



(11)

**EP 3 462 034 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**11.09.2024 Patentblatt 2024/37**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**F04D 19/04<sup>(2006.01)</sup> F04D 29/58<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **17193821.0**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**F04D 29/5813; F04D 19/04; F04D 29/584;  
F04D 29/5853; F04D 25/06**

(22) Anmeldetag: **28.09.2017**

(54) **VAKUUMPUMPE**

VACUUM PUMP

POMPE À VIDE

(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**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**03.04.2019 Patentblatt 2019/14**

(73) Patentinhaber: **PFEIFFER VACUUM GMBH  
35614 Asslar (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Will, Marko  
35075 Gladenbach (DE)**

• **Gilbrich, Sönke  
35753 Greifenstein (DE)**

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

(56) Entgegenhaltungen:  
**WO-A1-2008/062598 WO-A1-2012/046495  
JP-A- 2013 100 760 US-A1- 2013 209 272  
US-A1- 2015 086 328**

**EP 3 462 034 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularvakuumpumpe, mit einem ersten Gehäusebauteil, in dem ein pumpwirksamer Abschnitt der Vakuumpumpe und/oder ein Antrieb für einen pumpwirksamen Abschnitt der Vakuumpumpe angeordnet ist, einem zweiten Gehäusebauteil, welches von dem ersten Gehäusebauteil separat ausgeführt ist und in dem eine Funktionseinheit für die Vakuumpumpe vorgesehen ist und einer an dem zweiten Gehäusebauteil vorgesehenen Kühleinrichtung für die Funktionseinheit.

**[0002]** Bei üblichen Vakuumpumpen der eingangs genannten Art, findet im Betrieb der Pumpe im ersten Gehäusebauteil eine Wärmeentwicklung oder -erzeugung statt, wobei diese Wärme im Bereich der Funktionseinheit bzw. im zweiten Gehäusebauteil unerwünscht ist. Besonders viel Wärme im ersten Gehäusebauteil wird beispielsweise bei einer bekannten Vakuumpumpe erzeugt, bei der verschiedene Bereiche einer Vakuumpumpe geheizt und andere Bereiche gekühlt werden. Beispielsweise kann dabei der pumpwirksame Abschnitt geheizt werden, um Kondensation eines Prozessgases zu vermeiden und/oder Ablagerungen in der Pumpe zu entfernen. Eine Kühleinrichtung kann beispielsweise vorgesehen sein, um für temperaturempfindliche Bauteile, wie zum Beispiel elektronische Schaltungen, eine betriebssichere Temperatur zu gewährleisten, damit diese nicht thermisch überlastet werden.

**[0003]** Eine beispielhafte, insbesondere große, Turbomolekularvakuumpumpe wird durch eine Heizmanschette auf, insbesondere maximal, 75 °C aufgeheizt. Eine Elektronik der Pumpe muss dabei jedoch gekühlt werden, damit bestimmte Bauteile thermisch nicht überlastet werden.

**[0004]** Im Hinblick auf Energieeffizienz ist es unerwünscht, dass die im ersten Gehäusebauteil entstehende oder erzeugte, insbesondere von einer Heizeinrichtung eingebrachte, Wärme von der Kühleinrichtung wieder abgeführt wird. Gleichwohl muss ein Wärmeübergang von dem ersten Gehäusebauteil, insbesondere der Heizeinrichtung, zu den temperaturempfindlichen Bauteilen, beispielsweise in der Funktionseinheit, minimiert werden, damit diese nicht überhitzen.

**[0005]** Eine Vakuumpumpe mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 ist in der WO 2012/046495 A1 offenbart. Die WO 2008/062598 A1, US 2015/086328 A1 und JP 2013 100760 A offenbaren weitere Vakuumpumpen mit Funktionseinheiten, Isoliereinrichtungen und Kühleinrichtungen.

**[0006]** Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine Vakuumpumpe der eingangs genannten Art mit einer wirksamen aber energieeffizienten Kühlung für die Funktionseinheit bereitzustellen.

**[0007]** Diese Aufgabe wird durch eine Vakuumpumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst, und insbesondere dadurch, dass eine Isoliereinrichtung zwischen

der Kühleinrichtung und dem ersten Gehäusebauteil vorgesehen ist, wobei die Kühleinrichtung zwischen der Isoliereinrichtung und dem zweiten Gehäusebauteil angeordnet ist.

**[0008]** Durch die Isoliereinrichtung wird ein Wärmeübergang von dem ersten Gehäusebauteil zu der Kühleinrichtung wirksam reduziert. Somit wird die von einer Wärmequelle, z.B. einem Antrieb der Pumpe oder einer Heizeinrichtung, im ersten Gehäusebauteil abgegebene Wärme von der Kühleinrichtung abgeschirmt, wobei auch die Funktionseinheit wirksam von der Wärmequelle abgeschirmt ist und zwar durch sowohl die Isoliereinrichtung als auch die Kühleinrichtung. Die Kühleinrichtung kann somit besonders klein dimensioniert werden, da sie von der Wärmequelle nur eine äußerst geringe Wärmemenge abführen muss. Stattdessen braucht die Kühleinrichtung lediglich für die in der Funktionseinheit abzuführende Wärme dimensioniert werden.

**[0009]** Hinzu kommt, dass durch die reduzierte Kühlleistung eine Kondensation, insbesondere von in der Umgebungsluft vorhandenem Wasserdampf, im zweiten Gehäusebauteil an der Kühleinrichtung verringert oder vermieden wird. Somit kann die Funktionseinheit wirksam vor Flüssigkeitseintrag geschützt werden und es sind keine zusätzlichen Maßnahmen zur Verhinderung von Kondensation oder Abführung von Kondensat notwendig. Im Stand der Technik wurde hierfür beispielsweise ein Kühlmittelventil vorgesehen, um bei Unterschreiten bestimmter Temperaturschwellen die Kühleinrichtung auszuschalten und so eine Kondensation zu verhindern. Alternativ wurde beispielsweise eine zusätzliche Heizung für das zweite Gehäusebauteil vorgesehen. Vor allem diese zusätzliche Heizung ist energietechnisch nachteilig, da die Kühleinrichtung von der Heizung erwärmt wird und umgekehrt. Erfindungsgemäß sind derartige, insbesondere kostenintensive, Hilfsmittel zur Kondensationsvermeidung nicht länger nötig.

**[0010]** Es kann also beispielsweise auf ein Kühlwasserventil und eine hierfür vorgesehene Verrohrung verzichtet werden. Eine Steuerung für die Kühleinrichtung kann dadurch kleiner und kostengünstiger ausgeführt werden, insbesondere durch Wegfall von zusätzlichen Steckern und Relais. Auch lässt sich die erfindungsgemäße Vakuumpumpe besonders einfach montieren. Beispielsweise können alle Anschlüsse der Vakuumpumpe in eine Richtung weisen. Gegebenenfalls in der Funktionseinheit vorgesehene Elektronikkomponenten werden deutlich besser gekühlt, was deren Lebensdauer erhöht. Außerdem kann somit Platz und Zugang für weiteres Zubehör erreicht werden.

**[0011]** Insbesondere gegenüber der Lösung des Standes der Technik mit abschaltbarer Kühleinrichtung ergibt sich der weitere Vorteil der Erfindung, dass die Bauteile der Vakuumpumpe keinen stark variierenden Temperaturen ausgesetzt werden müssen, was deren Lebensdauer beeinträchtigen könnte. Stattdessen kann die Kühleinrichtung, und insbesondere auch eine optionale zusätzliche Heizeinrichtung im ersten Gehäusebauteil, bei

spielsweise im Wesentlichen stationär und/oder dauerhaft betrieben werden, was insbesondere alle beteiligten Bauteile schont.

**[0012]** In der Funktionseinheit können insbesondere temperaturempfindliche Bauteile, wie zum Beispiel elektronische Schaltungen vorgesehen sein. Die Kühleinrichtung ist zwischen diesen Bauteilen und dem ersten Gehäusebauteil vorgesehen. Vorteilhaft ist vorgesehen, dass das erste Gehäusebauteil zumindest eine Heizeinrichtung umfasst, beispielsweise um Kondensation eines Prozessgases in der Pumpe zu vermeiden. Die Heizeinrichtung braucht nur einen geringen Wärmeeintrag zu leisten, um die im pumpwirksamen Abschnitt gewünschte Temperatur bereitzustellen, da die Wärme nicht gleich von der Kühleinrichtung wieder abgeführt wird. Insgesamt wird also eine energetisch ineffiziente Situation vermieden, in der die Heizeinrichtung von der Kühleinrichtung gekühlt wird und umgekehrt. Des Weiteren kann durch den erfindungsgemäß besonders geringen Wärmeübergang vom ersten zum zweiten Gehäusebauteil ein Aufheizen des ersten Gehäusebauteils im Wesentlichen unabhängig von einer Temperaturempfindlichkeit der Funktionseinheit durchgeführt werden, also beispielsweise das erste Gehäusebauteil schnell aufgeheizt werden.

**[0013]** Bei einer Ausführungsform umfasst die Funktionseinheit eine Steuerung für die Vakuumpumpe. Die Steuerung kann beispielsweise eine Steuerungsplatine aufweisen. Alternativ oder zusätzlich kann die Funktionseinheit beispielsweise eine Schmiermittelpumpe umfassen.

**[0014]** Grundsätzlich kann eine erfindungsgemäße Anordnung von Isoliereinrichtung und Kühleinrichtung auch für ein drittes Gehäusebauteil, insbesondere nach Art des zweiten Gehäusebauteils, vorgesehen sein. Die erfindungsgemäßen Vorteile können so für mehrere Funktionseinheiten, beispielsweise sowohl für eine Steuerung als auch für eine Schmiermittelpumpe, genutzt werden.

**[0015]** Es kann beispielsweise vorgesehen sein, dass sich die Isoliereinrichtung zumindest im Wesentlichen über einen gesamten Zwischenraum zwischen Kühleinrichtung und erstem Gehäusebauteil erstreckt. Hierdurch werden das zweite Gehäusebauteil und die Funktionseinheit besonders wirksam von der Heizeinrichtung im ersten Gehäusebauteil abgeschirmt.

**[0016]** Erfindungsgemäß umfasst die Isoliereinrichtung eine Mehrzahl von Abstandsstücken, durch welche ein Luftspalt zwischen der Kühleinrichtung und dem ersten Gehäusebauteil ausgebildet ist. Hierdurch wird eine besonders einfache aber wirksame Isolierung zwischen dem ersten Gehäusebauteil und der Kühleinrichtung bewirkt. Das Abstandsstück ist als Vorsprung und/oder Steg am ersten Gehäusebauteil und/oder an der Kühleinrichtung ausgebildet. Dies stellt eine besonders einfache Möglichkeit dar, den Luftspalt zu erzeugen und somit eine besonders wirksame Isolierung zu schaffen. Grundsätzlich können auch verschiedenartige Ab-

standsstücke gemeinsam verwendet werden.

**[0017]** Eine Weiterbildung sieht vor, dass ein optionales weiteres Abstandsstück zumindest teilweise, insbesondere vollständig, aus einem schlecht wärmeleitenden Material ausgebildet ist. Somit wird die Isolierungswirkung weiter verbessert.

**[0018]** Beispielsweise kann zur weiteren Verbesserung der Isolierung ein weiteres Abstandsstück zumindest teilweise, insbesondere vollständig, aus PET, beispielsweise als biaxial orientierte Polyester-Folie (BO-PET), ausgebildet sein. Beispielsweise kann das weitere Abstandsstück als eine Folie ausgebildet sein, beispielsweise mit einer Wärmeleitfähigkeit von etwa 0,3 W/mK. Das weitere Abstandsstück kann beispielsweise als Beilage oder Unterlegelement oder auch selbstklebend oder eingeklebt sein.

**[0019]** Eine vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, dass das weitere Abstandsstück ringförmig ausgebildet ist. Das Abstandsstück kann beispielsweise als Unterlegscheibe für eine Schraubenverbindung ausgebildet sein, die das erste Gehäusebauteil mit der Kühleinrichtung und/oder dem zweiten Gehäusebauteil verbindet. Hierdurch kann der Luftspalt mit einfachsten Mitteln erzeugt werden. Die Vakuumpumpe lässt sich hierdurch besonders kostengünstig herstellen, insbesondere da eine Unterlegscheibe beispielsweise als kostengünstiges Standardzukaufteil bezogen werden kann. Beispielsweise kann die Schraubenverbindung wenigstens eine M4-Schraube aufweisen, für die eine M4-Unterlegscheibe, insbesondere aus BO-PET, als Abstandsstück vorgesehen ist.

**[0020]** Eine thermische Isolierung zwischen dem ersten und dem zweiten Gehäusebauteil kann beispielsweise noch weiter verbessert werden, wenn für die Schraubenverbindung eine Hülse und/oder ein Gewindeeinsatz aus schlecht wärmeleitendem Material vorgesehen ist, beispielsweise ein Plastikbolzen mit Spreizspitze.

**[0021]** Alternativ oder zusätzlich kann das weitere Abstandsstück um eine Rotorachse der Vakuumpumpe, insbesondere kreisförmig, umlaufend ausgebildet sein.

**[0022]** Es hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, wenn das Abstandsstück und/oder der Luftspalt kleiner als 1 cm, insbesondere kleiner als 5 mm, insbesondere etwa oder kleiner als 3 mm, insbesondere etwa oder kleiner als 1 mm, sind, wobei der Begriff "kleiner" hier inklusive des angegebenen Wertes zu verstehen ist. Hierdurch wird nur ein minimaler Bauraum bei dennoch wirksamer Isolierung benötigt. Die Kühleinrichtung kann gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform als Kühlplatte ausgebildet sein. Hierdurch kann das zweite Gehäusebauteil wirksam flächig gekühlt werden, was eine besonders gleichmäßige Kühlung und eine besonders geringe Gefahr der Kondensation im zweiten Gehäusebauteil ermöglicht, da lokale Kaltstellen, die ansonsten typisch kondensationsfördernd wirken, vorteilhaft vermieden werden.

**[0023]** Es kann beispielsweise auch vorgesehen sein, dass sich die Kühleinrichtung zumindest im Wesentli-

chen über eine gesamte dem ersten Gehäusebauteil zugewandte Seite des zweiten Gehäusebauteils erstreckt. Das zweite Gehäusebauteil kann hierdurch besonders wirksam von der Wärme im ersten Gehäusebauteil abgeschirmt werden.

**[0024]** Die Kühleinrichtung kann gemäß einem vorteilhaften Beispiel eine Flüssigkeitskühlung umfassen, wodurch die Wärme besonders effektiv abgeführt werden kann.

**[0025]** Die Kühleinrichtung kann insbesondere an einer Stirnseite des zweiten Gehäusebauteils angeordnet sein, insbesondere diese vollständig abdecken.

**[0026]** Gemäß einer Ausführungsform mit kompakter Bauweise definiert eine Rotationsachse eines Rotors der Vakuumpumpe eine axiale Richtung und das zweite Gehäusebauteil ist in axialer Richtung gegenüber einem Einlass der Vakuumpumpe angeordnet.

**[0027]** Auch kann beispielsweise vorgesehen sein, dass eine Rotationsachse eines Rotors der Vakuumpumpe eine axiale Richtung definiert und die Isoliereinrichtung in axialer Richtung zwischen der Kühleinrichtung und dem ersten Gehäusebauteil angeordnet ist und/oder die Kühleinrichtung in axialer Richtung zwischen der Isoliereinrichtung und dem zweiten Gehäusebauteil angeordnet ist, beispielsweise um eine besonders kompakte Bauweise zu erreichen.

**[0028]** Ebenfalls kompakt lässt sich die Vakuumpumpe ausbilden, wenn eine Rotationsachse eines Rotors der Vakuumpumpe eine axiale Richtung definiert und das erste Gehäusebauteil, die Isoliereinrichtung, die Kühleinrichtung und das zweite Gehäusebauteil in axialer Richtung in der genannten Reihenfolge angeordnet sind.

**[0029]** Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren beispielhaft beschrieben. Es zeigen, jeweils schematisch,

- Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Vakuumpumpe, die nicht der beanspruchten Erfindung entspricht,
- Fig. 2 eine Rückansicht der der Vakuumpumpe der Fig. 1,
- Fig. 3 eine Schnittansicht der Vakuumpumpe von Fig. 1 und 2,
- Fig. 4 ein Beispiel einer Vakuumpumpe, die nicht der beanspruchten Erfindung entspricht,
- Fig. 5 eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vakuumpumpe.

**[0030]** Die in den Fig. 1 bis 3 gezeigte Vakuumpumpe 10 umfasst ein Gehäuse 16 mit einem von einem Einlassflansch 12 umgebenen Pumpeneinlass 14, im Gehäuse 16 mehrere Pumpstufen zur Förderung des an dem Pumpeneinlass 14 anstehenden Gases zu einem am Unterteil 90 des Gehäuses vorgesehenen Pumpenauslass 74. Zwischen Unterteil 90 und Gehäuse 16 ist eine Dichtung 81 angeordnet. Die Vakuumpumpe 10 umfasst im Gehäuse 16 bzw. im Unterteil 90 einen Stator und einen

Rotor mit einer um eine Rotationsachse 18 drehbar gelagerten Rotorwelle 20.

**[0031]** Die Vakuumpumpe 10 ist als Turbomolekularpumpe ausgebildet und umfasst mehrere pumpwirksam miteinander in Serie geschaltete turbomolekulare Pumpstufen mit mehreren mit der Rotorwelle 20 verbundenen turbomolekularen Rotorscheiben 22 und mehreren in axialer Richtung zwischen den Rotorscheiben 22 angeordneten und in dem Gehäuse 16 festgelegten turbomolekularen Statorscheiben 24, die durch Distanzringe 26 in einem gewünschten axialen Abstand zueinander gehalten sind. Das mittels der turbomolekularen Pumpstufen realisierte pumpaktive System baut sich daher im regelmäßigen Wechsel von Rotorscheiben 22 und Statorscheiben 24 auf. Dabei wurden nur einige der gezeigten Bestandteile der Lesbarkeit wegen mit Nummern kenntlich gemacht. Die Rotorscheiben 22 und Statorscheiben 24 stellen in einem Schöpfbereich 28 eine in Richtung des Pfeils 30 gerichtete axiale Pumpwirkung bereit.

**[0032]** Die Vakuumpumpe 10 kann optional nachgeordnet zu den turbomolekularen Pumpstufen eine oder mehrere, an sich bekannte Holweck-Pumpstufen aufweisen, die nicht dargestellt sind. Beispielsweise können drei in radialer Richtung ineinander angeordnete und pumpwirksam miteinander in Serie geschaltete Holweck-Pumpstufen vorgesehen sein. Der rotorseitige Teil der Holweck-Pumpstufen kann dabei eine mit der Rotorwelle 20 verbundene Rotornabe und zwei an der Rotornabe befestigte und von dieser getragene zylindermantelförmige Holweck-Rotorhülsen aufweisen, die koaxial zu der Rotorachse 18 orientiert und in radialer Richtung ineinander geschachtelt sind. Ferner können ein, zwei oder drei zylindermantelförmige Holweck-Statorhülsen vorgesehen sein, die ebenfalls koaxial zu der Rotationsachse 18 orientiert und in radialer Richtung ineinander geschachtelt sind. Die pumpaktiven Oberflächen der Holweck-Pumpstufen sind jeweils durch die einander unter Ausbildung eines engen radialen Holweck-Spalts gegenüberliegenden, radialen Mantelflächen jeweils einer Holweck-Rotorhülse und einer Holweck-Statorhülse gebildet. Dabei ist jeweils eine der pumpaktiven Oberflächen glatt ausgebildet, insbesondere die der Holweck-Rotorhülse, und die gegenüberliegende pumpaktive Oberfläche, insbesondere der Holweck-Statorhülse, weist eine Strukturierung mit schraubenlinienförmig um die Rotationsachse 18 herum in axialer Richtung verlaufenden Nuten auf, in denen durch die Rotation des Rotors das Gas vorangetrieben und dadurch gepumpt wird. Bei der dargestellten Vakuumpumpe 10 sind die Holweck-Pumpstufen allerdings nicht vorgesehen.

**[0033]** Ein Abdichtungsgebiet 34 wird durch eine speziell, in diesem Fall asymmetrisch ausgeformte Statorscheibe 24 gebildet, die die verbleibenden Zwischenräume zu den Rotorscheiben 22 minimal hält, um eine bessere Dichtigkeit gegen ungewollte Rückströmungen zwischen der ersten und zweiten Pumpstufe zu erzielen.

**[0034]** Ein Vorspann- und Dichtring 32 ist zwischen der Innenwand des Gehäuses 16 und den turbomolekularen

Pumpstufen, insbesondere zwischen zwei Distanzringen 26, angeordnet. Der Vorspann- und Dichtring 32 sorgt dafür, dass der toleranzbehaftete Stapel aus Distanzringen 26 sicher axial zwischen Gehäuse 16 und Unterteil 90 vorgespannt wird. Weiterhin dichtet er zusätzlich den Spalt zwischen dem Stapel von Distanzringen 26 und der Wandung des Gehäuses 16 gegen ungewollte Rückströmungen aus dem Vorvakuum-/Ausstoßbereich in den Hochvakuum-/Ansaugbereich ab.

**[0035]** Am Gehäuse 16 ist ein Flutgaseinlass 36 angeordnet, über den die Vakuumpumpe 10 mit Flutgas geflutet werden kann. Der Flutgaseinlass 36 liegt vorteilhaft pumpstromabwärts bzw. unterhalb des Vorspann- und Dichtrings 32. Der auf Höhe des Anschlusses liegende Distanzring 26 ist vorzugsweise auf seiner Mantelfläche über den gesamten Umfang mit einem Kanal bzw. einer Aussparung versehen, so dass sich das Flutgas zuerst im gesamten Ringkanal mit gutem Leitwert verteilt und dann über den Umfang möglichst gleichmäßig den Spalt bzw. die Ausnehmungen im Statorstapel mit geringerem Leitwert durchdringt und die gegen Fluten mechanisch stabileren Vorvakuum-nahen Pumpstufen erreicht.

**[0036]** Am Unterteil 90 sind ein Kühlmittleinlass 38 und ein Kühlmittelauslass 40 angeordnet, zwischen denen eine von wenigstens einem Kühlmittelrohr 76 gebildete Kühlmittelleitung verläuft. Die Kühlmittelleitung verläuft in Windungen durch eine axial angeordnete Kühlplatte 89, die zwischen dem Unterteil 90 und einer Steuereinheit angeordnet ist, und eine radial angeordnete Kühlplatte 71, die zwischen dem Unterteil 90 und einer Schmiermittelpumpe 78 angeordnet ist, wobei die jeweiligen Abschnitte der Kühlmittelleitung in den Kühlplatten 71 und 89 über eine Kühlmittelverbindungsleitung 39 verbunden sind.

**[0037]** An den Kühlmittleinlass 38 und den Kühlmittelauslass 40 kann eine Kühlmittelpumpe angeschlossen werden, mittels der Kühlfüssigkeit durch die Kühlmittelleitung gepumpt werden kann, um die Vakuumpumpe 10 zu kühlen.

**[0038]** Die Rohrenden des Kühlmittelrohrs 76 können beispielsweise als jeweiliger Rohrabschnitt in einem beliebigen Winkel aus der Kontur der Pumpe 10 herausstehen, um z.B. mit Schneid-Klemm-Verschraubungen oder speziellen Steckverbindern am Einlass 38 bzw. Auslass 40 angeschlossen zu werden.

**[0039]** Eine dichte Verbindung von Rohr 76 und Einlass 38 bzw. Auslass 40 kann auf verschiedene Arten hergestellt werden, z.B. durch Löten, Schweißen, Klemmen/Pressen/Dehnen oder mit separaten Dichtelementen, z.B., insbesondere schneidenden, Dichtringen oder -bändern oder auch mit speziellen Steckverbindern mit integriertem Dichtsystem.

**[0040]** Die drehbare Lagerung der Rotorwelle 20 wird durch ein Wälzlager 42 im Bereich des Pumpenauslasses 74 und ein Permanentmagnetlager 44 im Bereich des Pumpeneinlasses 14 bewirkt.

**[0041]** Das Permanentmagnetlager 44 umfasst eine

rotorseitige Lagerhälfte 46 und eine statorseitige Lagerhälfte 48, die jeweils einen Ringstapel aus mehreren in axialer Richtung aufeinandergestapelten permanentmagnetischen Ringen 50, 52 umfassen, wobei die Magnetringe 50, 52 unter Ausbildung eines radialen Lager spalts 54 einander gegenüberliegen.

**[0042]** Innerhalb des Permanentmagnetlagers 44 ist ein Not- oder Fanglager 56 vorgesehen, das als ungeschmiertes Wälzlager ausgebildet ist und im normalen Betrieb der Vakuumpumpe ohne Berührung still steht und erst bei einer übermäßigen radialen Auslenkung des Rotors gegenüber dem Stator in Eingriff und Drehung gelangt, um einen radialen Anschlag für den Rotor zu bilden, der eine Kollision der rotorseitigen Strukturen mit den statorseitigen Strukturen verhindert. Das Not- oder Fanglager 56 wird über einen Einsatz separat gefasst und kann daher unabhängig vom Permanentmagnetlager 44 gewechselt werden.

**[0043]** Das Wälzlager 42 wird durch einen Ringhalter gefasst, der seinerseits durch elastomere Elemente sowohl axial als auch radial entkoppelt in einer Wälzlagerhalterung bzw. Wälzlageraufhängung 84 aufgenommen wird, die am Unterteil 90 sicher fixiert ist. Mechanische Anschläge begrenzen die möglichen Relativbewegungen zwischen Ringhalter und Wälzlageraufhängung 84.

**[0044]** Im Bereich des Wälzlagers 42 ist an der Rotorwelle 20 eine konische Spritzschraube 58 mit einem zu dem Wälzlager 42 hin zunehmenden Außendurchmesser vorgesehen, die mittels eines Schmiermittelkanals 60 zugeführtes Betriebsmittel, insbesondere Schmiermittel, aufnehmen und dem Wälzlager zuführen kann. Die Spritzschraube 58 kann bevorzugt gemäß EP 2 740 956 A2 ausgestaltet sein.

**[0045]** Das Betriebsmittel wird von der Schmiermittelpumpe 78 umgewälzt. Die Schmiermittelpumpe 78 ist bevorzugt gemäß EP 2 060 794 A2 aufgebaut. Sie kann dabei insbesondere einen Schmiermittelvorlaufkanal versorgen, der zumindest in einem Segment gemäß EP 2 801 725 A2 als O-Ring gedichteter Rundkanal aufgebaut ist.

**[0046]** Durch die Schmiermittelpumpe 78 lässt sich eine aktive, geregelte Betriebsmittelversorgung realisieren.

**[0047]** Die Vakuumpumpe 10 umfasst einen Antriebsmotor 62 zum drehenden Antreiben des Rotors, dessen Läufer durch die Rotorwelle 20 gebildet ist. Die Steuereinheit 64 steuert den Antriebsmotor 62 an. Über einen elektrischen Anschluss 66 können die Vakuumpumpe 10 und insbesondere die Steuereinheit 64 sowie der Antriebsmotor 62 mit elektrischem Strom versorgt werden. Die Steuereinheit 64 bildet den unteren Bereich des Gehäuses und wird durch den Deckel 80 verschlossen. Die Steuereinheit 64 mit dem Deckel 80 und die Kühlplatte 80 verschließen das Unterteil 90. Je nach Ausführung können zwischen Steuereinheit 64, Deckel 80, Kühlplatte 89 und/oder Unterteil 90 eine oder mehrere Dichtungen 77 umlaufend eingelegt oder mit anderen Dichtmitteln, etwa Flüssigdichtmitteln, Klebstoffen oder insbesondere

applizierbaren Formdichtungen die entsprechenden Übergänge verschlossen werden, um Sicherheit gegen das Eindringen von Medien und/oder Verunreinigungen zu erlangen. Mittels wenigstens einer elektrischen Durchführung 86 kann der Strom durch den Deckel 80 hindurch in das Gehäuse 16 bzw. das Unterteil 90 geführt und insbesondere dem Antriebsmotor 62 zugeführt werden.

**[0048]** Die Vakuumdurchführung 86 kann gemäß EP 1 843 043 A2 ausgestaltet sein, wobei bei dem hier beschriebenen Beispiel eine Platine mit mehreren Dichtringen getrennt verschiedene Spannungspotentiale und Signale voneinander separat aus dem Pumpeninneren, also aus dem Vakuumbereich, nach außen, also zur "Atmosphäre" und insbesondere zur Steuereinheit 64 führt.

**[0049]** Je nach Anwendungsfall kann sowohl seitens der Steuereinheit 64 oder auch seitens des Antriebsmotors 62 oder seitens der pumpaktiven Bestandteile über das Gehäuse 16 hauptsächlich unerwünscht Wärme in die Pumpe eingebracht werden. Das Kühlmittel, etwa Wasser, fließt vorteilhaft vom Einlass 38 zum Auslass 40, wenn beispielsweise die Schmiermittelpumpe 78 am kühlfesten gehalten werden soll. Alternativ kann das Kühlmittel auch von Auslass 40, der dann den Einlass bildet, zu dem Einlass 38, der dann den Auslass bildet, fließen, wenn beispielsweise die Steuereinheit 64 stärkerer Kühlung bedarf.

**[0050]** Für einen pumpwirksamen Abschnitt, der hier durch die Rotor- und Statorscheiben 22 bzw. 24 gebildet ist, ist eine als Heizmanschette 73 ausgebildete Heizeinrichtung vorgesehen. Mittels dieser kann beispielsweise eine Kondensation von Prozessgas in der Pumpe vermieden werden. Für die Heizmanschette ist eine Heizungssteuerungseinheit 87 vorgesehen, die hier seitlich an der Pumpe 10 angebracht ist. Die Heizungssteuerungseinheit 87 ist vorteilhaft an einer Kühlplatte 89 angebracht, um eine bestmögliche Kühlung von in der Heizungssteuerungseinheit 87 enthaltenen elektrischen oder elektronischen Leistungsbaugruppen zu ermöglichen. Je nach Ausführung kann diese Verbindung direkt oder durch wärmeleitende Adapterelemente ausgeführt sein.

**[0051]** Um einen Wärmeübergang von der Heizmanschette 73 zu einem unteren Bereich der Vakuumpumpe zu minimieren ist ein Isolationsquerschnitt 75 im Unterteil 90 vorgesehen, der durch einen Einstich im Unterteil 90 gebildet ist. Dieser bewirkt durch seine geringe Querschnittsfläche einen reduzierten Wärmeübergang, bildet also eine Isolierung.

**[0052]** An der radialen Außenseite des Unterteils 90 kann eine Verkleidung 88, insbesondere zum Abdecken des Isolationsquerschnitts 75, angeordnet sein. Die Verkleidung 88 kann beispielsweise mantelförmig als längs zur Rotationsachse 18 der Pumpe 10 geschlitzte Blechhülse ausgeführt sein. Die Verkleidung 88 kann ein oder mehrere Sichtfenster bzw. Ausschnitte aufweisen, um beliebige Anschlüsse des Unterteils 90, z.B. einen Sperrgaseinlass 68, nach außen durchzuführen oder um den

Blick auf die Typendaten, z.B. Typschild oder Gravur, der Pumpe 10 freizugeben, welche insbesondere unlösbar am Unterteil 90 angebracht sind.

**[0053]** Es ist ein Sperrgaseinlass 68 vorgesehen, der in Fig. 1 für einen Anwendungsfall ohne Sperrgaszuführung mit einem Sechskantstopfen verschlossen ist. Der Sperrgaseinlass 68 wird auch als Spülgasanschluss bezeichnet. Über den Sperrgaseinlass 68 kann Spülgas zum Schutz des Motors 62 in den Motorraum, in welchem der Motor 62 untergebracht ist, eingebracht werden. Das über den Sperrgaseinlass 68 im Bereich des Motors eingelassene Gas schützt die im Unterteil 90 befindlichen Bestandteile vor korrosiven und/oder sich ablagernden Medien, die je nach Anwendungsfall im Pumpsystem anfallen können. Zwischen einem Motorträger 82 und Unterteil 90 wird eine Dichtung 83 angeordnet, so dass eine Labyrinthdichtung 72 als einziger verbliebener Durchlass einerseits mit ihrem geringen Leitwert eine Sperre gegen einströmende Medien in den Motor- und Wälzlagerbereich darstellt und weiterhin eine erhöhte Sättigung des Wälzlager- und Motorbereichs mit Sperr-/Inertgas sichert.

**[0054]** Zwischen einem den Motorraum nach oben hin begrenzenden Motorträger 82 und der unteren Rotor-scheibe 22 ist die Labyrinthdichtung 72 vorgesehen. Der elektrische Antriebsmotor 62 ist vorteilhaft durch eine Vergussmasse gegen Korrosion geschützt. Bei der dargestellten Ausführung wird der Motorträger 82 integral mit dem Antriebsmotor gemeinsam vergossen, so dass die gesamte Einheit inklusive der mit dem Motorträger einteilig ausgeführten Statorseite der Labyrinthdichtung 72 in einem Schritt mit dem Unterteil 90 optimal ausgerichtet bzw. zentriert verbunden werden kann.

**[0055]** Radial außerhalb der Labyrinthdichtung 72 und unterhalb der turbomolekularen Pumpstufen befindet sich der Vorvakuumbereich, in welchen insbesondere eine ringförmig um die Rotationsachse 18 umlaufende Kammer 70 ausgebildet ist, die, wie in Fig. 3 gesehen werden kann, einen im Wesentlichen rechteckigen Querschnitt aufweist. Diese Querschnittsform ist allerdings nur als Beispiel zu sehen, so dass auch eine andere Querschnittsform, z.B. ein quadratischer oder kreisförmiger Querschnitt, realisiert sein kann. Die Kammer 70 kann auch an einer anderen Stelle im Gehäuse 16 bzw. im Unterteil 90 untergebracht sein. Vorzugsweise liegt die Kammer 70 dort, wo die meisten Ablagerungen anfallen, also typischerweise im Vorvakuumbereich. Besonders bevorzugt liegt die Kammer 70 somit zwischen der letzten Pumpstufe und dem Pumpenauslass 74.

**[0056]** Bei der dargestellten Variante mündet die Kammer 70 in den Pumpenauslass 74. Die Kammer 70 bildet daher einen Ausstoßbereich für das durch die Vakuumpumpe 10 vom Einlass 14 her geförderte Gas, welches über den Pumpenauslass 74 in eine daran angeschlossene Vorvakuumpumpe (nicht gezeigt) gelangen kann. Die Vorvakuumpumpe kann das Gas dann weiter, zum Beispiel in eine Leitung für Abgas, die unter Normaldruck steht, fördern.

**[0057]** Die vorstehend beschriebene Vakuumpumpe 10 der Fig. 1 bis 3 weist keine erfindungsgemäß angeordnete Isoliereinrichtung auf. Sie lässt sich jedoch vorteilhaft erfindungsgemäß weiterbilden, beispielsweise so wie es schematisch in der Fig. 5 angedeutet ist. Umgekehrt lässt sich die in der Fig. 5 gezeigte Ausführungsform der Erfindung vorteilhaft durch einzelne oder mehrere Merkmale der Vakuumpumpe der Fig. 1 bis 3 weiterbilden.

**[0058]** In Fig. 4 ist eine als Turbomolekularpumpe ausgebildete Vakuumpumpe 10 gezeigt, die ein erstes Gehäusebauteil 92 und ein zweites Gehäusebauteil 94 umfasst. Das erste Gehäusebauteil 92 umfasst einen pumpwirksamen Abschnitt der Vakuumpumpe 10, während das zweite Gehäusebauteil 94 eine Steuerung für die Vakuumpumpe 10 umfasst. Das erste Gehäusebauteil 92 kann beispielsweise ein Gehäuse 16 und/oder ein Unterteil 90 gemäß der Ausführungsform der Fig. 1 bis 3 umfassen.

**[0059]** An dem ersten Gehäusebauteil 92 ist eine als Heizmanschette 73 ausgebildete Heizeinrichtung vorgesehen. Für die Heizmanschette 73 ist eine Heizungssteuerungseinheit 87 vorgesehen, die seitlich an der Vakuumpumpe 10, hier an der Kühlplatte 89, angebracht ist

**[0060]** Die als Kühlplatte 89 ausgebildete Kühleinrichtung für die Steuerung in dem zweiten Gehäusebauteil 94 ist zwischen dem zweiten Gehäusebauteil 94 und dem ersten Gehäusebauteil 92 angeordnet, und erstreckt sich in Bezug auf eine Rotorachse über einen gesamten radialen Zwischenraum zwischen dem zweiten und dem ersten Gehäusebauteil 94 bzw. 92.

**[0061]** Zwischen der Kühlplatte 89 und dem ersten Gehäusebauteil 92 ist eine Isoliereinrichtung vorgesehen, die einen Luftspalt 98 umfasst, der durch Abstandsstücke 96 gebildet ist. Die Abstandsstücke 96 sind als Unterlegscheiben für nicht dargestellte Schrauben ausgebildet, die das zweite Gehäusebauteil 94 an dem ersten Gehäusebauteil 92 befestigen. In dem Luftspalt 98 ist außerdem ein Dichtungsring 100, beispielsweise ein O-Ring, vorgesehen, der ein inneres des ersten Gehäusebauteils 92 und/oder des zweiten Gehäusebauteils 94 zum Beispiel vor eindringendem Wasser und/oder Partikeln, insbesondere gemäß IP54, schützen kann.

**[0062]** Das erste Gehäusebauteil 92, der Luftspalt 98, die Kühlplatte 89 und das zweite Gehäusebauteil 94 sind in axialer Richtung, welche durch eine Rotorachse definiert wird, aufeinanderfolgend angeordnet.

**[0063]** Die Größe der Abstandsstücke ist so gewählt, dass der Dichtungsring 100 zwischen der Kühlplatte 89 und dem ersten Gehäusebauteil 92 die Abdichtung, insbesondere einer Platine, zuverlässig bewirkt. Dabei entspricht die Konstruktion für den Dichtungsring 100 insbesondere derjenigen einer bekannten Vakuumpumpe. Die Vakuumpumpe dieses Beispiels lässt sich also einfach in eine bestehende Pumpenkonstruktion integrieren.

**[0064]** Die in Fig. 5 gezeigte Vakuumpumpe 10 umfasst ebenfalls ein erstes Gehäusebauteil 92 für einen

pumpwirksamen Abschnitt, eine als Luftspalt 98 ausgebildete Isoliereinrichtung, eine Kühlplatte 89 und ein zweites Gehäusebauteil 94 für eine Steuerung. Auch ist eine Heizmanschette 73 mit einer dazugehörigen Heizungssteuerungseinheit 87 vorgesehen.

**[0065]** Der Luftspalt 98 wird bei der Ausführungsform gemäß der Erfindung der Fig. 5 jedoch durch eine Mehrzahl von als Vorsprünge 102 ausgebildeten Abstandsstücken gebildet. Diese sind in der gezeigten Ausführungsform um die Rotorachse umlaufend ausgebildet, können jedoch beispielsweise auch unterbrochen und/oder lediglich punktuell vorgesehen sein. Ein Dichtungsring 100 ist hier innen- und außenseitig jeweils von einem solchen Vorsprung 102 eingefasst. Alternativ können die dortigen Vorsprünge auch kürzer als die übrigen Vorsprünge 102 ausgebildet sein, um die Dichtung durch den Dichtungsring 100 zu verbessern. Alternativ oder zusätzlich können ähnliche Vorsprünge beispielsweise auch an der Kühlplatte 89 vorgesehen sein.

## Bezugszeichenliste

### [0066]

10	Vakuumpumpe
12	Einlassflansch
14	Pumpeneinlass
16	Gehäuse
18	Rotationsachse
20	Rotorwelle
22	Rotorscheibe
24	Statorscheibe
26	Distanzring
28	Schöpfbereich
30	Pfeil
32	Vorspann- und Dichtring
34	Abdichtungsbereich
36	Flutgaseinlass
38	Kühlmitteleinlass
39	Kühlmittelverbindungsleitung
40	Kühlmittelauslass
42	Wälzlager
44	Permanentmagnetlager
46	rotorseitige Lagerhälfte
48	statorseitige Lagerhälfte
50	permanentmagnetischer Ring
52	permanentmagnetischer Ring
54	radialer Lagerspalt
56	Not- oder Fanglager
58	konische Spritzschraube
60	Schmiermittelkanal
62	Antriebsmotor
64	Steuereinheit
66	Elektrischer Anschluss
68	Sperrgaseinlass
70	Ausstossbereich, Kammer
71	Kühlplatte
72	Labyrinthdichtung

73 Heizmanschette  
 74 Pumpenauslass  
 75 Isolationsquerschnitt  
 76 Kühlmittelrohr  
 77 Dichtung  
 78 Schmiermittelpumpe  
 80 Deckel  
 81 Dichtung  
 82 Motorträger  
 83 Dichtung  
 84 Wälzlageraufhängung  
 86 Elektrische Durchführung  
 87 Heizungssteuerungseinheit  
 88 Verkleidung  
 89 Kühlplatte  
 90 Unterteil  
 92 erstes Gehäusebauteil  
 94 zweites Gehäusebauteil  
 96 Abstandsstück  
 98 Luftspalt  
 100 Dichtungsring  
 102 Vorsprung

#### Patentansprüche

##### 1. Vakuumpumpe (10), insbesondere Turbomolekularvakuumpumpe, mit

einem ersten Gehäusebauteil (92), in dem ein pumpwirksamer Abschnitt der Vakuumpumpe (10) und/oder ein Antrieb für einen pumpwirksamen Abschnitt der Vakuumpumpe (10) angeordnet ist,

einem zweiten Gehäusebauteil (94), welches von dem ersten Gehäusebauteil separat ausgeführt ist und in dem eine Funktionseinheit für die Vakuumpumpe (10) vorgesehen ist und einer an dem zweiten Gehäusebauteil (94) vorgesehenen Kühleinrichtung (89) für die Funktionseinheit,

wobei eine Isoliereinrichtung (96, 98, 102) zwischen der Kühleinrichtung (89) und dem ersten Gehäusebauteil (92) vorgesehen ist,

wobei die Kühleinrichtung (89) zwischen der Isoliereinrichtung (98) und dem zweiten Gehäusebauteil (94) angeordnet ist, und wobei die Isoliereinrichtung eine Mehrzahl von Abstandsstücken (102) umfasst, durch welche ein Luftspalt (98) zwischen der Kühleinrichtung (89) und dem ersten Gehäusebauteil (92) ausgebildet ist,

**dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstandsstücke als Vorsprung (102) am ersten Gehäusebauteil (92) und/oder an der Kühleinrichtung (89) ausgebildet sind, wobei ein Vorsprung einen Dichtungsring (100) aufnimmt.

##### 2. Vakuumpumpe (10) nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

das erste Gehäusebauteil (92) zumindest eine Heizeinrichtung (73) umfasst.

##### 5 3. Vakuumpumpe (10) nach Anspruch 1 oder 2,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Funktionseinheit eine Steuerung für die Vakuumpumpe (10) umfasst.

##### 10 4. Vakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

sich die Isoliereinrichtung (96, 98, 102) zumindest im Wesentlichen über einen gesamten Zwischenraum zwischen Kühleinrichtung (89) und erstem Gehäusebauteil (92) erstreckt.

##### 15 5. Vakuumpumpe (10) nach Anspruch 4,

**dadurch gekennzeichnet, dass** die Vakuumpumpe ein weiteres Abstandstück (96) aufweist, welches zumindest teilweise aus einem schlecht wärmeleitenden Material ausgebildet ist.

##### 20 6. Vakuumpumpe (10) nach Anspruch 5

**dadurch gekennzeichnet, dass**

das weitere Abstandsstück (96) zumindest teilweise aus PET ausgebildet ist.

##### 30 7. Vakuumpumpe (10) nach zumindest einem der Ansprüche 5 oder 6,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

das weitere Abstandsstück (96, 102) ringförmig ausgebildet ist.

##### 35 8. Vakuumpumpe (10) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 7,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Vakuumpumpe ein weiteres Abstandstück (96) aufweist, welches als Unterlegscheibe für eine Schraubenverbindung ausgebildet ist, die das erste Gehäusebauteil (92) mit der Kühleinrichtung (89) und/oder dem zweiten Gehäusebauteil (94) verbindet.

##### 40 9. Vakuumpumpe (10) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 8,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

das Abstandsstück (96, 102) und/oder der Luftspalt (98) kleiner als 1 cm sind.

##### 50 10. Vakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Kühleinrichtung als Kühlplatte (89) ausgebildet ist.

##### 55 11. Vakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**



**net, dass**

sich die Kühleinrichtung (89) zumindest im Wesentlichen über eine gesamte dem ersten Gehäusebauteil (92) zugewandte Seite des zweiten Gehäusebauteils (94) erstreckt.

12. Vakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühleinrichtung (89) eine Flüssigkeitskühlung umfasst.
13. Vakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Rotationsachse eines Rotors der Vakuumpumpe (10) eine axiale Richtung definiert und das erste Gehäusebauteil (92), die Isoliereinrichtung (96, 98, 102), die Kühleinrichtung (89) und das zweite Gehäusebauteil (94) in axialer Richtung in der genannten Reihenfolge angeordnet sind.

**Claims**

1. A vacuum pump (10), in particular a turbomolecular pump, comprising
- a first housing component (92) in which a pump-active section of the vacuum pump (10) and/or a drive for a pump-active section of the vacuum pump (10) is/are arranged,
- a second housing component (94) which is designed separately from the first housing component and in which a functional unit for the vacuum pump (10) is provided, and
- a cooling device (89), which is provided at the second housing component (94), for the functional unit,
- wherein an insulating device (96, 98, 102) is provided between the cooling device (89) and the first housing component (92),
- wherein the cooling device (89) is arranged between the insulating device (98) and the second housing component (94), and
- wherein the insulating device comprises a plurality of spacers (102) by which an air gap (98) is formed between the cooling device (89) and the first housing component (92),
- characterized in that**
- the spacers are formed as a projection (102) at the first housing component (92) and/or at the cooling device (89), with one projection receiving a sealing ring (100).
2. A vacuum pump (10) according to claim 1, **characterized in that** the first housing component (92) comprises at least

one heating device (73).

3. A vacuum pump (10) according to claim 1 or 2, **characterized in that** the functional unit comprises a control for the vacuum pump (10).
4. A vacuum pump (10) according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** the insulating device (96, 98, 102) extends at least substantially over an entire intermediate space between the cooling device (89) and the first housing component (92).
5. A vacuum pump (10) according to claim 4, **characterized in that** the vacuum pump has a further spacer (96) which is at least partly made of a material with poor thermal conductivity.
6. A vacuum pump (10) according to claim 5, **characterized in that** the further spacer (96) is at least partly made of PET.
7. A vacuum pump (10) according to at least one of the claims 5 or 6, **characterized in that** the further spacer (96, 102) is annular.
8. A vacuum pump (10) according to at least one of the claims 1 to 7, **characterized in that** the vacuum pump has a further spacer (96) which is configured as a washer for a screw connection that connects the first housing component (92) to the cooling device (89) and/or to the second housing component (94).
9. A vacuum pump (10) according to at least one of the claims 1 to 8, **characterized in that** the spacer (96, 102) and/or the air gap (98) is/are smaller than 1 cm.
10. A vacuum pump (10) according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** the cooling device is configured as a cooling plate (89).
11. A vacuum pump (10) according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** the cooling device (89) extends at least substantially over an entire side of the second housing component (94) facing the first housing component (92).
12. A vacuum pump (10) according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** the cooling device (89) comprises a liquid cooling.

13. A vacuum pump (10) according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** an axis of rotation of a rotor of the vacuum pump (10) defines an axial direction and the first housing component (92), the insulating device (96, 98, 102), the cooling device (89) and the second housing component (94) are arranged in the axial direction in the mentioned order.

## Revendications

1. Pompe à vide (10), en particulier pompe à vide turbomoléculaire, comprenant

un premier composant de carter (92) dans lequel est disposé(e) une partie active en pompage de la pompe à vide (10) et/ou un entraînement pour une partie active en pompage de la pompe à vide (10),

un deuxième composant de carter (94) qui est réalisé séparément du premier composant de carter et dans lequel est prévue une unité fonctionnelle pour la pompe à vide (10), et un dispositif de refroidissement (89) pour l'unité fonctionnelle, prévu sur le deuxième composant de carter (94),

un dispositif d'isolation (96, 98, 102) étant prévu entre le dispositif de refroidissement (89) et le premier composant de carter (92),

le dispositif de refroidissement (89) étant disposé entre le dispositif d'isolation (98) et le deuxième composant de carter (94), et

le dispositif d'isolation comprenant une pluralité d'éléments écarteurs (102) par lesquels un entrefer (98) est formé entre le dispositif de refroidissement (89) et le premier composant de carter (92),

### **caractérisée en ce que**

les éléments écarteurs sont réalisés sous forme de saillie (102) sur le premier composant de carter (92) et/ou sur le dispositif de refroidissement (89), une saillie recevant un joint d'étanchéité annulaire (100).

2. Pompe à vide (10) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le premier composant de carter (92) comprend au moins un dispositif de chauffage (73).
3. Pompe à vide (10) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** l'unité fonctionnelle comprend une commande pour la pompe à vide (10).
4. Pompe à vide (10) selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le dispositif d'isolation (96, 98, 102) s'étend au moins

sensiblement sur tout un espace intermédiaire entre le dispositif de refroidissement (89) et le premier composant de carter (92).

5. Pompe à vide (10) selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** la pompe à vide comprend un autre élément écarteur (96) qui est formé au moins partiellement d'un matériau mauvais conducteur de la chaleur.

6. Pompe à vide (10) selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** l'autre élément écarteur (96) est formé au moins partiellement de PET.

7. Pompe à vide (10) selon l'une au moins des revendications 5 ou 6, **caractérisée en ce que** l'autre élément écarteur (96, 102) est de forme annulaire.

8. Pompe à vide (10) selon l'une au moins des revendications 1 à 7, **caractérisée en ce que** la pompe à vide comprend un autre élément écarteur (96) réalisé sous la forme d'une rondelle pour un assemblage vissé qui relie le premier composant de carter (92) au dispositif de refroidissement (89) et/ou au deuxième composant de carter (94).

9. Pompe à vide (10) selon l'une au moins des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce que** l'élément écarteur (96, 102) et/ou l'entrefer (98) sont inférieurs à 1 cm.

10. Pompe à vide (10) selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le dispositif de refroidissement est réalisé sous forme de plaque de refroidissement (89).

11. Pompe à vide (10) selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le dispositif de refroidissement (89) s'étend au moins sensiblement sur toute une face du deuxième composant de carter (94) tournée vers le premier composant de carter (92).

12. Pompe à vide (10) selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le dispositif de refroidissement (89) inclut un refroidissement par liquide.

13. Pompe à vide (10) selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** un axe de rotation d'un rotor de la pompe à vide (10) définit une direction axiale, et le premier composant de carter (92), le dispositif d'isolation (96, 98, 102), le dispositif de refroidissement (89) et le deuxième composant de carter (94) sont disposés dans la di-

rection axiale dans l'ordre mentionné.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

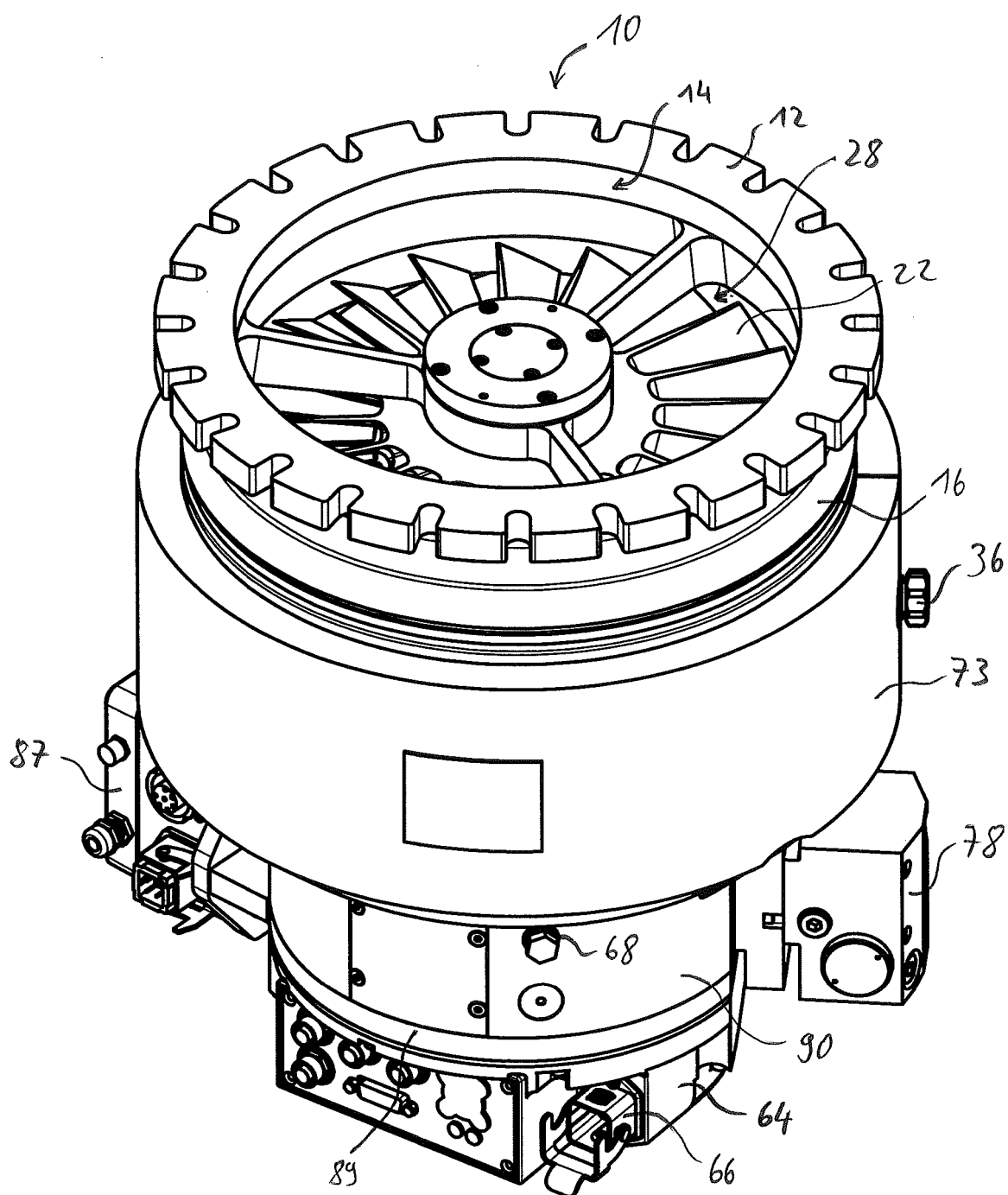


Fig. 1

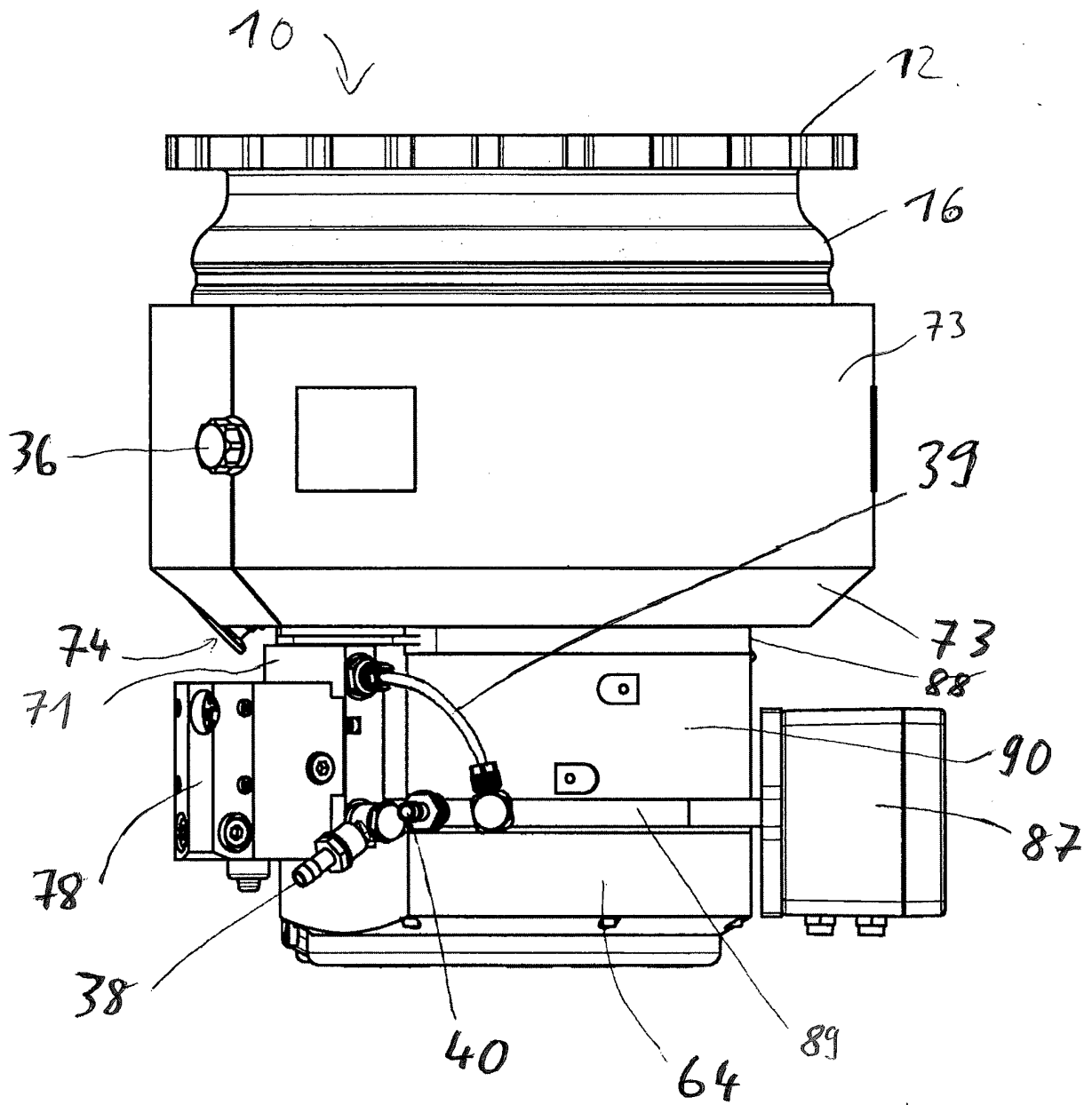


Fig. 2

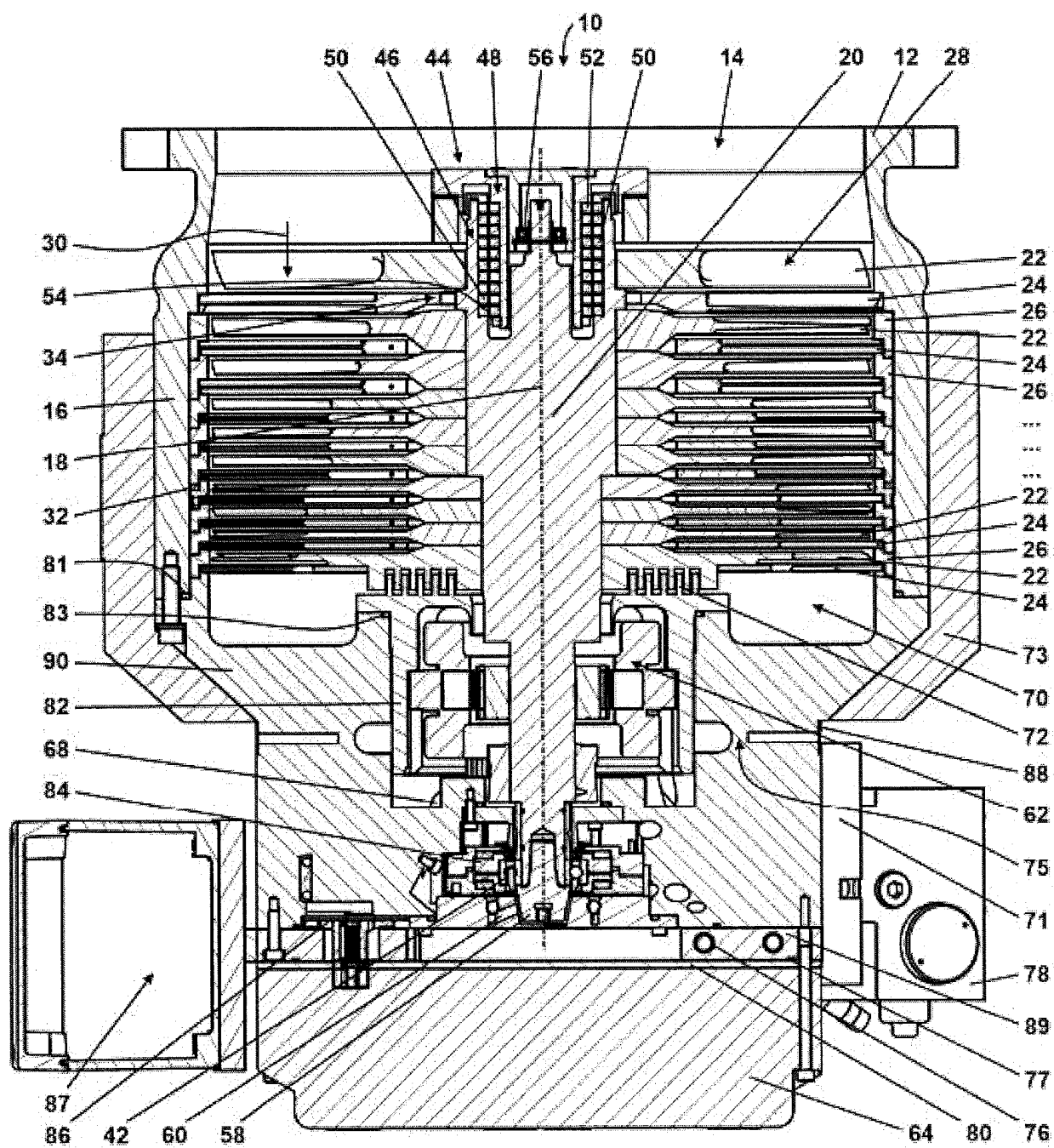


Fig. 3

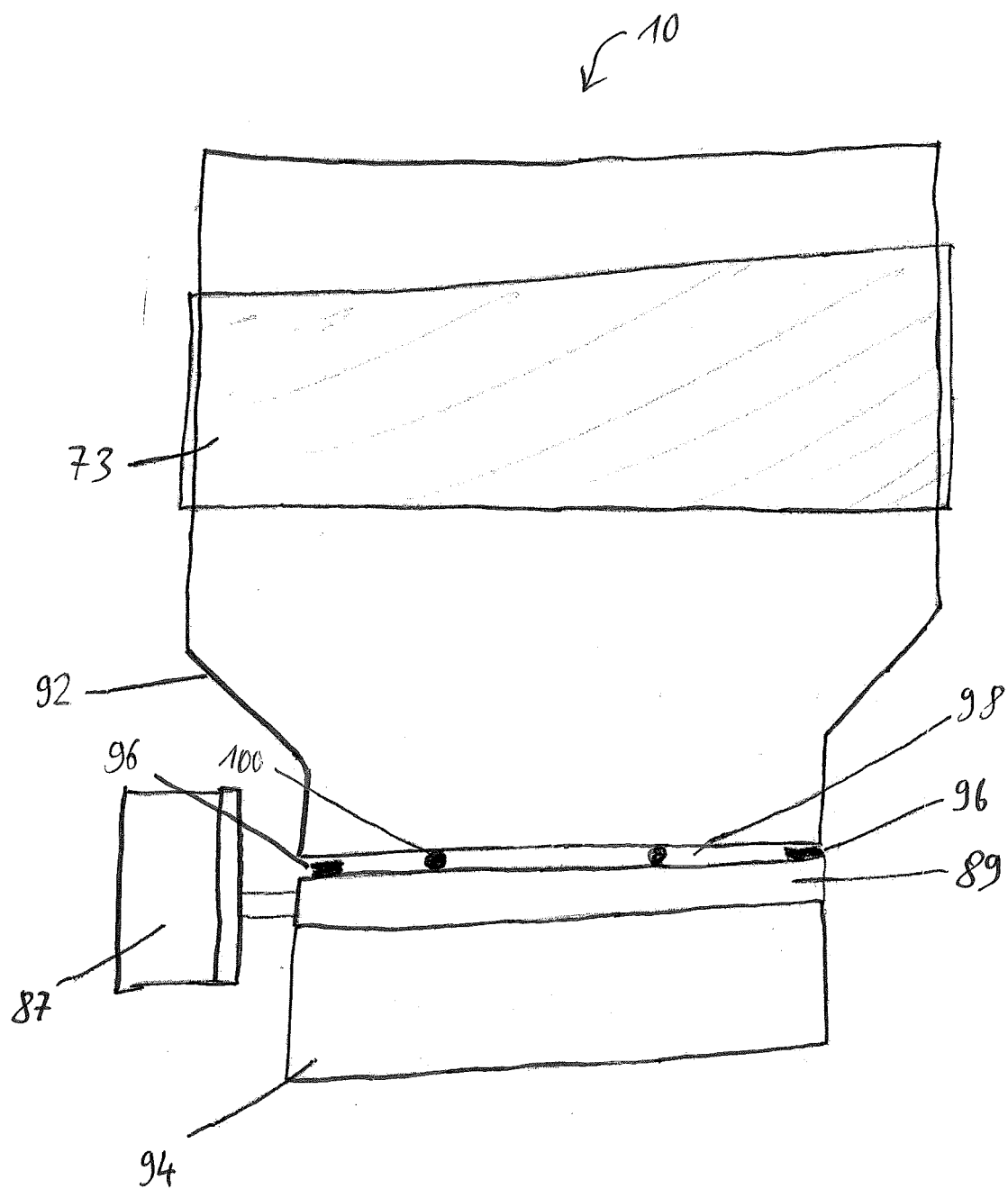


Fig. 4

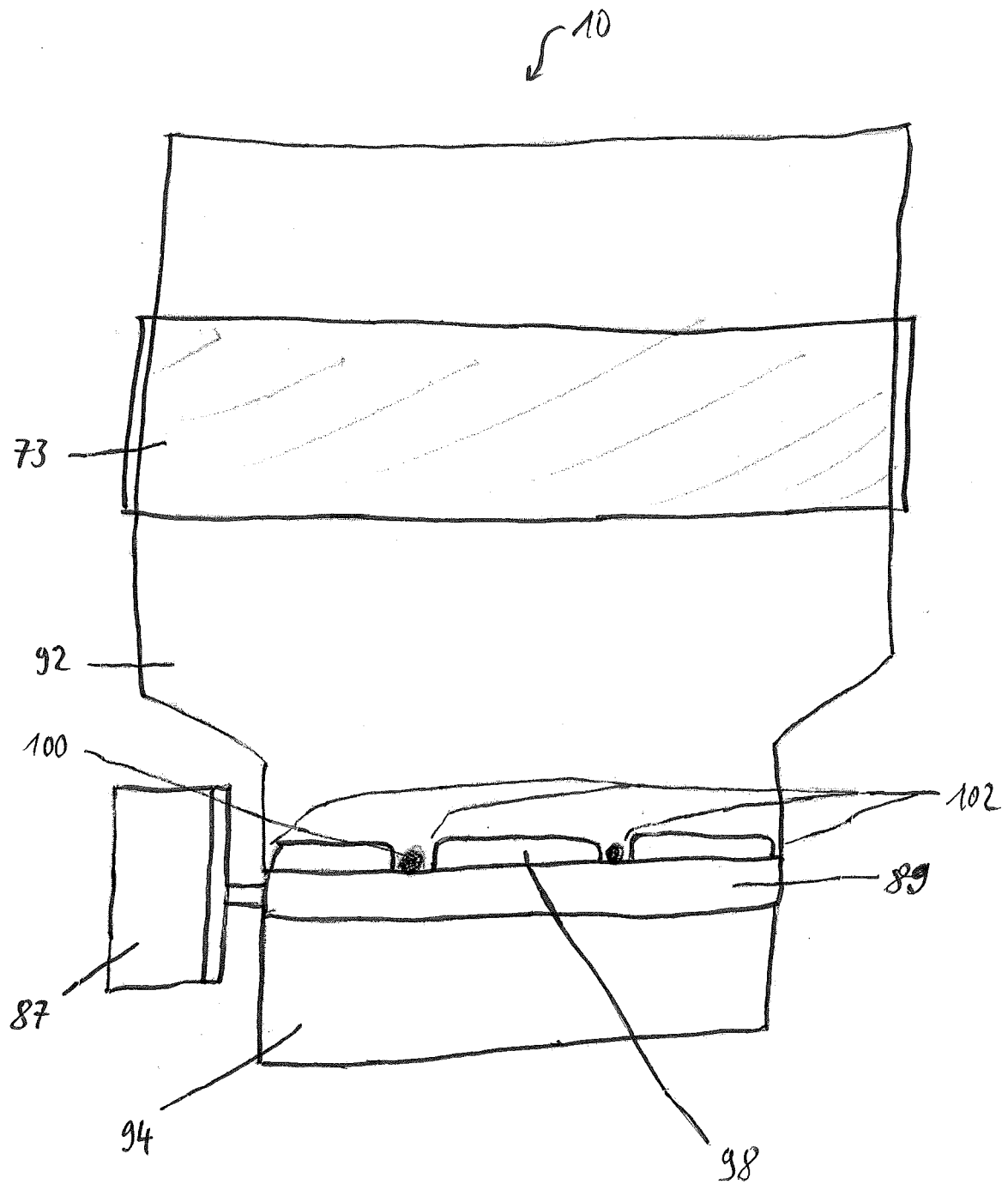


Fig. 5



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- WO 2012046495 A1 **[0005]**
- WO 2008062598 A1 **[0005]**
- US 2015086328 A1 **[0005]**
- JP 2013100760 A **[0005]**
- EP 2740956 A2 **[0044]**
- EP 2060794 A2 **[0045]**
- EP 2801725 A2 **[0045]**
- EP 1843043 A2 **[0048]**