

(19)



(11)

EP 4 556 718 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.05.2025 Patentblatt 2025/21

(21) Anmeldenummer: **25166413.2**

(22) Anmeldetag: **26.03.2025**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F04D 19/04 ^(2006.01) **F04D 25/06** ^(2006.01)
F04D 29/058 ^(2006.01) **F04D 29/52** ^(2006.01)
F04D 29/58 ^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F04D 19/042; F04D 25/0606; F04D 29/058;
F04D 29/522; F04D 29/5806; F04D 29/5853;
F05D 2260/22141; F05D 2260/31; F05D 2260/37

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

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

(72) Erfinder:
• **KOCH, Bernhard**
35619 Braunfels (DE)
• **WOLFF, Nikolai**
35764 Sinn-Fleisbach (DE)
• **TAZBER, Bernhard**
35305 Grünberg (DE)

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

(54) **VAKUUMPUMPE MIT MAGNETLAGERUNG**

(57) Eine Vakuumpumpe umfasst ein Pumpengehäuse, einen Rotor, der pumpaktive Elemente umfasst und eine Drehachse aufweist, die eine axiale Richtung definiert, und eine Lager-Antriebseinheit. Diese Lager-Antriebseinheit umfasst wiederum Lagerelemente eines Magnetlagers zur Lagerung des Rotors, einen Motor zum

Antreiben des Rotors und ein Lagergehäuse, innerhalb dessen die Lagerelemente und der Rotor angeordnet sind. Das Lagergehäuse weist eine Befestigungsverbindung mit dem Pumpengehäuse auf, die in der axialen Richtung in einem Bereich des Motors angeordnet ist.

EP 4 556 718 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe, bei der es sich insbesondere um eine Turbomolekularpumpe handelt und die ein Pumpengehäuse, einen Rotor mit pumpaktiven Elementen und eine Lager-Antriebseinheit umfasst, die Lagerelemente eines Magnetlagers zur Lagerung des Rotors und einen Motor zum Antreiben des Rotors enthält.

[0002] Solche Vakuumpumpen umfassen als Magnetlager häufig aktive Magnetlager, die den Rotor der Vakuumpumpe berührungslos lagern. Mittels eines solchen aktiven Magnetlagers wird der Rotor somit während des Betriebs der Vakuumpumpe zwischen Statorelementen schwebend in einer vorbestimmten räumlichen Lage gehalten.

[0003] Lagerelemente eines solchen Magnetlagers und ein Elektromotor zum Antreiben des Rotors werden häufig zusammen in einem gemeinsamen Lagergehäuse untergebracht, um eine sogenannte Spindel zur aktiven Magnetlagerung bzw. aktive Magnetlagerungsspindel zu bilden, die als Lager-Antriebseinheit in die Vakuumpumpe integriert werden kann. Diese Lager-Antriebseinheit kann zusammen mit dem Rotor ausgerichtet und ausgewuchtet werden, bevor diese gemeinsam in die Vakuumpumpe eingesetzt werden. Die Befestigung der Lager-Antriebseinheit erfolgt zur Stabilisierung meist an einem oberen oder unteren axialen Ende der Lager-Antriebseinheit bzw. Magnetlagerungsspindel und beispielsweise in einem Unterteil eines Pumpengehäuses einer Turbomolekularpumpe.

[0004] Die Installation der Lager-Antriebseinheit bzw. Magnetlagerungsspindel und des Rotors wird meistens von einer Oberseite bezogen auf das Unterteil des Pumpengehäuses aus durchgeführt. Bei einer solchen Installation ist das Verlegen der erforderlichen Kabel für die Lagerelemente des Magnetlagers und den Motor häufig aufwändig, da die erforderlichen Anschlüsse an der Lager-Antriebseinheit und dem Motor nach dem Einsetzen der Magnetlagerungsspindel häufig nicht besonders gut zugänglich sind. Es besteht das Risiko von Montagefehlern, beispielsweise mit eingeklemmten Kabeln.

[0005] Ferner ist ein thermischer Kontakt zwischen der Lager-Antriebseinheit und dem Pumpengehäuse unter Umständen unzureichend, wenn das Gehäuse der Lager-Antriebseinheit bzw. Magnetlagerungsspindel an seinem oberen bzw. unteren axialen Ende befestigt wird. Häufig ist der Motor zum Antreiben des Rotors in der Mitte der Lager-Antriebseinheit bzw. Magnetlagerungsspindel angeordnet und stellt dort die Hauptquelle für die thermische Erwärmung der Lager-Antriebseinheit dar. Bis zur Befestigung am oberen oder unteren axialen Ende der Lager-Antriebseinheit ist daher meist eine gewisse Distanz vorhanden, die das Abführen der Wärme vom Motor über die Befestigung der Lager-Antriebseinheit erschwert. Darüber hinaus kann die Befestigung der Lager-Antriebseinheit bzw. Magnetlagerungsspindel an ihrem oberen oder unteren axialen Ende zu gewissen

Vibrationen innerhalb der Vakuumpumpe führen.

[0006] Eine Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Vakuumpumpe zu schaffen, bei der sich eine Lager-Antriebseinheit bzw. Magnetlagerungsspindel mit geringem Aufwand installieren lässt und bei der ferner die thermische Anbindung und das Vibrationsverhalten der Lager-Antriebseinheit verbessert sind.

[0007] Diese Aufgabe wird durch eine Vakuumpumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhaft Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen angegeben.

[0008] Die Vakuumpumpe, die insbesondere eine Turbomolekularpumpe ist, umfasst ein Pumpengehäuse, einen Rotor, der pumpaktive Elemente umfasst und eine Drehachse aufweist, die eine axiale Richtung definiert, und eine Lager-Antriebseinheit. Diese Lager-Antriebseinheit umfasst Lagerelemente eines Magnetlagers zur Lagerung des Rotors, einen Motor zum Antreiben des Rotors und ein Lagergehäuse, innerhalb dessen die Lagerelemente und der Rotor angeordnet sind. Das Lagergehäuse weist eine Befestigungsverbindung mit dem Pumpengehäuse auf, die in der axialen Richtung in einem Bereich des Motors angeordnet ist.

[0009] Das Magnetlager kann ein aktives Magnetlager sein, d.h. ein Magnetlager mit einer solchen Positionsregelung des Rotors der Vakuumpumpe, dass sich der Rotor der Vakuumpumpe während deren Betrieb in einem Schwebezustand innerhalb des Magnetlagers befindet. In einem solchen Schwebezustand weist der Rotor der Vakuumpumpe folglich keinerlei Kontakt mit weiteren Elementen der Vakuumpumpe auf. Ein Kontakt mit Wälzlager, die auch als Not- bzw. Fanglager bezeichnet werden, besteht nur bei unerwarteten Ereignissen, die vom Normalbetrieb der Vakuumpumpe abweichen und bei denen sich der Rotor von seiner Sollposition innerhalb des Magnetlagers entfernt. Außerdem steht der Rotor nach Abschalten der Vakuumpumpe mit den Not- bzw. Fanglagern in Kontakt.

[0010] Die Lager-Antriebseinheit kann auch als aktive Magnetlagerungsspindel bezeichnet werden, wenn das Magnetlager ein aktives Magnetlager ist. Innerhalb des Lagergehäuses der Magnetlagerungsspindel können sowohl die Lagerelemente des Magnetlagers als auch der Motor bzw. der Elektromotor zum Antreiben des Rotors angeordnet sein.

[0011] Die Anordnung der Befestigungsverbindung in axialer Richtung in einem Bereich des Motors kann derart ausgebildet sein, dass in der axialen Richtung eine zumindest teilweise Überlagerung des Motors und der Befestigungsverbindung vorhanden ist. Wenn die Befestigungsverbindung beispielsweise durch einen Bund oder einen Vorsprung an einer Außenseite des Lagergehäuses der Lager-Antriebseinheit gebildet ist, gibt es in axialer Richtung und in Umfangsrichtung einen bestimmten Flächenbereich, in welchem das Lagergehäuse einen Teil der Außenfläche des Motors abdeckt, wenn die Vakuumpumpe in radialer Richtung von außen betrach-

tet wird.

[0012] In axialer Richtung kann der Motor der Vakuumpumpe in einem Mittelbereich des Lagergehäuses angeordnet sein, d.h. mit einem jeweils etwa gleich großen Abstand bezogen auf axiale Enden des Lagergehäuses bzw. der Magnetlagerungsspindel. Daher kann die Befestigungsverbindung zwischen dem Lagergehäuse und dem Pumpengehäuse in axialer Richtung ebenfalls in einem solchen Mittelbereich der Lager-Antriebseinheit bzw. deren Lagergehäuse angeordnet sein und somit etwa gleich weit von den beiden axialen Enden des Lagergehäuses beabstandet sein. Mit anderen Worten ist der axiale Abstand der Befestigungsverbindung bezogen auf die Mitte des Lagergehäuses in axialer Richtung kleiner als ihr jeweiliger radialer Abstand zu den axialen Enden des Lagergehäuses. Die Differenz der jeweiligen Abstände zu den axialen Enden des Lagergehäuses kann somit kleiner sein als die jeweiligen Abstände der Befestigungsverbindung zu den axialen Enden des Lagergehäuses, d.h. kleiner als der kleinere der beiden axialen Abstände.

[0013] Die Vakuumpumpe zeichnet sich einerseits dadurch aus, dass sie einen geringen Abstand zwischen dem Motor und der Befestigungsverbindung des Lagergehäuses aufweist, da die Befestigungsverbindung in axialer Richtung etwa auf Höhe des Motors angeordnet ist. Dadurch kann die von dem Motor erzeugte Wärme während des Betriebs der Vakuumpumpe direkter auf das Pumpengehäuse übertragen werden als beispielsweise bei einer Befestigungsverbindung an einem der axialen Enden des Lagergehäuses. Durch die Befestigungsverbindung auf Höhe des Motors, beispielsweise in axialer Richtung in der Mitte des Lagergehäuses, erfolgt somit eine verbesserte Wärmeankopplung des Motors der Vakuumpumpe an das Pumpengehäuse.

[0014] Darüber hinaus besteht eine mechanisch steifere Verbindung der Lager-Antriebseinheit mit dem Pumpengehäuse, wenn die Befestigungsverbindung des Lagergehäuses mit dem Pumpengehäuse in axialer Richtung etwa auf Höhe des Motors angeordnet ist. Dadurch weist die Vakuumpumpe während ihres Betriebs ein verbessertes Vibrationsverhalten auf.

[0015] Zusätzlich kann die Lager-Antriebseinheit auf einfache Weise verkabelt werden, wenn sich die Befestigungsverbindung zwischen Lagergehäuse und Pumpengehäuse in axialer Richtung etwa auf Höhe des Motors befindet. Beispielsweise ist bei einer vertikalen Anordnung der Vakuumpumpe unterhalb der Lager-Antriebseinheit ein zugänglicher Raum vorhanden, wenn sich die Befestigungsverbindung in axialer Richtung etwa auf Höhe des Motors befindet.

[0016] Gemäß einer Ausführungsform kann die Befestigungsverbindung des Lagergehäuses mit einem Abschnitt des Pumpengehäuses gebildet sein, der zumindest ein Kühlungselement aufweist. Da sich die Befestigungsverbindung zusätzlich in der axialen Richtung im Bereich des Motors befindet, kann bei dieser Ausführungsform die Wärme des Motors, die während des Be-

triebs der Vakuumpumpe entsteht, auf noch effizientere Weise abgeführt werden, da die Distanz zwischen dem Motor und dem Kühlungselement über die Befestigungsverbindung gering ist. Es besteht bei dieser Ausführungsform somit aufgrund der Anordnung der Befestigungsverbindung des Lagergehäuses eine direkte, kurze Verbindung zwischen dem Motor der Vakuumpumpe und dem Kühlungselement in einem Abschnitt des Pumpengehäuses sowohl in radialer als auch in axialer Richtung.

[0017] Das Kühlungselement kann als eine Wasserkühlung ausgebildet sein. Der Abschnitt des Pumpengehäuses, der eine solche Wasserkühlung als Kühlungselement aufweist, kann einen inneren Kanal bzw. Hohlraum aufweisen, durch den Kühlwasser fließt. Dadurch erfolgt die Kühlung des Pumpengehäuses auf effiziente Weise.

[0018] Alternativ oder zusätzlich kann der Abschnitt des Pumpengehäuses, mit dem die Befestigungsverbindung des Lagergehäuses gebildet ist, Kühlrippen aufweisen. Die Kühlrippen können folglich zusätzlich zur Wasserkühlung ein zweites Kühlungselement darstellen, um die Kühlung des Motors zu intensivieren.

[0019] Außerdem kann sich ein Abschnitt der Wasserkühlung, falls mindestens ein Kühlungselement als Wasserkühlung ausgebildet ist, durch die Lager-Antriebseinheit hindurch erstrecken. Ein Kanal bzw. Hohlraum zur Wasserkühlung erstreckt sich bei dieser Ausführungsform somit nicht nur durch den Abschnitt des Pumpengehäuses, in welchem die Befestigungsverbindung des Lagergehäuses der Lager-Antriebseinheit gebildet ist, sondern zusätzlich durch die Lager-Antriebseinheit bzw. deren Lagergehäuse hindurch. Bei einer solchen Ausführungsform ist der Abstand zwischen dem Motor und der Wasserkühlung weiter verringert, so dass eine noch effizientere Kühlung des Motors während des Betriebs der Vakuumpumpe erfolgen kann.

[0020] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann das Lagergehäuse einen äußeren Vorsprung bzw. Bund aufweisen, der sich von einem äußeren Rand des Lagergehäuses in einer radialen Richtung rechtwinklig zu der axialen Richtung nach außen erstreckt. Das Pumpengehäuse kann dementsprechend einen inneren Vorsprung bzw. Bund aufweisen, der sich von einem inneren Rand des Pumpengehäuses in der radialen Richtung nach innen erstreckt. Die Befestigungsverbindung zwischen dem Lagergehäuse und dem Pumpengehäuse kann bei dieser Ausführungsform durch eine Verbindung des äußeren Vorsprungs des Lagergehäuses und des inneren Vorsprungs des Pumpengehäuses gebildet sein.

[0021] Die Befestigungsverbindung kann folglich mit geringem Aufwand zwischen den beiden Vorsprüngen des Lagergehäuses und des Pumpengehäuses hergestellt werden. Die beiden Vorsprünge können beispielsweise durch eine Schraubverbindung, z.B. eine Verbindung mittels Schrauben, die sich in axialer Richtung erstrecken, oder auf andere Weise, beispielsweise durch Kleben, miteinander verbunden werden.

[0022] Der innere Vorsprung des Pumpengehäuses kann ferner in axialer Richtung zwischen dem äußeren Vorsprung des Lagergehäuses und den pumpaktiven Elementen des Rotors angeordnet sein. Der äußere Vorsprung bzw. Bund des Lagergehäuses und die pumpaktiven Elemente des Rotors befinden sich bei dieser Ausführungsform folglich auf entgegengesetzten Seiten des inneren Vorsprungs bzw. Bundes des Pumpengehäuses.

[0023] Wenn die Vakuumpumpe in vertikaler Richtung angeordnet ist, d.h. wenn die Drehachse des Rotors in vertikaler Richtung verläuft, ist der äußere Vorsprung des Lagergehäuses der Lager-Antriebseinheit bzw. Magnetlagerungsspindel bei dieser Ausführungsform unterhalb des inneren Vorsprungs des Pumpengehäuses angeordnet. Der Einbau der Lager-Antriebseinheit bzw. Magnetlagerungsspindel kann bei einer solchen vertikal ausgerichteten Vakuumpumpe von deren Unterseite aus erfolgen, nachdem der Rotor der Vakuumpumpe bereits innerhalb des Pumpengehäuses installiert ist. Bei einer solchen Implementierung der Lager-Antriebseinheit kann deren Verkabelung, d.h. die Verkabelung des Motors und der Lagerelemente des Magnetlagers, mit verringertem Aufwand erfolgen. Ferner besteht ein verringertes Risiko, dass Kabel unbeabsichtigt eingeklemmt werden, da eine Verkabelung sozusagen von unten auf übersichtliche Weise möglich ist.

[0024] Wenn der äußere Vorsprung des Lagergehäuses bezogen auf den inneren Vorsprung des Pumpengehäuses auf der entgegengesetzten Seite zu den pumpaktiven Elementen des Rotors angeordnet ist, kann die Befestigungsverbindung eine Schraubverbindung umfassen, die sich durch den äußeren Vorsprung des Lagergehäuses hindurch in Richtung der pumpaktiven Elemente erstrecken kann. Bei dieser Schraubverbindung können sich Schrauben in axialer Richtung durch den äußeren Vorsprung des Lagergehäuses hindurch und mit ihrer jeweiligen Spitze in den inneren Vorsprung des Pumpengehäuses hinein erstrecken. Bei einer vertikalen Anordnung der Vakuumpumpe bzw. der Drehachse des Rotors kann eine solche Schraubverbindung sozusagen von unten mit geringem Aufwand hergestellt werden, da der äußere Vorsprung des Lagergehäuses von außen leicht zugänglich sein kann.

[0025] Umgekehrt kann der äußere Vorsprung des Lagergehäuses in axialer Richtung zwischen dem inneren Vorsprung des Pumpengehäuses und den pumpaktiven Elementen des Rotors angeordnet sein. Mit anderen Worten können bei dieser Ausführungsform der innere Vorsprung des Pumpengehäuses und die pumpaktiven Elemente des Rotors in axialer Richtung auf entgegengesetzten Seiten des äußeren Vorsprungs des Lagergehäuses angeordnet sein.

[0026] Wenn die Vakuumpumpe in vertikaler Richtung angeordnet ist, befindet sich der äußere Vorsprung des Lagergehäuses bei dieser Ausführungsform somit oberhalb des inneren Vorsprungs des Pumpengehäuses. Die Lager-Antriebseinheit bzw. Magnetlagerungsspindel

wird in diesem Fall folglich von der Oberseite der vertikal ausgerichteten Vakuumpumpe aus in das Pumpengehäuse eingesetzt und zu diesem Zweck zuvor mit dem Rotor der Vakuumpumpe verbunden.

[0027] Die Lager-Antriebseinheit kann bei dieser Ausführungsform folglich zusammen mit dem Rotor montiert und beispielsweise durch Laserwuchten ausgewuchtet werden, um anschließend die Einheit aus Rotor und Magnetlagerungsspindel bzw. Lager-Antriebseinheit von oben in das Pumpengehäuse einzusetzen. Dadurch kann das Auswuchten der Vakuumpumpe vereinfacht werden, da die Lager-Antriebseinheit bzw. Magnetlagerungsspindel und der Rotor bereits vor deren Einsetzen in das Pumpengehäuse ausgewuchtet sind.

[0028] Ferner kann die Lager-Antriebseinheit bei dieser Ausführungsform Aufnahmeelemente zum Befestigen von Statorelementen einer oder mehrerer Pumpstufen der Vakuumpumpe aufweisen. Diese Aufnahmeelemente können beispielsweise für Holweckstatoren der Vakuumpumpe vorgesehen sein. Die Holweckstatoren können somit zunächst in die Lager-Antriebseinheit bzw. Magnetlagerungsspindel integriert bzw. mit dieser verbunden werden, bevor eine weitere Installation zusammen mit dem Rotor der Vakuumpumpe erfolgt. Dadurch können Toleranzen beim Installieren bzw. Befestigen der Elemente der Vakuumpumpe verringert werden. Rotorelemente einer Holweck-Pumpstufe der Vakuumpumpe können folglich genauer bezogen auf die Holweckstatoren ausgerichtet werden, da diese zunächst mit der Lager-Antriebseinheit bzw. Magnetlagerungsspindel verbunden und ausgerichtet werden können. Die Lager-Antriebseinheit dient mit anderen Worten als Bezugseinheit für die Installation der Holweckstatoren und der Holweck-Rotorelemente, wenn diese in der Vakuumpumpe implementiert bzw. in diese eingebaut werden.

[0029] Bei der vorliegenden Ausführungsform, bei welcher der äußere Vorsprung des Lagergehäuses in axialer Richtung zwischen dem inneren Vorsprung des Pumpengehäuses und den pumpaktiven Elementen des Rotors angeordnet ist, d.h. beispielsweise bei vertikaler Ausrichtung der Drehachse des Rotors in axialer Richtung oberhalb des Vorsprungs des Pumpengehäuses, kann die Befestigungsverbindung eine Schraubverbindung umfassen, die sich durch den inneren Vorsprung des Pumpengehäuses hindurch in Richtung der pumpaktiven Elemente erstreckt. Bei dieser Schraubverbindung können sich Schrauben in axialer Richtung durch den inneren Vorsprung des Pumpengehäuses hindurch und mit ihrer jeweiligen Spitze in den äußeren Vorsprung des Lagergehäuses hinein erstrecken.

[0030] Bei dieser und bei der vorstehenden beschriebenen Ausführungsform, bei der ebenfalls eine Schraubverbindung vorgesehen ist, bezieht sich die Erstreckungsrichtung der Schraubverbindung auf die Bewegungsrichtung jeweiliger Schrauben, wenn diese zum Herstellen der Schraubverbindung in die Vorsprünge der jeweiligen Gehäuse eingeschraubt werden. Mit an-

deren Worten verläuft die jeweilige Erstreckungsrichtung der Schraubverbindung von einem jeweiligen Kopf bis zu einer jeweiligen Spitze der Schrauben.

[0031] Bei einer alternativen Ausführungsform kann die Befestigungsverbindung durch Einpressen oder Einschrumpfen des Lagergehäuses in einen Abschnitt des Pumpengehäuses gebildet sein. Bei dieser Ausführungsform sind folglich nicht notwendigerweise Vorsprünge des Lagergehäuses oder des Pumpengehäuses erforderlich, obwohl das Einpressen oder Einschrumpfen auch zwischen den vorstehend beschriebenen Vorsprüngen anstelle von Schraubverbindungen erfolgen kann. Durch das Einpressen oder Einschrumpfen kann außerdem ein großflächiger Kontakt zwischen dem Lagergehäuse und dem Pumpengehäuse hergestellt werden, wodurch die wärmetechnische Ankopplung des Lagergehäuses und somit des Motors an das Pumpengehäuse verbessert werden kann.

[0032] Bei einer weiteren alternativen Ausführungsform kann das Lagergehäuse ferner ein Außengewinde umfassen, das ausgebildet sein kann, in ein Innengewinde eines Abschnitts des Pumpengehäuses eingeschraubt zu werden. Bei dieser Ausführungsform sind ebenfalls keine Vorsprünge des Lagergehäuses oder des Pumpengehäuses erforderlich, obwohl das Außengewinde und das Innengewinde auch an den vorstehend beschriebenen Vorsprüngen gebildet sein können, um Schrauben zu ersetzen. Bei dieser Ausführungsform kann ferner die axiale Position des gesamten Magnetlagers, d.h. der Lagerelemente innerhalb der Lager-Antriebseinheit, mittels des Außengewindes am Lagergehäuse der Lager-Antriebseinheit verstellt bzw. in axialer Richtung verschoben werden, wenn das Außengewinde des Lagergehäuses im Innengewinde des Pumpengehäuses gedreht wird. Dadurch kann die axiale Position des Rotors bzw. von dessen Rotorscheiben innerhalb der Statorelemente von turbomolekularen Pumpstufen eingestellt und optimiert werden, da die räumliche Lage des Rotors im Betrieb der Vakuumpumpe bzw. Turbomolekularpumpe mittels des Magnetlagers festgelegt wird. Die Verbindung zwischen Innen- und Außengewinde kann ferner ebenfalls einen großflächigen Kontakt zwischen dem Lagergehäuse und dem Pumpengehäuse ermöglichen, über den die Wärme des Motors der Vakuumpumpe auf effiziente Weise abgeführt werden kann, wenn sich die Vakuumpumpe im Betrieb befindet.

[0033] Bei einer weiteren alternativen Ausführungsform kann das Lagergehäuse wiederum einen äußeren Vorsprung aufweisen, der sich von einem äußeren Rand des Lagergehäuses in einer radialen Richtung rechtwinklig zu der axialen Richtung erstreckt, und dieser äußere Vorsprung kann einen Abschnitt des Pumpengehäuses bilden. Bei dieser Ausführungsform bildet somit der Vorsprung bzw. Bund des Lagergehäuses ein Zwischenstück des Pumpengehäuses zwischen dessen Oberteil, in welchem sich die pumpaktiven Elemente des Rotors befinden können, und dessen Unterteil des Gehäuses, in dem sich üblicherweise Steuerungs- und

Anschlusselemente der Vakuumpumpe befinden. Eine solche Ausführungsform gestattet einen kompakten Aufbau der Vakuumpumpe.

[0034] Innerhalb der Lager-Antriebseinheit kann der Motor ferner in der axialen Richtung zwischen den Lagerelementen des Magnetlagers angeordnet sein. Der Motor kann sich bei dieser Ausführungsform in axialer Richtung zwischen Lagerelementen zur radialen Lagerung des Rotors befinden, die somit in axialer Richtung auf beiden Seiten des Motors angeordnet sind. Durch die Verteilung der radialen Lagerelemente des Magnetlagers auf beide Seiten des Motors kann das Schwingungsverhalten der Vakuumpumpe verbessert werden. Die Lager-Antriebseinheit kann ferner axiale Lagerelemente bzw. Lagerelemente zur axialen Lagerung des Rotors umfassen, die beispielsweise in axialer Richtung außerhalb der radialen Lagerelemente und in einem Bereich eines axialen Endes oder beider axialen Enden der Lager-Antriebseinheit angeordnet sind.

[0035] Nachfolgend wird die Erfindung beispielhaft anhand einer vorteilhaften Ausführungsform unter Bezugnahme auf die beigefügte Figur beschrieben. Es zeigt schematisch:

Fig. 1 eine Vakuumpumpe mit einer erfindungsgemäßen Lager-Antriebseinheit.

[0036] In Fig. 1 ist schematisch eine Vakuumpumpe 100 dargestellt, die als Turbomolekularpumpe ausgebildet ist. Die Turbomolekularpumpe 100 umfasst turbomolekulare Pumpstufen 102 und Holweck-Pumpstufen 104.

[0037] Ferner weist die Turbomolekularpumpe 100 ein Pumpengehäuse 110 auf, das ein Oberteil 112, ein Zwischenstück 114 und ein Unterteil 116 umfasst. Das Pumpengehäuse 110 weist einen inneren Vorsprung 118 auf, der sich von einem inneren Rand des Pumpengehäuses 110 erstreckt und dessen Funktion nachstehend näher beschrieben ist.

[0038] Die Turbomolekularpumpe 100 umfasst außerdem einen Rotor 120, der eine Rotorwelle 122 aufweist. Die Rotorwelle 122 weist wiederum eine Drehachse 124 auf, um die sich der Rotor 120 im Betrieb der Turbomolekularpumpe 100 dreht und die innerhalb der Turbomolekularpumpe 100 eine axiale Richtung definiert, beispielsweise in Fig. 1 von unten nach oben. Der innere Vorsprung 118 des Pumpengehäuses erstreckt sich folglich in einer radialen Richtung nach innen, die rechtwinklig zu der axialen Richtung verläuft, und zusätzlich umlaufend um die Drehachse 124 des Rotors 120 herum.

[0039] Der Rotor 120 umfasst ferner Rotorscheiben 126, die den turbomolekularen Pumpstufen 102 zugeordnet sind, und Holweck-Rotorelemente 128, die in Fig. 1 unterhalb der Rotorscheiben 126 angeordnet sind und sich in axialer Richtung abwärts erstrecken.

[0040] Zwischen den Rotorscheiben 126 sind im Bereich der turbomolekularen Pumpstufen 102 jeweils Statorscheiben 132 angeordnet. Auf ähnliche Weise um-

fassen die Holweck-Pumpstufen 104 helikale Holweck-Statorelemente 134, die jeweils einem der Holweck-Rotorelemente 128 zugeordnet sind.

[0041] Die Turbomolekularpumpe 100 umfasst ferner eine Lager-Antriebseinheit bzw. Magnetlagerungsspindel 140, die Lagerelemente eines Magnetlagers 141 zur Lagerung des Rotors 120 umfasst. Die Lagerelemente des Magnetlagers 141 umfassen Radiallager 142, die für eine Lagerung bzw. Ausrichtung der Rotorwelle 122 in radialer Richtung rechtwinklig zur Drehachse 124 bzw. zur axialen Richtung vorgesehen sind. Ferner umfassen die Lagerelemente des Magnetlagers 141 Axiallager 144, die zur Ausrichtung bzw. Lagerung der Rotorwelle 122 in axialer Richtung parallel zur Drehachse 124 vorgesehen sind. Die Radiallager 142 und die Axiallager 144 des Magnetlagers 141 sind innerhalb eines Lagergehäuses 146 der Lager-Antriebseinheit 140 angeordnet. Das Lagergehäuse 146 weist an seinem äußeren Rand einen um die Drehachse 124 herum umlaufenden, äußeren Vorsprung bzw. Bund 148 auf, der für eine Befestigung der Lager-Antriebseinheit 140 an dem inneren Vorsprung 118 des Zwischenstücks 114 mittels Schrauben 149 vorgesehen ist.

[0042] Die Lager-Antriebseinheit 140 umfasst ferner einen Elektromotor 150, der zum Antreiben des Rotors 120 vorgesehen ist. Innerhalb der Lager-Antriebseinheit 140 ist der Elektromotor 150 in der axialen Richtung zwischen den Radiallagern 142 des Magnetlagers 141 angeordnet. Die Radiallager 142 sind ungefähr baugleich und umgekehrt betrachtet in axialer Richtung auf beiden Seiten des Elektromotors 150 angeordnet. Durch die Verteilung der Radiallager 142 des Magnetlagers 141 auf beide Seiten des Elektromotors 150 wird das Schwingungsverhalten der Turbomolekularpumpe 100 verbessert.

[0043] Die Rotorwelle 122 wird mittels des Elektromotors 150 in Drehung versetzt. Zwischen der Rotorwelle 122 und dem inneren Umfang der Lager-Antriebseinheit 140 ist ein Spalt 152 ausgebildet, so dass sich die Rotorwelle 122 und die Lagerelemente des Magnetlagers 141, d.h. die Radiallager 142 und die Axiallager 144, im Betrieb der Turbomolekularpumpe 100 nicht berühren. Stattdessen wird der Rotor 120 während des Betriebs der Turbomolekularpumpe 100 mittels des Magnetlagers 141 in einem schwebenden Zustand gehalten. Zu diesem Zweck weist die Turbomolekularpumpe 100 eine nicht dargestellte Positionsregelung auf. Die Positionsregelung regelt Ströme in Magnetspulen der Radiallager 142 und der Axiallager 144, um dadurch die räumliche Lage der Rotorwelle 122 und des Rotors 120 insgesamt in einer gewünschten, vorbestimmten Position zu halten. Das Magnetlager 141 wird auch als aktives Magnetlager bezeichnet, da es Spulen von Elektromagneten und keine Permanentmagnete umfasst.

[0044] Die Lager-Antriebseinheit 140 weist ferner Not- bzw. Fanglager 154 auf, die als Wälzlager ausgebildet sind. Nach dem Abschalten der Turbomolekularpumpe 100 gelangt die Rotorwelle 122 in Kontakt mit den Fang-

lagern 154. Außerdem kann die Rotorwelle 122 auch bei Auftreten von unerwarteten Ereignissen während des Betriebs der Turbomolekularpumpe mit den Fanglagern 154 in Kontakt gelangen, d.h. beispielsweise dann, wenn der Rotor 120 aufgrund von äußeren Einflüssen zu stark von seiner Sollposition abweicht, in der er mittels des Magnetlagers 141 gehalten werden soll.

[0045] Die Turbomolekularpumpe 100 zeichnet sich dadurch aus, dass der äußere Vorsprung bzw. Bund 148 der Lager-Antriebseinheit bzw. Magnetlagerungsspindel 140 in axialer Richtung in einem Bereich des Elektromotors 150 angeordnet ist und mittels der Schrauben 149 in diesem axialen Bereich des Elektromotors 150 eine Befestigungsverbindung mit dem inneren Vorsprung 118 des Zwischenstücks 114 und damit eine Befestigungsverbindung mit dem Pumpengehäuse 110 bildet. Diese Befestigungsverbindung ist somit sowohl von einem oberen axialen Ende der Lager-Antriebseinheit als auch von einem unteren axialen Ende der Lager-Antriebseinheit 140 in etwa gleich weit beabstandet. Mit anderen Worten befindet sich die Befestigungsverbindung der Lager-Antriebseinheit 140 mit dem Pumpengehäuse 110 in axialer Richtung in einem Mittelbereich der Lager-Antriebseinheit bzw. Magnetlagerungsspindel 140 und nicht an einem ihrer beiden axialen Enden.

[0046] Durch diese Befestigung im Mittelbereich der Lager-Antriebseinheit 140 kann eine steifere mechanische Verbindung zwischen der Lager-Antriebseinheit 140 und dem Pumpengehäuse 110 als dann hergestellt werden, wenn eine entsprechende Befestigung an einem der beiden axialen Enden der Lager-Antriebseinheit 140 angeordnet wäre. Durch diese steifere mechanische Verbindung lässt sich das Schwingungsverhalten der Turbomolekularpumpe 100 verbessern.

[0047] Wie man in Fig. 1 erkennen kann, ist der äußere Vorsprung bzw. Bund 148 an einem äußeren Rand der Lager-Antriebseinheit 140 benachbart zu dem Elektromotor 150 angeordnet. Dadurch steht der Elektromotor 150 mit dem äußeren Vorsprung 148 der Lager-Antriebseinheit 140 in einem direkten thermischen Kontakt. Während des Betriebs der Turbomolekularpumpe 100 erwärmt sich die Lager-Antriebseinheit 140 hauptsächlich in dem Bereich des Elektromotors 150. Die Wärme, die der Elektromotor 150 während des Betriebs der Turbomolekularpumpe 100 erzeugt, wird über den äußeren Vorsprung 148, welcher dem Elektromotor 150 direkt benachbart ist, und über die Befestigungsverbindung zwischen dem äußeren Vorsprung 148 der Lager-Antriebseinheit 140 und dem inneren Vorsprung 118 des Zwischenstücks 114 bzw. des Pumpengehäuses 110 auf direkte und effiziente Weise von dem Elektromotor 150 auf das Pumpengehäuse 110 abgeführt. Die Anordnung des äußeren Vorsprungs 148 des Lagergehäuses 146 im Mittelbereich der Lager-Antriebseinheit 140 und die direkte Nähe zum Elektromotor 150 verbessern somit die Kühlung des Elektromotors 150 aufgrund der verbesserten Wärmeabfuhr während des Betriebs der Turbomolekularpumpe 100.

[0048] Um die Kühlung des Elektromotors 150 während des Betriebs der Turbomolekularpumpe 100 weiter zu verbessern, weist das Zwischenstück 114 ein erstes Kühlungselement in der Form eines Kühlkanals 156 auf, der von Kühlwasser durchströmt wird und daher auch als Wasserkühlung 156 bezeichnet werden kann. Wie in Fig. 1 zu erkennen ist, ist der Abstand zwischen der Wasserkühlung 156 und dem Elektromotor 150 relativ gering, was zu einer effizienten Kühlung des Elektromotors 150 führt. Als zweites Kühlungselement weist das Zwischenstück 114 darüber hinaus Kühlrippen 158 auf, durch welche die Kühlung des Elektromotors 150 zusätzlich intensiviert wird.

[0049] Die Turbomolekularpumpe 100 umfasst außerdem eine Steuerungseinheit 160, die nicht dargestellte elektrische Verbindungen sowohl mit den Radiallagern 142 und den Axiallagern 144 als auch mit dem Elektromotor 150 aufweist. Da sich die Befestigungsverbindung zwischen der Lager-Antriebseinheit 140 und dem Pumpengehäuse 110 in Form des äußeren Vorsprungs 148, der Schrauben 149 und des inneren Vorsprungs 118 des Pumpengehäuses 110 in einem axialen Mittelbereich der Lager-Antriebseinheit befindet, ist unterhalb des äußeren Vorsprungs 148 und damit insgesamt unterhalb der Lager-Antriebseinheit 140 ein relativ großer Freiraum vorhanden, in welchem eine Verkabelung der Lager-Antriebseinheit 140 zur elektrischen Verbindung mit der Steuerungseinheit 160 angeordnet werden kann. Die Verkabelung der Lager-Antriebseinheit 140 kann aufgrund dieses Freiraums auf effiziente Weise implementiert werden, ohne dass das Risiko besteht, dass Kabel eingeklemmt werden.

[0050] Ferner weist die Turbomolekularpumpe 100 einen Positionssensor 170 auf, mit dem die axiale Position des Rotors 120 während des Betriebs der Turbomolekularpumpe 100 überwacht wird und der als Wirbelstromsensor ausgebildet ist. Mittels des Positionssensors 170 kann somit sichergestellt werden, dass sich der Rotor 120 während des Betriebs der Turbomolekularpumpe 100 in axialer Richtung in einer gewünschten Position und somit in einem Schwebezustand befindet.

[0051] Bei der Montage der Turbomolekularpumpe 100 ist eine untere Abdeckung 180 zunächst entfernt, um die Lager-Antriebseinheit bzw. Magnetlagerungsspindel 140 von unten in der Turbomolekularpumpe 100 zu befestigen, wenn die Turbomolekularpumpe 100 wie in Fig. 1 dargestellt vertikal angeordnet ist. Anschließend wird die untere Abdeckung 180 mit dem Unterteil 116 des Pumpengehäuses 110 verbunden.

[0052] Bei einer alternativen, nicht dargestellten Ausführungsform der Turbomolekularpumpe können der äußere Vorsprung 148 der Lager-Antriebseinheit 140 und der innere Vorsprung 118 des Zwischenstücks 114 in axialer Richtung vertauscht sein, so dass sich der äußere Vorsprung 148 der Lager-Antriebseinheit 140 in axialer Richtung oberhalb des inneren Vorsprungs 118 des Zwischenstücks 114 bzw. des Pumpengehäuses 110 befindet. Bei dieser alternativen Ausführungsform wird die

Lager-Antriebseinheit 140 dann jedoch von oben, d.h. von der Seite der pumpaktiven Elemente 126, 128, in die Turbomolekularpumpe 100 eingesetzt.

[0053] Die Lager-Antriebseinheit 140 kann bei dieser Ausführungsform zusammen mit dem Rotor 120 montiert und beispielsweise durch Laserwuchten ausgewuchtet werden, um anschließend die Einheit aus Rotor 120 und Magnetlagerungsspindel bzw. Lager-Antriebseinheit 140 von oben in das Pumpengehäuse 110 einzusetzen. Dadurch kann das Auswuchten der Turbomolekularpumpe 100 vereinfacht werden, da die Lager-Antriebseinheit bzw. Magnetlagerungsspindel 140 und der Rotor 120 bereits vor deren Einsetzen in das Pumpengehäuse 110 ausgewuchtet sind.

[0054] Bei dieser Ausführungsform kann der äußere Vorsprung 148 des Lagergehäuses 146 ferner Aufnahmeelemente für die Holweck-Statorelemente 134 aufweisen. Dadurch können geringere Toleranzen zwischen den Holweck-Statorelementen 134 und dem Rotor 120 auftreten, d.h. zwischen den Holweck-Statorelementen 134 und den Holweck-Rotorelementen 128.

[0055] Bei einer weiteren alternativen Ausführungsform, die ebenfalls nicht dargestellt ist, kann eine Befestigungsverbindung zwischen der Lager-Antriebseinheit 140 und dem Pumpengehäuse 110 anstelle der Verbindung mittels der Schrauben 149 durch Einpressen oder Einschrumpfen erfolgen. Ferner kann das Lagergehäuse alternativ ein Außengewinde aufweisen, das in ein Innengewinde eines Abschnitts des Zwischenstücks 114 und somit des Pumpengehäuses 110 eingeschraubt werden kann. Darüber hinaus kann der äußere Vorsprung 148 der Lager-Antriebseinheit bzw. Magnetlagerungsspindel 140 derart ausgestaltet sein, dass er das Zwischenstück 114 zwischen dem Oberteil 112 und dem Unterteil 116 des Pumpengehäuses 110 ersetzt.

Bezugszeichenliste

[0056]

100	Vakuumpumpe bzw. Turbomolekularpumpe
102	turbomolekulare Pumpstufen
104	Holweck-Pumpstufen
110	Pumpengehäuse
112	Oberteil des Pumpengehäuses
114	Zwischenstück des Pumpengehäuses
116	Unterteil des Pumpengehäuses
118	innerer Vorsprung des Zwischenstücks
120	Rotor
122	Rotorwelle
124	Drehachse
126	Rotorscheibe
128	Holweck-Rotorelement
132	Statorscheibe
134	Holweck-Statorelement
140	Lager-Antriebseinheit bzw. Magnetlagerungsspindel
141	aktives Magnetlager

142 Radiallager
 144 Axiallager
 146 Lagergehäuse
 148 äußerer Vorsprung des Lagergehäuses
 149 Schrauben
 150 Elektromotor
 152 Spalt zwischen Rotorwelle und Magnetlager
 154 Not- bzw. Fanglager
 156 Wasserkühlung
 158 Kühlrippen
 160 Steuerungseinheit
 170 Positionssensor
 180 untere Abdeckung

Patentansprüche

1. Vakuumpumpe (100), insbesondere Turbomolekularpumpe, umfassend:

ein Pumpengehäuse (110),
 einen Rotor (120), der pumpaktive Elemente (126, 128) umfasst und eine Drehachse (124) aufweist, die eine axiale Richtung definiert,
 eine Lager-Antriebseinheit (140), die umfasst:

Lagerelemente (142, 144) eines Magnetlagers (141) zur Lagerung des Rotors (120),
 einen Motor (150) zum Antreiben des Rotors (120),
 ein Lagergehäuse (146), innerhalb dessen die Lagerelemente (142, 144) und der Rotor (120) angeordnet sind,

wobei das Lagergehäuse (146) eine Befestigungsverbindung (118, 148, 149) mit dem Pumpengehäuse (110) aufweist, die in der axialen Richtung in einem Bereich des Motors (150) angeordnet ist.

2. Vakuumpumpe (100) nach Anspruch 1, wobei wobei die Befestigungsverbindung (118, 148, 149) des Lagergehäuses (146) mit einem Abschnitt des Pumpengehäuses (110) gebildet ist, der zumindest ein Kühlungselement (156, 158) aufweist.

3. Vakuumpumpe (100) nach Anspruch 2, wobei wobei das Kühlungselement (156, 158) als Wasserkühlung (156) ausgebildet ist.

4. Vakuumpumpe (100) nach Anspruch 3, wobei wobei sich ein Abschnitt der Wasserkühlung (156) durch die Lager-Antriebseinheit (140) erstreckt.

5. Vakuumpumpe (100) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei der Abschnitt des Pumpengehäuses (110), mit dem die Befestigungsverbindung (118, 148, 149) des Lagergehäuses (146) gebildet ist, Kühlrippen

(158) aufweist.

6. Vakuumpumpe (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei

das Lagergehäuse (146) einen äußeren Vorsprung (148) aufweist, der sich von einem äußeren Rand des Lagergehäuses (146) in einer radialen Richtung rechtwinklig zu der axialen Richtung nach außen erstreckt,
 das Pumpengehäuse (110) einen inneren Vorsprung (118) aufweist, der sich von einem inneren Rand des Pumpengehäuses (110) in der radialen Richtung nach innen erstreckt, und
 die Befestigungsverbindung (118, 148, 149) zwischen dem Lagergehäuse (146) und dem Pumpengehäuse (110) durch eine Verbindung des äußeren Vorsprungs (148) des Lagergehäuses (146) und des inneren Vorsprungs (118) des Pumpengehäuses (110) gebildet ist.

7. Vakuumpumpe (100) nach Anspruch 6, wobei der innere Vorsprung (118) des Pumpengehäuses (110) in axialer Richtung zwischen dem äußeren Vorsprung (148) des Lagergehäuses (146) und den pumpaktiven Elementen (126, 128) des Rotors (120) angeordnet ist.

8. Vakuumpumpe (100) nach Anspruch 6, wobei der äußere Vorsprung (148) des Lagergehäuses (146) in axialer Richtung zwischen dem inneren Vorsprung (118) des Pumpengehäuses (110) und den pumpaktiven Elementen (126, 128) des Rotors (120) angeordnet ist.

9. Vakuumpumpe (100) nach Anspruch 8, wobei die Lager-Antriebseinheit (140) Aufnahmeelemente zum Befestigen von Statorelementen (134) einer oder mehrerer Pumpstufen (104) der Vakuumpumpe (100) aufweist.

10. Vakuumpumpe (100) nach Anspruch 7, wobei die Befestigungsverbindung (118, 148, 149) eine Schraubverbindung (149) umfasst, die sich durch den äußeren Vorsprung (148) des Lagergehäuses (146) hindurch in Richtung der pumpaktiven Elemente (126, 128) erstreckt.

11. Vakuumpumpe (100) nach Anspruch 8 oder 9, wobei die Befestigungsverbindung (118, 148, 149) eine Schraubverbindung umfasst, die sich durch den inneren Vorsprung (118) des Pumpengehäuses (110) hindurch in Richtung der pumpaktiven Elemente (126, 128) erstreckt.

12. Vakuumpumpe (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Befestigungsverbindung (118, 148, 149) durch

Einpressen oder Einschrumpfen des Lagergehäuses (146) in einen Abschnitt des Pumpengehäuses (110) gebildet ist.

- 13.** Vakuumpumpe (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei
das Lagergehäuse (146) ein Außengewinde aufweist, das ausgebildet ist, in ein Innengewinde eines Abschnitts des Pumpengehäuses (110) eingeschraubt zu werden. 5 10
- 14.** Vakuumpumpe (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei
das Lagergehäuse (146) einen äußeren Vorsprung (148) aufweist, der sich von einem äußeren Rand des Lagergehäuses (146) in einer radialen Richtung rechtwinklig zu der axialen Richtung erstreckt, und
der äußere Vorsprung (148) des Lagergehäuses (146) einen Abschnitt des Pumpengehäuses (110) bildet. 15 20
- 15.** Vakuumpumpe (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei 25
der Motor (150) in der axialen Richtung zwischen den Lagerelementen (142, 144) des Magnetlagers (141) angeordnet ist. 30

30

35

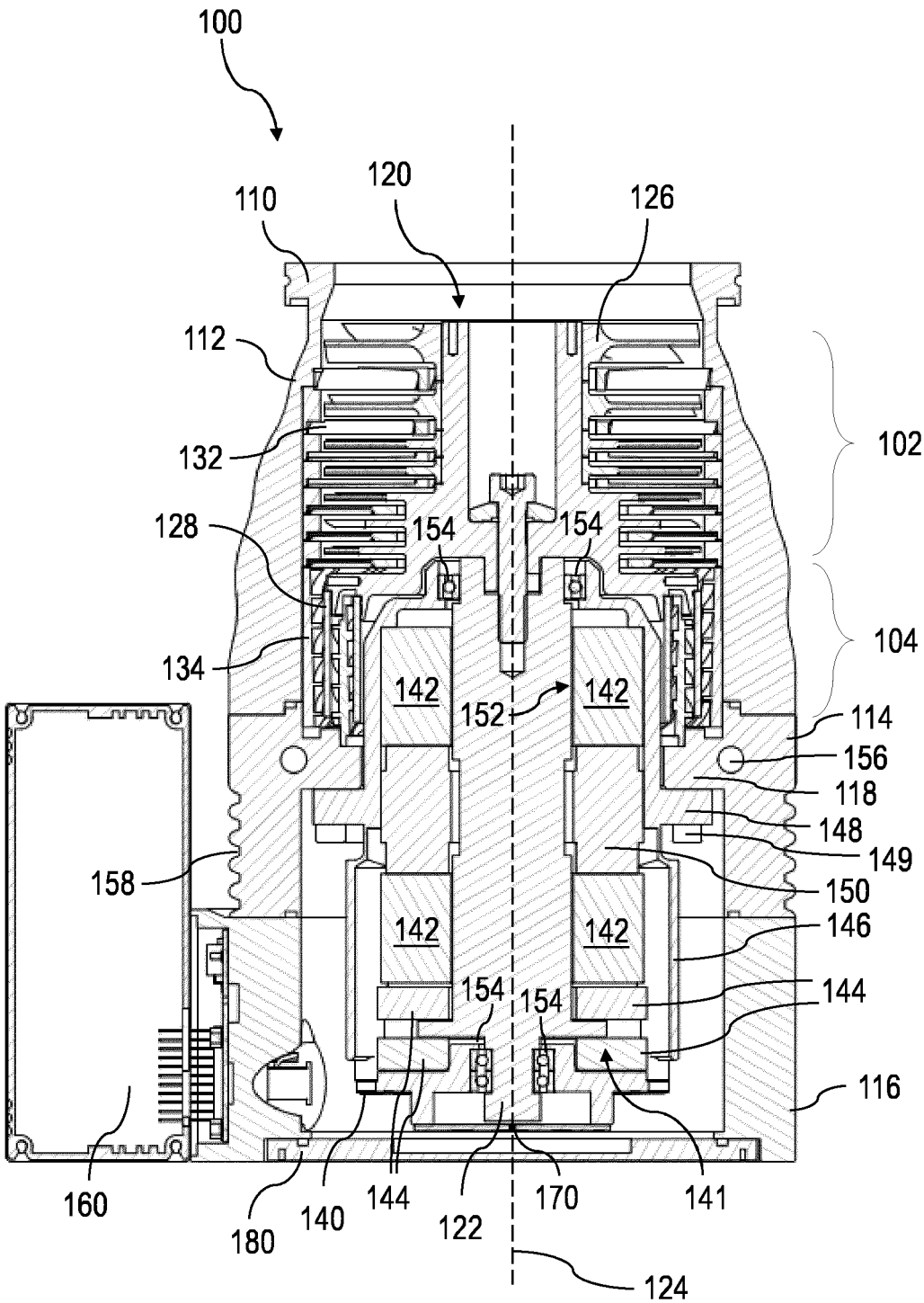
40

45

50

55

Fig. 1





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 25 16 6413

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP H06 12794 U (OSAKA VACUUM [JP]) 18. Februar 1994 (1994-02-18)	1-3, 5, 6, 8, 11-13, 15	INV. F04D19/04 F04D25/06
A	* Zusammenfassung * * Absätze [0008] - [0024] * * Abbildung 1 *	4, 7, 9, 10, 14	F04D29/058 F04D29/52 F04D29/58
X	US 2022/205449 A1 (MORI TAKAHIRO [JP] ET AL) 30. Juni 2022 (2022-06-30)	1, 6, 7, 10, 12, 14, 15	
	* Absätze [0023] - [0037], [0104], [0105] * * Abbildungen 1, 8 *		
X	US 2015/086328 A1 (TSUTSUI SHINGO [JP]) 26. März 2015 (2015-03-26)	1-5, 14, 15	
	* Absätze [0032] - [0052] * * Abbildungen 1-3 *		
A	CN 110 863 997 A (KYKY TECH CO LTD) 6. März 2020 (2020-03-06)	1-15	
	* Absätze [0043] - [0051] * * Abbildungen 1-3 *		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F04D
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 10. April 2025	
		Prüfer Gombert, Ralf	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 25 16 6413

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.

10-04-2025

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP H0612794 U	18-02-1994	KEINE	
US 2022205449 A1	30-06-2022	CN 113544386 A	22-10-2021
		JP 7052920 B2	12-04-2022
		JP WO2020217407 A1	28-10-2021
		TW 202044727 A	01-12-2020
		US 2022205449 A1	30-06-2022
		WO 2020217407 A1	29-10-2020
US 2015086328 A1	26-03-2015	CN 104454569 A	25-03-2015
		JP 6484919 B2	20-03-2019
		JP 2015086856 A	07-05-2015
		US 2015086328 A1	26-03-2015
CN 110863997 A	06-03-2020	KEINE	

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