werden kann. Dies ist bei anderen existierenden Turbomolekularvakuum pumpen (nicht dargestellt), die insbesondere größer sind als die hier dargestellte Pumpe, nicht möglich.

[0042] In den Fig. 2 bis 5 ist eine Kühlmittelleitung 148 dargestellt, in welcher das über die Kühlmittelanschlüsse 139 ein- und ausgeleitete Kühlmittel zirkulieren kann.

[0043] Wie die Schnittdarstellungen der Fig. 3 bis 5 zeigen, umfasst die Vakuumpumpe mehrere Prozessgaspumpstufen zur Förderung des an dem Pumpeneinlass 115 anstehenden Prozessgases zu dem Pumpenauslass 117.

[0044] In dem Gehäuse 119 ist ein Rotor 149 angeordnet, der eine um eine Rotationsachse 151 drehbare Rotorwelle 153 aufweist.

[0045] 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. Da-

bei 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.

[0046] Die Vakuumpumpe umfasst außerdem in radialer Richtung ineinander angeordnete und pumpwirksam miteinander in Serie geschaltete Holweck-Pumpstufen. Es existieren andere Turbomolekularvakuum pumpen (nicht dargestellt), die keine Holweck-Pumpstufen aufweisen.

[0047] 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 coaxial zur Rotationsachse 151 orientiert und in radialer Richtung ineinander geschachtelt sind. Ferner sind zwei zylindermantelförmige Holweck-Statorhülsen 167, 169 vorgesehen, die ebenfalls coaxial zu der Rotationsachse 151 orientiert und in radialer Richtung gesehen ineinander geschachtelt sind.

[0048] 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.

[0049] 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.

[0050] Die vorstehend genannten pumpaktiven Oberflächen der Holweck-Statorhülsen 167, 169 weisen jeweils mehrere spiralförmig um die Rotationsachse 151 herum in axialer Richtung verlaufende Holweck-Nuten auf, während die gegenüberliegenden Mantelflächen der

Holweck-Rotorhülsen 163, 165 glatt ausgebildet sind und das Gas zum Betrieb der Vakuumpumpe 111 in den Holweck-Nuten vorantreiben.

[0051] 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.

[0052] Im Bereich des Wälzlagers 181 ist an der Rotorwelle 153 eine konische Spritzmutter 185 mit einem zu dem Wälzlager 181 hin zunehmenden Außendurchmesser vorgesehen. Die Spritzmutter 185 steht mit mindestens einem Abstreifer eines Betriebsmittelspeichers in gleitendem Kontakt. Bei anderen existierenden Turbomolekularvakuumumpumpen (nicht dargestellt) kann anstelle einer Spritzmutter eine Spritzschraube vorgesehen sein. Da somit unterschiedliche Ausführungen möglich sind, wird in diesem Zusammenhang auch der Begriff "Spritzspitze" verwendet. Der Betriebsmittelspeicher umfasst mehrere aufeinander gestapelte saugfähige Scheiben 187, die mit einem Betriebsmittel für das Wälzlager 181, z.B. mit einem Schmiermittel, getränkt sind.

[0053] 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 größeren 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.

[0054] Das Permanentmagnetlager 183 umfasst eine rotorseitige Lagerhälfte 191 und eine statorseitige Lagerhälfte 193, welche jeweils einen Ringstapel aus mehreren in axialer Richtung aufeinander gestapelten permanentmagnetischen Ringen 195, 197 umfassen. Die Ringmagnete 195, 197 liegen einander unter Ausbildung eines radialen Lagerspalts 199 gegenüber, wobei die rotorseitigen Ringmagnete 195 radial außen und die statorseitigen Ringmagnete 197 radial innen angeordnet sind. Das in dem Lagerspalt 199 vorhandene magnetische Feld ruft magnetische Abstoßungskräfte zwischen den Ringmagneten 195, 197 hervor, welche eine radiale Lagerung der Rotorwelle 153 bewirken. Die rotorseitigen Ringmagnete 195 sind von einem Trägerabschnitt 201 der Rotorwelle 153 getragen, welcher die Ringmagnete 195 radial außenseitig umgibt. Die statorseitigen Ringmagnete 197 sind von einem statorseitigen Trägerabschnitt 203 getragen, welcher sich durch die Ringmagnete 197 hindurch erstreckt und an radialen Streben 205 des Gehäuses 119 aufgehängt ist. Parallel zu der Rotationsachse 151 sind die rotorseitigen Ringmagnete 195 durch ein mit dem Trägerabschnitt 201 gekoppeltes Deckelelement 207 festgelegt. Die statorseitigen Ringmagnete 197 sind parallel zu der Rotationsachse 151 in der einen Richtung durch einen mit dem Trägerabschnitt 203 verbundenen Befestigungsring 209 sowie einen mit dem

Trägerabschnitt 203 verbundenen Befestigungsring 211 festgelegt. Zwischen dem Befestigungsring 211 und den Ringmagneten 197 kann außerdem eine Tellerfeder 213 vorgesehen sein.

[0055] Innerhalb des Magnetlagers ist ein Not- bzw. Fanglager 215 vorgesehen, welches im normalen Betrieb der Vakuumpumpe 111 ohne Berührung leer läuft und erst bei einer übermäßigen radialen Auslenkung des Rotors 149 relativ zu dem Stator in Eingriff gelangt, um einen radialen Anschlag für den Rotor 149 zu bilden, damit eine Kollision der rotorseitigen Strukturen mit den statorseitigen Strukturen verhindert wird. Das Fanglager 215 ist als ungeschmiertes Wälzlager ausgebildet und bildet mit dem Rotor 149 und/oder dem Stator einen radialen Spalt, welcher bewirkt, dass das Fanglager 215 im normalen Pumpbetrieb außer Eingriff ist. Die radiale Auslenkung, bei der das Fanglager 215 in Eingriff gelangt, ist groß genug bemessen, sodass das Fanglager 215 im normalen Betrieb der Vakuumpumpe nicht in Eingriff gelangt, und gleichzeitig klein genug, sodass eine Kollision der rotorseitigen Strukturen mit den statorseitigen Strukturen unter allen Umständen verhindert wird.

[0056] 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.

[0057] 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.

[0058] 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.

[0059] Bei der erfindungsgemäßen Turbomolekularvakuumpumpe gemäß Fig. 6 ist der Magnetfeldsensor

225 mit einer Steuer- und/oder Auswerteeinheit 227 verbunden, welche in dem dargestellten Ausführungsbeispiel im Elektronikgehäuse 123 untergebracht ist. Gemäß einer möglichen Ausgestaltung ist der Sensor 225 zusammen mit der Steuer- und/oder Auswerteeinheit 227 auf einer Leiterplatte 229 in dem Elektronikgehäuse 123 angeordnet. Wenn diese Leiterplatte 229 nicht ohnehin ein Bestandteil der Antriebselektronik der Vakuumpumpe ist, dann kann alternativ der Sensor 225 auch in diese Antriebselektronik integriert sein. Bei Anbringung an einer Leiterplatte (Platine) kann der Sensor 225 auch auf einer Leiterplatte vorgesehen sein, die nicht im Elektronikgehäuse 123, sondern innerhalb der Pumpe angeordnet ist. Gemäß einer anderen möglichen Ausgestaltung kann der Sensor 225 auf einer Außenseite der Vakuumpumpe 111, wie in Fig. 6 schematisch gezeigt, angebracht und mittels nicht dargestellter Leitungen mit der Steuer- und/oder Auswerteeinheit 227 verbunden sein. Der Sensor 225 und die Steuer- und/oder Auswerteeinheit 227 können auch gemeinsam eine Baugruppe bilden, die als eine Einheit an einer grundsätzlich beliebigen Stelle der Vakuumpumpe angebracht sein kann.

[0060] Die Steuer- und/oder Auswerteeinheit 227 ist dazu ausgebildet, das von dem Sensor 225 erfasste Magnetfeld auszuwerten. Insbesondere dient die Steuer- und/oder Auswerteeinheit 227 dazu, die Stärke des erfassten Magnetfelds zu bestimmen. Die Steuer- und/oder Auswerteeinheit 227 dient außerdem dazu, auf der Basis der Auswertung in Abhängigkeit von zumindest einer Bedingung eine Maßnahme zu ergreifen.

[0061] Beispielsweise kann eine jeweilige Bedingung erfüllt sein, wenn die Stärke des erfassten Magnetfelds einen vorgebbaren Grenzwert überschreitet. Die Steuer- und/oder Auswerteeinheit 227 kann dann als zu ergreifende Maßnahme zum Beispiel ein Warnsignal erzeugen. Es ist aber auch möglich, dass die Steuer- und/oder Auswerteeinheit 227 die Drehzahl des Rotors 149 reduziert. In anderen Fällen kann die Steuer- und/oder Auswerteeinheit 227 auch ein Ausschalten der Vakuumpumpe 111 veranlassen.

[0062] Generell können die zu ergreifende Maßnahme und die Bedingung, die erfüllt sein muss, damit die Maßnahme ergriffen wird, von vielen Faktoren abhängig sein, beispielsweise von Eigenschaften der Vakuumpumpe wie z.B. der Nenndrehzahl und der Umfangs- oder Bahngeschwindigkeit der Rotorscheiben.

[0063] Vorzugsweise berücksichtigt die Steuer- und/oder Auswerteeinheit 227 und/oder erfasst der Sensor 225 nur die Komponente des Magnetfelds, welche rechtwinklig zur Rotationsachse 151 des Rotors 149 verläuft, da diese Komponente für die Induzierung von Wirbelströmen in dem drehenden Rotor 149 verantwortlich ist und axiale, also parallel zur Rotationsachse verlaufende Komponenten des Magnetfeldes für den Betrieb der Vakuumpumpe unbedenklich sind. In Abhängigkeit von seiner konkreten Ausgestaltung kann der Sensor 225 zum Beispiel so angeordnet sein, dass axiale Magnetfelder nicht erfasst werden.

[0064] Der Sensor 225 ist vorzugsweise als kostengünstiger MEMS-Magnetfeldsensor ausgestaltet, kann aber auch in Form eines Hall-Sensors, eines GMR-Sensors, eines AMR-Sensors oder eines Fluxgate-Magnetfeldsensors vorgesehen sein.

Bezugszeichenliste

[0065]

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

Patentansprüche

1. Vakuumpumpe (111), insbesondere Turbomolekularpumpe (111), mit einem um eine Rotationsachse (151) drehbaren Rotor (149), wobei ein Sensor (225) zur Erfassung eines Magnetfelds vorgesehen ist, welcher mit einer Steuer- und/oder Auswerteeinheit (227) verbunden ist, wobei die Steuer- und/oder Auswerteeinheit (227) dazu ausgebildet ist, das erfasste Magnetfeld auszuwerten und auf der Basis der Auswertung in Abhängigkeit von zumindest einer Bedingung eine Maßnahme zu ergreifen.
2. Vakuumpumpe (111) nach Anspruch 1, wobei die Steuer- und/oder Auswerteeinheit (227) dazu ausgebildet ist, bei der Auswertung die momentane Drehzahl des Rotors (149) zu berücksichtigen, und/oder wobei die Bedingung und/oder Maßnahme von der momentanen Drehzahl des Rotors (149) abhängig ist.
3. Vakuumpumpe (111) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Steuer- und/oder Auswerteeinheit (227) dazu ausgebildet ist, das erfasste Magnetfeld hinsichtlich seiner Stärke auszuwerten und die dadurch erhaltene Magnetfeldstärke mit einem vorgebbaren Grenzwert für die Magnetfeldstärke zu vergleichen, wobei die Bedingung erfüllt ist, wenn die erhaltene Magnetfeldstärke den Grenzwert überschreitet.
4. Vakuumpumpe (111) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Steuer- und/oder Auswerteeinheit (227) dazu ausgebildet ist, bei der Auswertung nur diejenigen Komponenten des erfassten Magnetfelds zu berücksichtigen, welche eine von der Ausrichtung der Rotationsachse (151) des Rotors (149) abweichende Ausrichtung aufweisen.
5. Vakuumpumpe (111) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Sensor (225) nur zur Erfassung derjenigen Komponenten des Magnetfelds angeordnet und/oder ausgebildet ist, welche eine von der Ausrichtung der Rotationsachse

(151) des Rotors (149) abweichende Ausrichtung aufweisen, insbesondere nur derjenigen Komponente des Magnetfelds, die rechtwinklig zur Rotationsachse (151) verläuft.

- 5 6. Vakuumpumpe (111) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Maßnahme darin besteht, ein Warnsignal zu erzeugen.
- 10 7. Vakuumpumpe (111) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Maßnahme darin besteht, eine Drehzahl des Rotors (149) zu reduzieren.
- 15 8. Vakuumpumpe (111) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Maßnahme darin besteht, die Vakuumpumpe (111) auszuschalten.
- 20 9. Vakuumpumpe (111) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Sensor (225, 225a, 225b) auf einer Außenseite der Vakuumpumpe (111) angebracht oder anbringbar ist.
- 25 10. Vakuumpumpe (111) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei der Sensor (225) in eine Antriebselektronik der Vakuumpumpe integriert oder integrierbar ist und/oder auf einer Leiterplatte (229) der Vakuumpumpe (111) angeordnet oder anordenbar ist, insbesondere auf einer Leiterplatte (229), welche die Steuer- und/oder Auswerteeinheit (227) trägt.
- 30 11. Vakuumpumpe (111) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Steuer- und/oder Auswerteeinrichtung (227) dazu ausgebildet ist, für einen vorgebbaren Zeitraum eine Stromzufuhr zur Vakuumpumpe (111), insbesondere eine Stromzufuhr zu einem den Rotor (149) in Drehung versetzen Antrieb, zu unterbrechen und die Maßnahme nur auf der Basis eines während der Unterbrechung der Stromzufuhr erfassten Magnetfelds zu ergreifen.
- 35 12. Vakuumpumpe (111) nach Anspruch 11, wobei die Unterbrechung der Stromzufuhr in vorgebbaren Intervallen, insbesondere in regelmäßigen Intervallen, erfolgt.
- 40 13. Vakuumpumpe (111) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Sensor (225) ein MEMS-Magnetfeldsensor, ein Hall-Sensor, ein GMR-Sensor, ein AMR-Sensor oder ein Fluxgate-Magnetfeldsensor ist.
- 45 14. Verfahren zum Betreiben einer Vakuumpumpe (111) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem mittels des Sensors (225) ein Magnetfeld, insbesondere ein externes, nicht von der im Betrieb befindlichen Vakuumpumpe (111) selbst er-
- 50
- 55

zeugtes Magnetfeld, erfasst und mittels der Steuer- und Auswerteeinheit ausgewertet wird, wobei automatisch eine Maßnahme ergriffen wird, wenn das Ergebnis der Auswertung eine vorgegebene Bedingung erfüllt.

5

15. Verwendung eines Magnetfeldsensors und einer mit diesem verbundenen Steuer- und/oder Auswerteeinheit zum Erfassen externer Magnetfelder während des Betriebs einer Vakuumpumpe, insbesondere einer Turbomolekularvakuumpumpe, und zum automatischen Eingriff in den Betrieb der Vakuumpumpe in Abhängigkeit von zumindest einer ermittelten Eigenschaft des erfassten Magnetfeldes.-.-.-.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

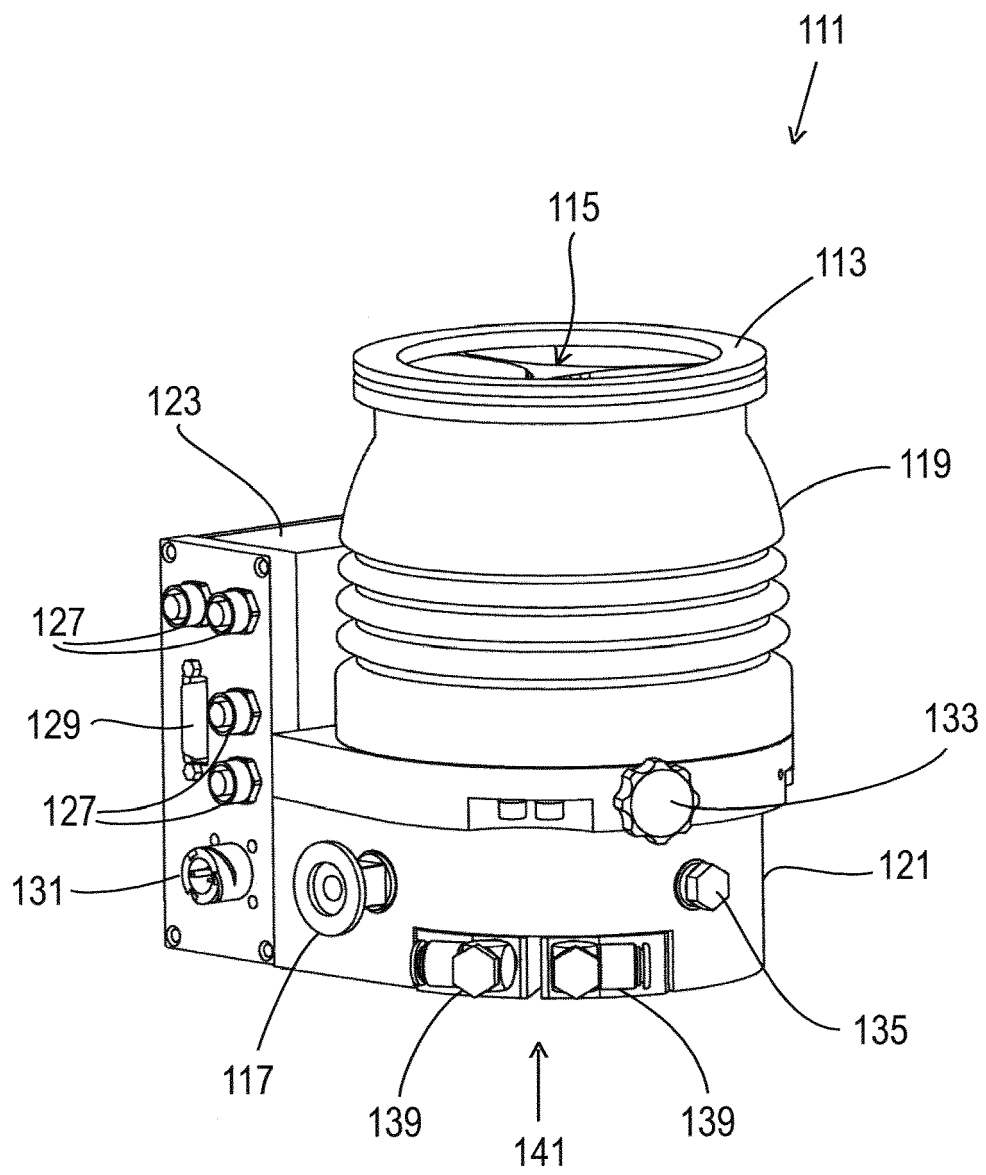


Fig. 1

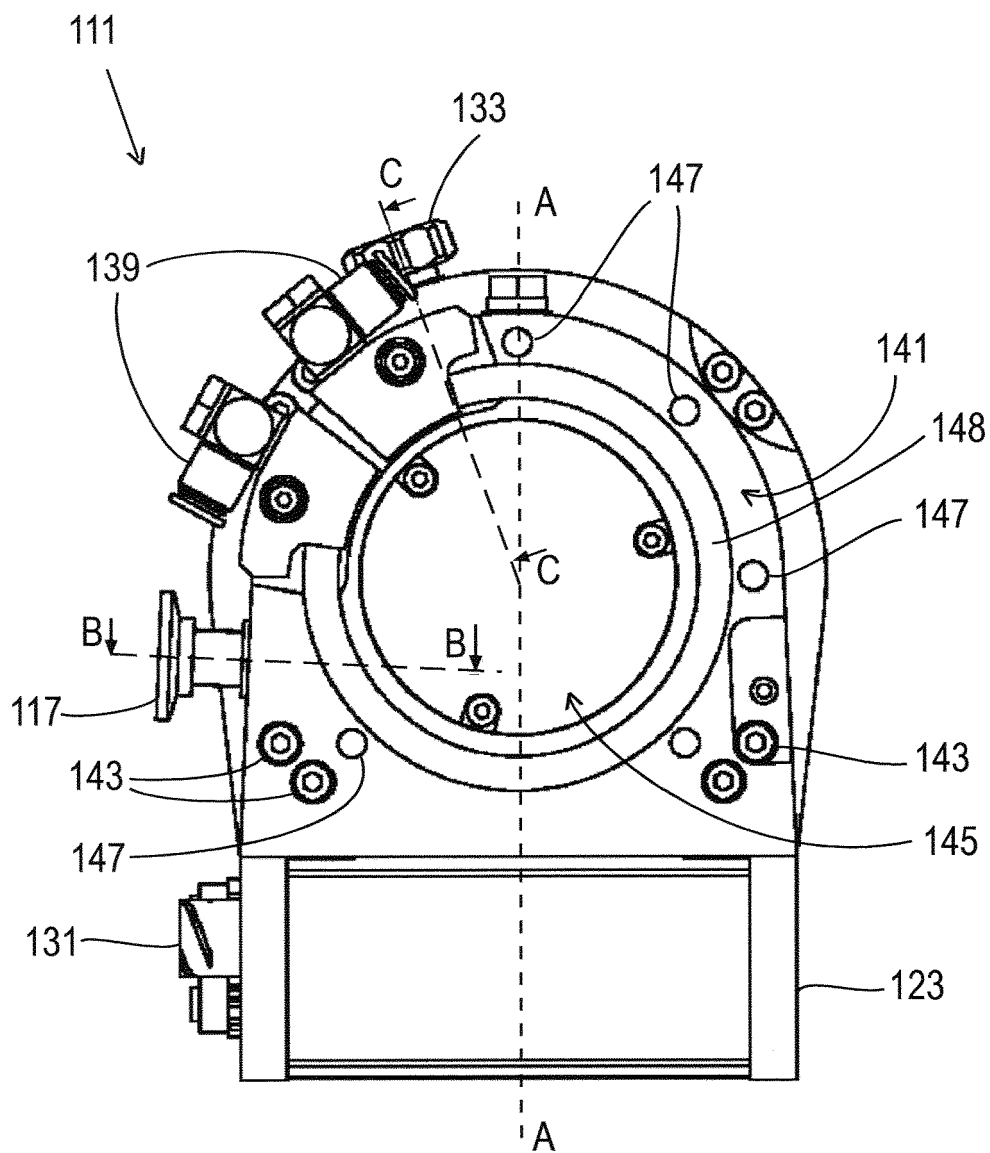


Fig. 2

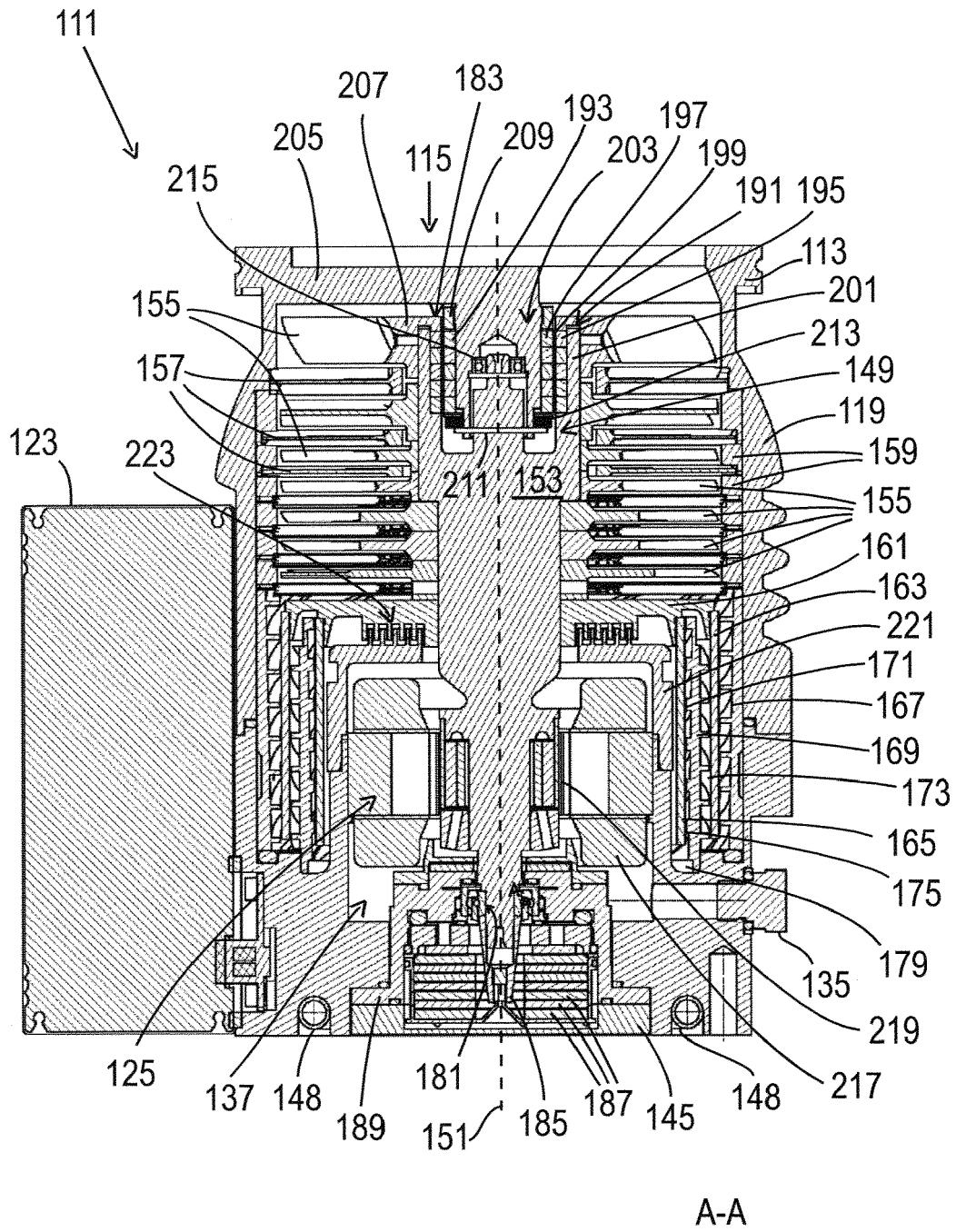


Fig. 3

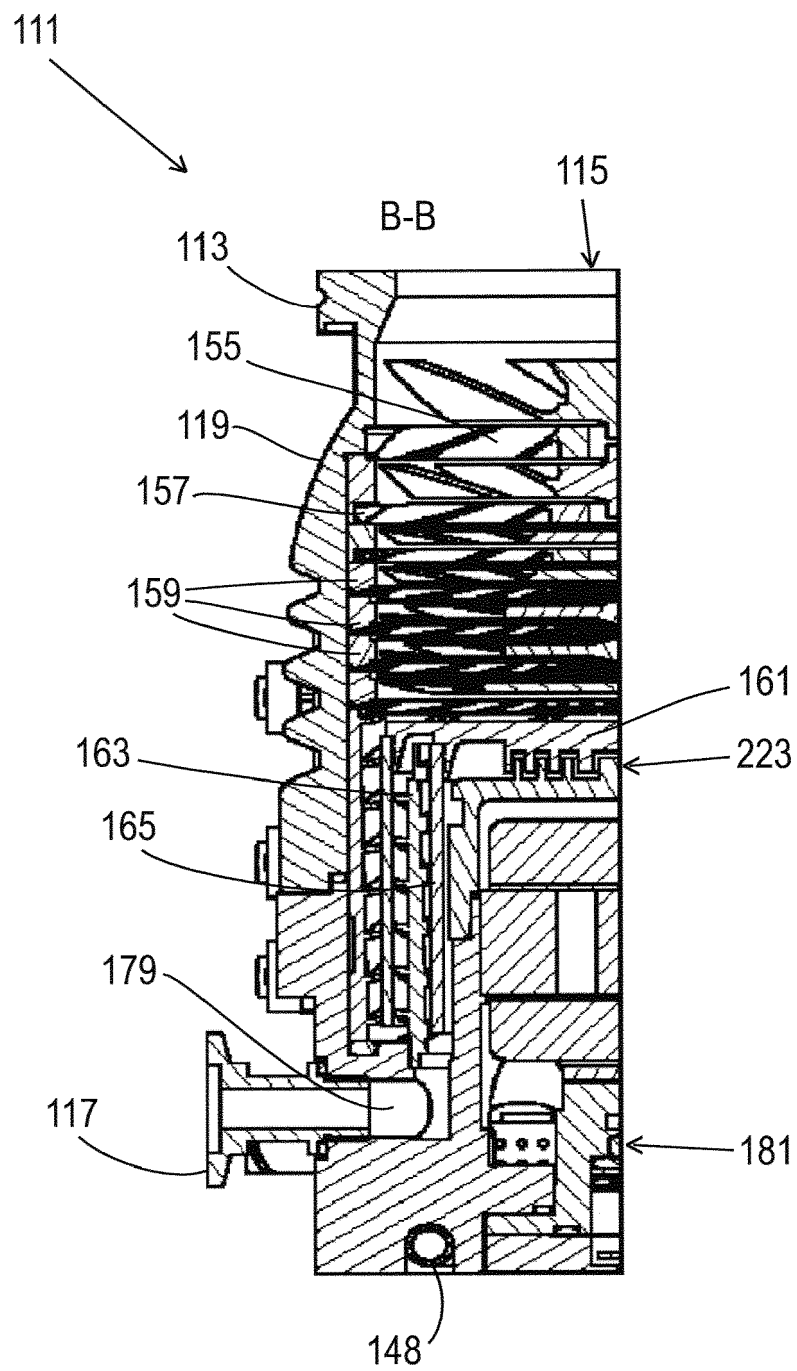


Fig. 4

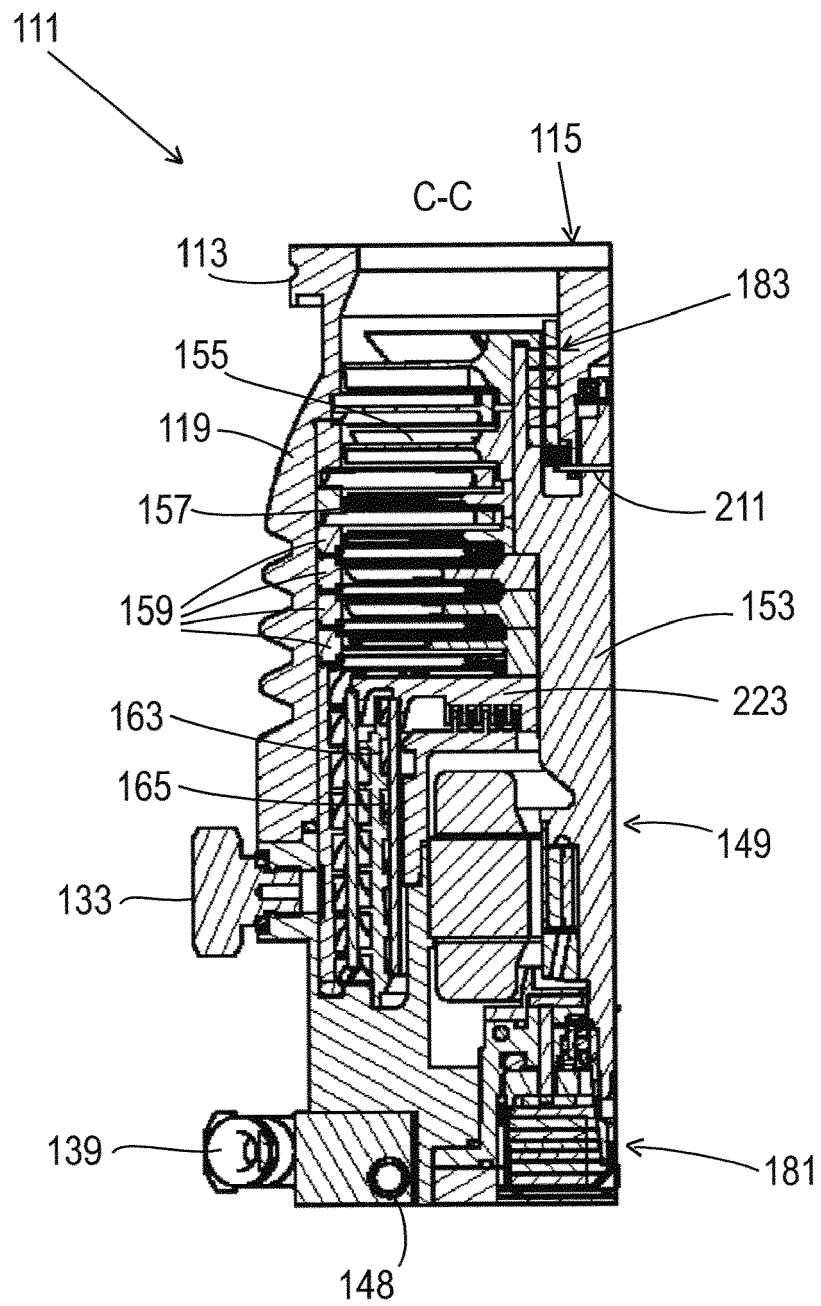


Fig. 5

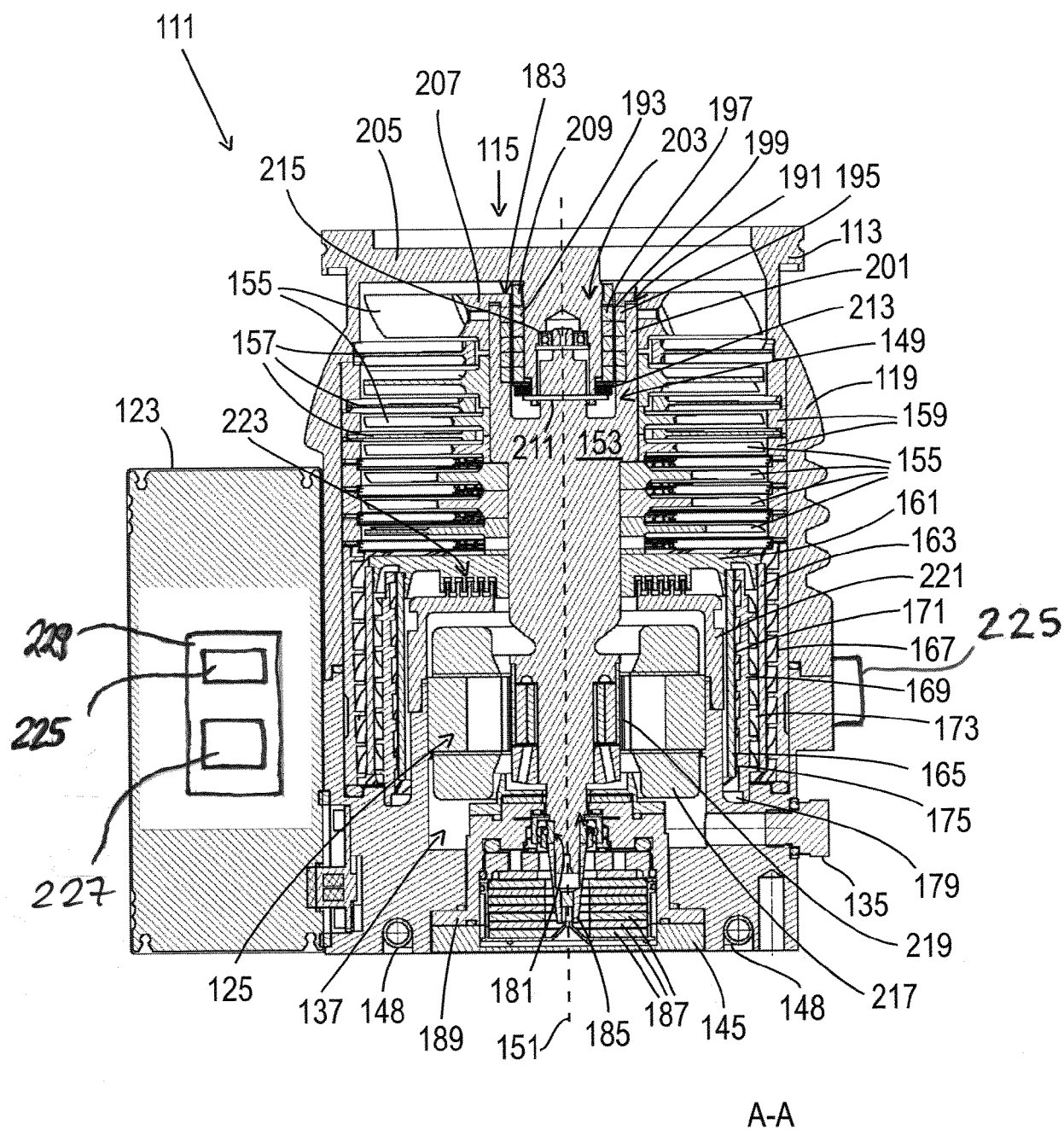


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 21 18 2566

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	EP 2 108 930 A1 (VARIAN SPA [IT]) 14. Oktober 2009 (2009-10-14)	1-10, 13-15	INV. F04D19/04
A	* Absätze [0001], [0003], [0012] - [0014], [0016], [0018], [0021], [0025], [0026], [0033], [0037] * * Abbildungen 1-8 *	11,12	F04D27/00 F04D27/02
X	EP 2 848 816 A1 (PFEIFFER VACUUM GMBH [DE]) 18. März 2015 (2015-03-18)	1-3, 6-10,13, 14	
A	* Absätze [0001], [0003], [0008], [0009], [0022], [0023], [0030], [0033], [0034], [0047], [0050], [0051], [0071] * * Abbildungen 1, 2 *	4,5,11, 12,15	
A	JP S63 252288 A (JAPAN ATOMIC ENERGY RES INST; TOSHIBA CORP) 19. Oktober 1988 (1988-10-19) * Anspruch 1 * * Abbildung 1 *	1-15	
A	US 2013/129482 A1 (TSUTSUI SHINGO [JP]) 23. Mai 2013 (2013-05-23) * Absätze [0001], [0007], [0018], [0048] * * Abbildung 10 *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F04B F04C F04D
A	US 2009/324382 A1 (SCHMITZ MICHAEL BERNHARD [DE] ET AL) 31. Dezember 2009 (2009-12-31) * Absatz [0049] *	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 15. November 2021	Prüfer De Tobel, David
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 03.82 (P04C03)

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

EP 21 18 2566

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.

15-11-2021

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2108930 A1	14-10-2009	EP 2108930 A1	14-10-2009
		JP 2009250246 A	29-10-2009
		US 2009257470 A1	15-10-2009
EP 2848816 A1	18-03-2015	CN 104454570 A	25-03-2015
		DE 102013110251 A1	19-03-2015
		EP 2848816 A1	18-03-2015
		JP 5972944 B2	17-08-2016
		JP 2015059569 A	30-03-2015
		US 2015078881 A1	19-03-2015
JP S63252288 A	19-10-1988	JP H0769444 B2	31-07-1995
		JP S63252288 A	19-10-1988
US 2013129482 A1	23-05-2013	CN 103069173 A	24-04-2013
		JP 5494807 B2	21-05-2014
		JP WO2012018111 A1	03-10-2013
		US 2013129482 A1	23-05-2013
		WO 2012018111 A1	09-02-2012
US 2009324382 A1	31-12-2009	KEINE	

EPO FORM P0461

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