

(19)



(11)

EP 2 957 772 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
23.12.2015 Patentblatt 2015/52

(51) Int Cl.:
F04C 25/02^(2006.01) F04C 29/04^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15164777.3**

(22) Anmeldetag: **23.04.2015**

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

(71) Anmelder: **Pfeiffer Vacuum GmbH**
35614 Aßlar (DE)

(72) Erfinder: **Huber, Peter**
35390 Gießen (DE)

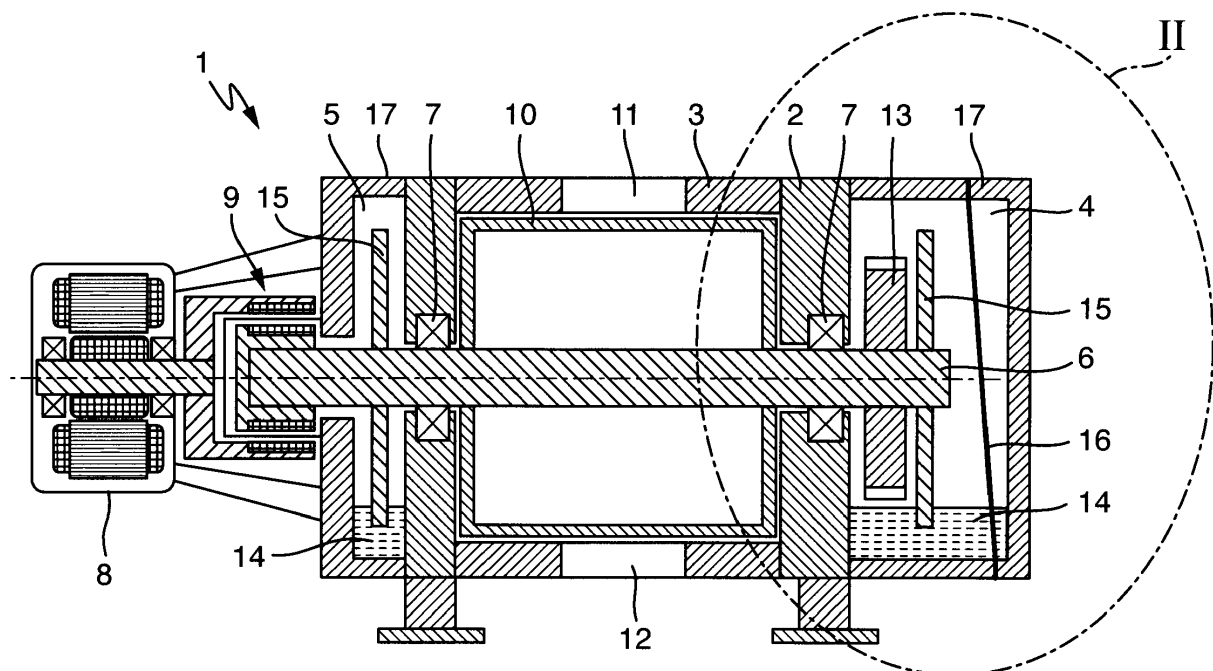
(74) Vertreter: **Knefel, Cordula**
Wertherstrasse 16
35578 Wetzlar (DE)

(30) Priorität: **02.06.2014 DE 102014107709**

(54) VAKUUMPUMPE

(57) Vakuumpumpe (1) mit einem Gehäuse (2), einer in dem Gehäuse (2) angeordneten, über Wälzlager (7) drehbar gelagerten Welle (6) sowie mit mindestens einem in mindestens einem Gehäuseteil (4) des Gehäuses angeordneten Schmiermittelspeicher (14) zur Aufnahme

eines Schmiermittels. In dem mindestens einen mit einem Schmiermittelspeicher (14) versehenen Gehäuseteil (4) des Gehäuses (2) ist mindestens ein Kühlelement (16) angeordnet, das zumindest einseitig in einer Gehäusewand (17) dieses Gehäuseteils (4) festgelegt ist.

**Fig. 1****EP 2 957 772 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe mit einem Gehäuse, einer in dem Gehäuse angeordneten, über Wälzlager drehbar gelagerten Welle sowie mit mindestens einem in mindestens einem Gehäuseteil des Gehäuses angeordneten Schmiermittelspeicher zur Aufnahme eines Schmiermittels.

[0002] Die Entwicklung der Vakuumpumpen geht hin zu Vakuumpumpen mit einer hohen Leistungsdichte und einem kompakten Pumpengehäuse. Aufgrund der geringen Gehäuseaußenfläche stellt hierbei die Kühlung des Pumpengehäuses und des Schmiermittels über Konvektion eine besondere Herausforderung dar. Während die Gehäusebauteile Temperaturen von über 100°C in der Regel ohne Schaden überstehen, stoßen Betriebsmittel, wie beispielsweise die zur Schmierung der Wellenlager dienenden Schmiermittel bei erhöhten Temperaturen an ihre Grenzen. Diese altern vorzeitig und Bauteile, die von optimalen Schmiereigenschaften abhängig sind, wie beispielsweise Getriebezahnräder, Wälzlager und auch berührende Dichtungen, weisen eine verkürzte Lebensdauer auf und bedingen kürzere Serviceintervalle.

[0003] Eine gattungsgemäße Vakuumpumpe ist beispielsweise aus der DE 10 2010 045 880 A1 bekannt. Diese zum Stand der Technik gehörende Vakuumpumpe kann derart verbessert werden, dass eine effektivere Kühlung der Schmiermittel erfolgt.

[0004] Das der Erfindung zugrunde liegende technische Problem besteht darin, eine Vakuumpumpe zu schaffen, die bei kompakter Bauweise gute Kühlleistungen aufweist.

[0005] Dieses technische Problem wird durch eine Vakuumpumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0006] Die erfindungsgemäße Vakuumpumpe mit einem Gehäuse, einer in dem Gehäuse angeordneten, über Wälzlager drehbar gelagerten Welle sowie mit mindestens einem in mindestens einem Gehäuseteil des Gehäuses angeordneten Schmiermittelspeicher zur Aufnahme eines Schmiermittels, zeichnet sich dadurch aus, dass in dem mindestens einen mit einem Schmiermittelspeicher versehenen Gehäuseteil des Gehäuses mindestens ein Kühlelement angeordnet ist, das zumindest einseitig in einer Gehäusewand dieses Gehäuseteils festgelegt ist.

[0007] Durch die Verlagerung des eigentlichen Kühlelements in das Innere des Gehäuses mit einer zumindest einseitigen Verbindung zur Gehäusewand und somit auch zur Umgebung ist es möglich, die Kühlung im Wesentlichen ohne eine Vergrößerung der Gehäuseabmessungen zu bewirken.

[0008] Vorteilhafterweise ragt das mindestens eine Kühlelement zumindest teilweise in den Schmiermittelspeicher des betreffenden Gehäuseteils hinein, um eine effektive und direkte Kühlung des Schmiermittels zu erzielen.

[0009] Gemäß einer ersten vorteilhaften Ausführungs-

form der Erfindung wird vorgeschlagen, dass das mindestens eine Kühlelement als beidseitig offenes hohles Rohr ausgebildet ist, das im Wesentlichen senkrecht so im Gehäuseteil angeordnet ist, dass das Rohr im Bereich beider Enden in der Gehäusewand dieses Gehäuseteils festgelegt ist. Dieses beidseitig zur Umgebung offene Hohlrohr wirkt damit quasi als Kamin zur Ableitung der Wärme aus dem Inneren des Gehäuseteils.

[0010] Im Inneren des mit dem mindestens einen Hohlrohr versehenen Gehäuseteils wird Wärme an die im Hohlrohr befindliche Luft abgegeben, deren Dichte sich dadurch verringert und innerhalb des Rohres bis zur oberen Endöffnung nach oben steigt. Der so entstehende Kamineffekt führt somit Wärme aus dem Inneren des Gehäuseteils nach außen ab und saugt über die untere Endöffnung frische kühlere Luft in das Innere des Hohlrohres.

[0011] Um den gewünschten Kamineffekt zu erzielen, muss das mindestens eine Rohr nicht unbedingt senkrecht in dem Gehäuseteil angeordnet sein, jedoch muss ein deutlicher Höhenunterschied zwischen den offenen Rohrenden vorhanden sein. Weiterhin ist es gemäß einer alternativen Ausführungsform möglich, das mindestens eine Rohr nicht nur als gerades Rohr, sondern auch als gebogenes Rohr auszubilden.

[0012] Weiterhin wird mit der Erfindung vorgeschlagen, dass das hohle Rohr verzweigt ausgebildet ist und mehr als zwei Endöffnungen aufweist, wobei das mehrere Endöffnungen aufweisende Ende des Rohres vorteilhafterweise das obere Ende des Rohres bildet, um einen schnelleren Abzug der erwärmten Luft zu ermöglichen.

[0013] Der Wärmeübergang auf die im Rohr befindliche Luft innerhalb des Gehäuseteils kann gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung dadurch verbessert werden, dass das Rohr innerhalb des betreffenden Gehäuseteils einen Teilbereich mit einer vergrößerten Oberfläche aufweist, wobei dieser Teilbereich vorzugsweise im Bereich des im Schmiermittelspeicher angeordneten Teil des Rohres angeordnet ist. Die vergrößerte Oberfläche lässt sich beispielsweise durch auf der Außenseite des Rohres angeordnete Wärmeleitrippen oder auch durch eine Vergrößerung des Rohrdurchmessers einfach und effektiv bewerkstelligen.

[0014] Durch die Auswahl eines geeigneten Rohrmaterials, wie beispielsweise einem Material mit hoher Wärmeleitfähigkeit lässt sich der Wärmeübergang auf die im Rohr befindliche Luft weiterhin verbessern.

[0015] Zur Verbesserung des Abtransports der erwärmten Luft wird mit einer alternativen Ausführungsform der Erfindung vorgeschlagen, dass das obere Ende des Rohres nach außen über die Gehäusewand des betreffenden Gehäuseteils hinausragt.

[0016] Gemäß einer zweiten vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird vorgeschlagen, dass das mindestens eine Kühlelement als Rohr ausgebildet ist, das zumindest einseitig nach außen über die Gehäusewand des betreffenden Gehäuseteils hinausragt. Der die Gehäusewand überragende Rohrabschnitt ragt dabei in

die kühlere Umgebungsluft und fördert so den Wärmeabtransport aus dem Inneren des betreffenden Gehäuseteils.

[0017] Zur Ausbildung dieses Rohres wird gemäß einer ersten Ausgestaltungsform vorgeschlagen, dass das Rohr aus Vollmaterial, vorzugsweise einem Material mit hoher Wärmeleitfähigkeit, besteht.

[0018] Mit einer zweiten Ausgestaltungsform zur Ausbildung dieses Rohres wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass das Rohr als beidseitig geschlossenes Hohlrohr ausgebildet ist, in dessen Inneren ein Kühlmedium eingeschlossen ist. Auch bei dieser Ausführungsform besteht das Rohr vorzugsweise aus einem Material mit hoher Wärmeleitfähigkeit.

[0019] Das Kühlmedium ist dabei erfindungsgemäß so ausgelegt, dass das Volumen des Kühlmediums im flüssigen Zustand geringer ist als das Innenvolumen des Rohres und, dass das Kühlmedium beim Erwärmen zumindest teilweise in die Gasphase überführbar ist. Durch die Betriebstemperatur innerhalb des zu kühlenden Gehäuseteils und insbesondere innerhalb des Schmiermittelspeichers wird das in dem hohlen Rohr befindliche Kühlmedium teilweise oder vollständig in die Gasphase überführt. Dieses entstandene Gas steigt innerhalb des Rohres auf und wird im Bereich des Rohrüberstandes über die Gehäusewand durch die niedrigere Umgebungstemperatur außerhalb des Gehäuses durch Wärmeabgabe an die Umgebung wieder abgekühlt, wodurch das Gas zurück in die flüssige Phase überführt wird und innerhalb des Rohres wieder nach unten in den Teil des Rohres läuft, der im Inneren des Gehäuseteils angeordnet ist.

[0020] Um das Aufsteigen der Gasphase und den Rückfluss des kondensierten Kühlmediums zu gewährleisten, wird mit der Erfindung vorgeschlagen, dass das mit dem Kühlmedium befüllte Hohlrohr in seiner Anordnung eine vertikale Komponente aufweist. Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform ist das mit dem Kühlmedium befüllte Hohlrohr im Wesentlichen senkrecht im betreffenden Gehäuseteil angeordnet.

[0021] Schließlich wird mit der Erfindung vorgeschlagen, dass der zumindest einseitig nach außen über die Gehäusewand des betreffenden Gehäuseteils hinausragende Teil des Rohres in einen externen Kühlmittelstrom, vorzugsweise einen Luftstrom, hineinragt, wodurch die Abkühlung deutlich verbessert und beschleunigt werden kann. Diese externe Kühlluft kann erfindungsgemäß sowohl bei der Ausgestaltung des Rohres aus Vollmaterial als auch bei der Ausgestaltung als mit einem Kühlmedium gefülltes Hohlrohr Anwendung finden.

[0022] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich anhand der zugehörigen Zeichnungen, in denen verschiedene Ausführungsbeispiele einer erfindungsgemäßen Vakuumpumpe nur beispielhaft dargestellt sind, ohne die Erfindung auf diese Ausführungsbeispiele zu beschränken. In den Zeichnungen zeigt:

Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Vakuumpumpe;

Fig. 2 eine vergrößerte Ansicht des Details II, eine erste Ausführungsform darstellend;

Fig. 3 eine Ansicht gemäß Fig. 2, jedoch eine zweite Ausführungsform darstellend;

Fig. 4 eine Ansicht gemäß Fig. 2, jedoch eine dritte Ausführungsform darstellend;

Fig. 5 eine Ansicht gemäß Fig. 2, jedoch eine vierte Ausführungsform darstellend und

Fig. 6 eine Ansicht gemäß Fig. 2, jedoch eine fünfte Ausführungsform darstellend.

[0023] Fig. 1 zeigt im Schnitt eine Vakuumpumpe 1, deren Gehäuse 2 drei Gehäuseteile 3, 4 und 5, nämlich einen Schöpfraum 3 und zwei Schmiermittlräume 4 und 5, aufweist.

[0024] Im Gehäuse 2 ist horizontal eine Welle 6 über Wälzlager 7 drehbar gelagert angeordnet. Die Welle 6 wird über einen Antrieb 8, beispielsweise einen Asynchronmotor, angetrieben, der über eine Magnetkupplung 9 mit der Welle 6 gekoppelt ist. Auf dem den Schöpfraum 3 durchsetzenden Teil der Welle 6 ist ein Kolben 10 angeordnet, der bei der Drehung der Welle 6 den Pumpeffekt bewirkt und über eine Ansaugöffnung 11 im Schöpfraum 3 Fluid in den Schöpfraum 3 ansaugt und über eine ebenfalls im Schöpfraum 3 ausgebildete Ausstoßöffnung 12 wieder aus dem Schöpfraum 3 austrägt.

[0025] Am dem Antrieb 8 abgewandten Ende der Welle 6 ist im Schmiermittlraum 4 ein Synchronzahnrad 13 vorgesehen, das mit einem in dieser Darstellung nicht sichtbaren, ebenfalls auf einer Welle gelagerten zweiten Synchronzahnrad so in Eingriff steht, dass sich beide Wellen mit gleicher Frequenz, aber entgegengesetzter Drehrichtung zueinander bewegen.

[0026] Sowohl das Synchronzahnrad 13 als auch die Wälzlager 7 müssen mit einem Schmiermittel versorgt werden, um diese zu kühlen und einen erhöhten Verschleiß zu vermeiden. Zu diesem Zweck weisen die beiden Schmiermittlräume 4 und 5 einen mit einem Schmiermittel befüllten Schmiermittelspeicher 14 auf. In die Schmiermittelspeicher 14 tauchen auf der Welle 6 angeordnete Schleuderscheiben 15 ein, die das Schmiermittel in den gesamten Schmiermittlräumen 4 und 5 verteilen und insbesondere den Wälzlager 7 und dem Synchronzahnrad 13 zuführen.

[0027] Während die Bauteile des Gehäuses 2 Temperaturen von über 100°C in der Regel ohne Schaden überstehen, stoßen Betriebsmittel, wie beispielsweise die zur Schmierung der Wälzlager 7 dienenden Schmiermittel bei erhöhten Temperaturen an ihre Grenzen. Diese altern vorzeitig und Bauteile, die von optimalen Schmier-eigenschaften abhängig sind, wie beispielsweise Syn-

chronzahnräder 13, Wälzlager 7 und auch berührende Dichtungen, weisen eine verkürzte Lebensdauer auf und bedingen kürzere Serviceintervalle.

[0028] Aus diesem Grunde ist es erforderlich die Schmiermittelräume 4 und 5 und/oder das in den Schmiermittelspeichern 14 befindliche Schmiermittel direkt oder indirekt zu kühlen.

[0029] In Fig. 2 bis 6 sind beispielhaft anhand des Schmiermittelraums 4 verschiedene Ausführungsformen dargestellt, wie der Schmiermittelraum 4 und/oder das in dem Schmiermittelspeicher 14 befindliche Schmiermittel gekühlt werden kann, ohne dafür die äußeren Abmessungen des Gehäuses 2 deutlich zu vergrößern. Die dargestellten Ausführungsformen sind, wie dargestellt, auch für den Schmiermittelraum 5 und eventuell vorhandene weitere Schmiermittelräume anwendbar.

[0030] Allen dargestellten Ausführungsformen gemeinsam ist, dass in dem mindestens einen mit einem Schmiermittelspeicher 14 versehenen Gehäuseteil 4, 5 des Gehäuses 2 mindestens ein Kühlelement 16 angeordnet ist, das zumindest einseitig in einer Gehäusewand 17 dieses Gehäuseteils 4, 5 festgelegt ist. Auch der Lagerbereich kann besser gekühlt werden.

[0031] Bei der in Fig. 2 dargestellten ersten Ausführungsform ist das Kühlelement 16 als beidseitig offenes hohles Rohr 18 ausgebildet ist, das im Wesentlichen senkrecht so im Gehäuseteil 4 angeordnet ist, dass das Rohr 18 im Bereich beider Enden in der Gehäusewand 17 dieses Gehäuseteils 4 festgelegt ist. Dieses beidseitig zur Umgebung offene Rohr 18 wirkt damit quasi als Kamin zur Ableitung der Wärme aus dem Inneren des Gehäuseteils 4.

[0032] Im Inneren des mit dem mindestens einen hohlen Rohr 18 versehenen Gehäuseteils 4 wird Wärme an die im Rohr 18 befindliche Luft abgegeben, deren Dichte sich dadurch verringert und innerhalb des Rohres 18 bis zur einer oberen Endöffnung 19 nach oben steigt. Der so entstehende Kamineffekt führt somit Wärme aus dem Inneren des Gehäuseteils 4 nach außen ab und saugt über die untere Endöffnung 19 frische kühlere Luft in das Innere des hohlen Rohres 18.

[0033] Um den gewünschten Kamineffekt zu erzielen, muss das mindestens eine Rohr 18 nicht unbedingt senkrecht in dem Gehäuseteil 4 angeordnet sein, jedoch muss ein deutlicher Höhenunterschied zwischen den Endöffnungen 19 vorhanden sein. Weiterhin ist es gemäß einer alternativen Ausführungsform möglich, das mindestens eine Rohr 18 nicht nur, wie dargestellt, als gerades Rohr 18, sondern auch als gebogenes Rohr 18 auszubilden.

[0034] Die in Fig. 3 dargestellte zweite Ausführungsform unterscheidet sich von der zuvor in Fig. 2 dargestellten Ausgestaltung dadurch, dass das hohle Rohr 18 verzweigt ausgebildet ist und mehr als zwei Endöffnungen 19 aufweist. Das mehrere Endöffnungen 19 aufweisende Ende des Rohres 18 bildet dabei vorteilhafterweise das obere Ende des Rohres 18, um einen schnelleren

Abzug der erwärmten Luft zu ermöglichen. Alternativ zu der dargestellten Ausführungsform mit zwei oberen Endöffnungen 19 ist es selbstverständlich auch möglich, am oberen und/oder unteren Ende des Rohres 18 verschieden viele Endöffnungen 19 vorzusehen.

[0035] Bei der in Fig. 4 dargestellten dritten Ausführungsform zur Ausgestaltung des beidseitig offenen hohlen Rohres 18 wird der Wärmeübergang auf die im Rohr 18 befindliche Luft innerhalb des Gehäuseteils 4 dadurch verbessert, dass das Rohr 18 innerhalb des betreffenden Gehäuseteils 4 einen Teilbereich 20 mit einer vergrößerten Oberfläche aufweist, wobei dieser Teilbereich 20 vorzugsweise im Bereich des im Schmiermittelspeicher 14 angeordneten Teil des Rohres 18 angeordnet ist.

[0036] Die vergrößerte Oberfläche des Teilbereichs 20 des Rohres 18 lässt sich beispielsweise, wie dargestellt, durch auf der Außenseite des Rohres 18 angeordnete Wärmeleitrippen 21 oder aber auch durch eine Vergrößerung des Rohrdurchmessers einfach und effektiv bewerkstelligen.

[0037] Durch die Auswahl eines geeigneten Materials für das Rohr 18, wie beispielsweise einem Material mit hoher Wärmeleitfähigkeit lässt sich der Wärmeübergang auf die im Rohr 18 befindliche Luft weiterhin bei allen zuvor beschriebenen Ausführungsformen verbessern.

[0038] Bei den in den Fig. 5 und 6 dargestellten Ausführungsformen ist das mindestens eine Kühlelement 16 als Rohr 22, 23 ausgebildet ist, das zumindest einseitig nach außen über die Gehäusewand 17 des betreffenden Gehäuseteils 4 hinausragt.

[0039] Gemäß der in Fig. 5 dargestellten vierten Ausführungsform besteht das Rohr 22 aus Vollmaterial, vorzugsweise einem Material mit hoher Wärmeleitfähigkeit. Bei dieser Ausführungsform erfolgt der Wärmetransport rein durch Wärmeleitung hin zur kühleren Umgebung außerhalb des Gehäuses 2.

[0040] Bei der in Fig. 6 dargestellten fünften Ausführungsform ist das Rohr 23 als beidseitig geschlossenes hohles Rohr 23 ausgebildet ist, in dessen Inneren ein Kühlmedium eingeschlossen ist. Auch bei dieser Ausführungsform besteht das Rohr 23 vorzugsweise aus einem Material mit hoher Wärmeleitfähigkeit.

[0041] Das Kühlmedium ist dabei vorteilhafterweise so ausgelegt, dass das Volumen des Kühlmediums im flüssigen Zustand geringer ist als das Innenvolumen des Rohres 23 und dass das Kühlmedium beim Erwärmen zumindest teilweise in die Gasphase überführbar ist.

[0042] Durch die Betriebstemperatur innerhalb des zu kühlenden Gehäuseteils 4 und insbesondere innerhalb des Schmiermittelspeichers 14 wird das in dem hohlen Rohr 23 befindliche Kühlmedium teilweise oder vollständig in die Gasphase überführt. Dieses entstandene Gas steigt innerhalb des Rohres 23 auf und wird im Bereich eines Rohrüberstandes 24 über die Gehäusewand 17 durch die niedrigere Umgebungstemperatur außerhalb des Gehäuses 2 durch Wärmeabgabe an die Umgebung wieder abgekühlt, wodurch das Gas zurück in die flüssige Phase überführt wird und innerhalb des Rohres 23 wie-

der nach unten in den Teil des Rohres 23 läuft, der im Inneren des Gehäuseteils 4 angeordnet ist.

[0043] Um das Aufsteigen der Gasphase und den Rückfluss des kondensierten Kühlmediums zu gewährleisten, ist das mit dem Kühlmedium befüllte hohle Rohr 23 vorteilhafterweise im Wesentlichen senkrecht im betreffenden Gehäuseteil 4 angeordnet.

[0044] Der zumindest einseitig nach außen über die Gehäusewand 17 des betreffenden Gehäuseteils 4 hinausragende Rohrüberstand 24 ragt vorzugsweise in einen externen Kühlmittelstrom, beispielsweise einen von einem Lüfter (nicht dargestellt) erzeugten Luftstrom, hinein, wodurch die Abkühlung deutlich verbessert und beschleunigt werden kann. Diese externe Kühlluft kann sowohl bei der Ausgestaltung des Rohres 22 aus Vollmaterial als auch bei der Ausgestaltung des Rohres 23 als mit einem Kühlmedium gefülltes Hohlrohr Anwendung finden.

[0045] Obwohl in allen Abbildungen immer nur ein als Rohr 18, 22, 23 ausgebildetes Kühlelement 16 dargestellt ist, können pro Schmiermittelraum 4, 5 verschieden viele als Rohre 18, 22, 23 ausgebildete Kühlelemente 16 angeordnet werden. Durch eine angepasste Platzierungsdichte der Kühlelemente 16 kann das Temperaturprofil eingestellt werden.

[0046] Eine wie zuvor beschrieben ausgebildete Vakuumpumpe 1 zeichnet sich dadurch aus, dass die Kühlung der Schmiermittelspeicher 14 und/oder der Schmiermittelmräume 4, 5 und/oder weiterer Bereiche wie Lagerbereiche oder dergleichen durch Kühlelemente 16 erfolgt, die im Wesentlichen im Inneren der Schmiermittelmräume 4, 5 angeordnet sind, wodurch sich die äußeren Abmessungen der Vakuumpumpe - wenn überhaupt - nur unwesentlich vergrößern.

Bezugszahlen

[0047]

- 1 Vakuumpumpe
- 2 Gehäuse
- 3 Gehäuseteil/Schöpfraum
- 4 Gehäuseteil/Schmiermittelraum
- 5 Gehäuseteil/Schmiermittelraum
- 6 Welle
- 7 Wälzlager
- 8 Antrieb
- 9 Magnetkupplung
- 10 Kolben
- 11 Ansaugöffnung
- 12 Ausstoßöffnung
- 13 Synchronzahnrad
- 14 Schmiermittelspeicher
- 15 Schleuderscheibe
- 16 Kühlelement
- 17 Gehäusewand
- 18 Rohr (offen, hohl)
- 19 Endöffnung

- 20 Teilbereich
- 21 Wärmeleitrippe
- 22 Rohr (Vollmaterial)
- 23 Rohr (geschlossen, hohl)
- 5 24 Rohrüberstand

Patentansprüche

- 10 1. Vakuumpumpe mit einem Gehäuse, einer in dem Gehäuse angeordneten, über Wälzlager drehbar gelagerten Welle sowie mit mindestens einem in mindestens einem Gehäuseteil des Gehäuses angeordneten Schmiermittelspeicher zur Aufnahme eines Schmiermittels,
15 **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem mindestens einen mit einem Schmiermittelspeicher (14) versehenen Gehäuseteil (4, 5) des Gehäuses (2) mindestens ein Kühlelement (16) angeordnet ist, das zumindest einseitig in einer Gehäusewand (17) dieses Gehäuseteils (4, 5) festgelegt ist.
- 20 2. Vakuumpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Kühlelement (16) zumindest teilweise in den Schmiermittelspeicher (14) des betreffenden Gehäuseteils (4, 5) hineinragt.
- 25 3. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Kühlelement (16) als beidseitig offenes hohles Rohr (18) ausgebildet ist, das im Wesentlichen senkrecht so im Gehäuseteil (4, 5) angeordnet ist, dass das Rohr (18) im Bereich beider Enden in der Gehäusewand (17) dieses Gehäuseteils (4, 5) festgelegt ist.
- 30 4. Vakuumpumpe nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das hohle Rohr (18) verzweigt ausgebildet ist und wenigstens zwei Endöffnungen (19) aufweist.
- 35 5. Vakuumpumpe nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wenigstens zwei Endöffnungen (19) aufweisende Ende des Rohres (18) das obere Ende des Rohres (18) bildet.
- 40 6. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohr (18) innerhalb des betreffenden Gehäuseteils (4, 5) einen Teilbereich (20) mit einer vergrößerten Oberfläche aufweist, wobei dieser Teilbereich (20) vorzugsweise im Bereich des im Schmiermittelspeicher (14) angeordneten Teil des Rohres (18) angeordnet ist.
- 45 7. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohr (18) aus einem Material mit hoher Wärmeleitfähigkeit besteht.
- 50
- 55

8. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das obere Ende des Rohres (18) nach außen über die Gehäusewand (17) des betreffenden Gehäuseteils (4, 5) hinausragt. 5
9. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Kühlelement (16) als Rohr (22, 23) ausgebildet ist, das zumindest einseitig nach außen über die Gehäusewand (17) des betreffenden Gehäuseteils (4, 5) hinausragt. 10
10. Vakuumpumpe nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohr (22) aus Vollmaterial besteht. 15
11. Vakuumpumpe nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohr (23) als beidseitig geschlossenes Hohlrohr ausgebildet ist, in dessen Inneren ein Kühlmedium eingeschlossen ist. 20
12. Vakuumpumpe nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Volumen des Kühlmediums im flüssigen Zustand geringer ist als das Innenvolumen des Rohres (23) und dass das Kühlmedium beim Erwärmen zumindest teilweise in die Gasphase überführbar ist. 25
13. Vakuumpumpe nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mit dem verdampfenden Kühlmittel versehene Rohr (23) senkrecht oder annähernd senkrecht im betreffenden Gehäuseteil (4, 5) angeordnet ist. 30
35
14. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohr (22, 23) aus einem Material mit hoher Wärmeleitfähigkeit besteht. 40
15. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zumindest einseitig nach außen über die Gehäusewand (17) des betreffenden Gehäuseteils (4, 5) hinausragende Teil des Rohres (22, 23) in einen externen Kühlmittelstrom, vorzugsweise einen Luftstrom, hineinragend ausgebildet ist. 45
50
55

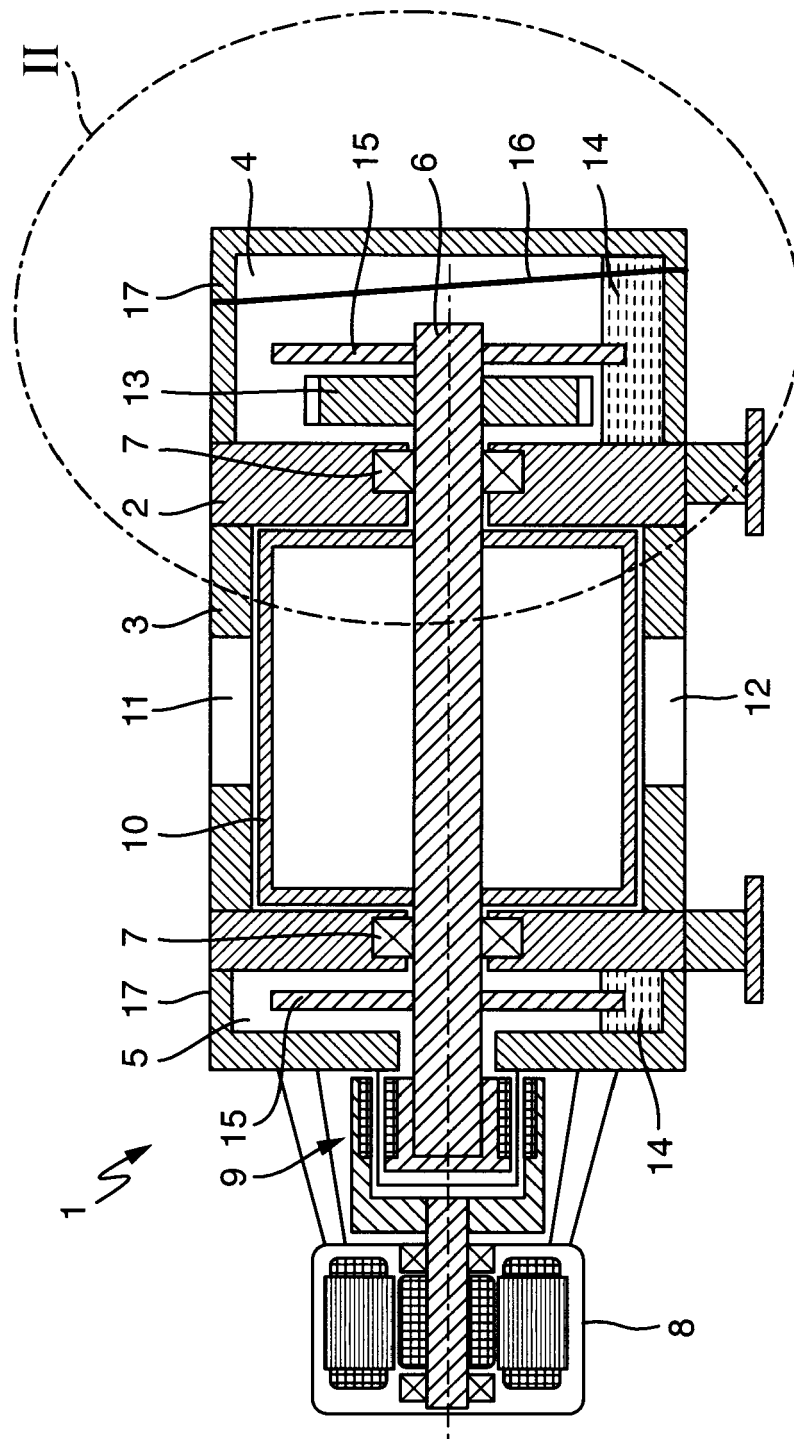


Fig. 1

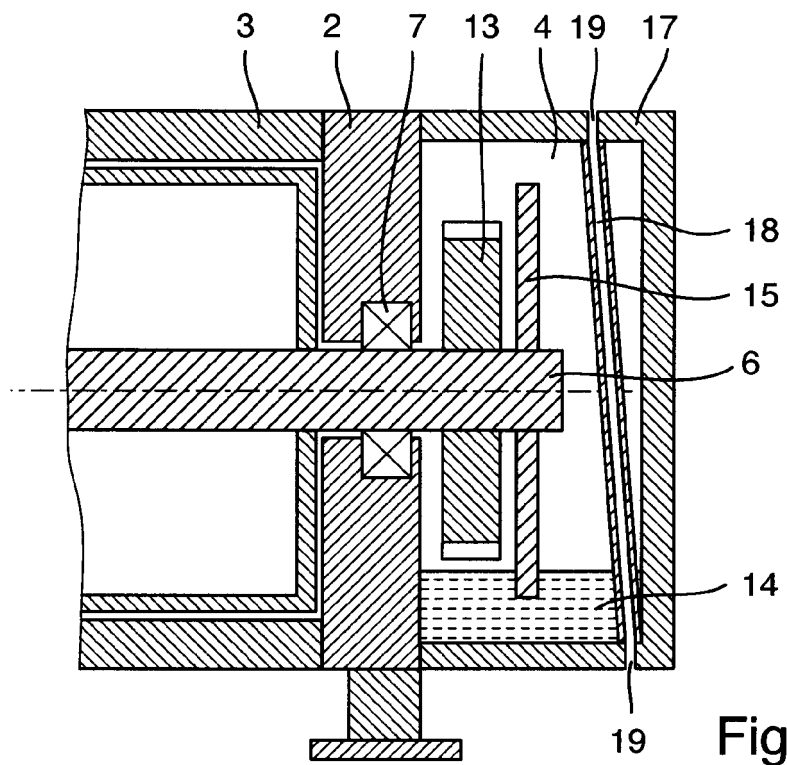


Fig. 2

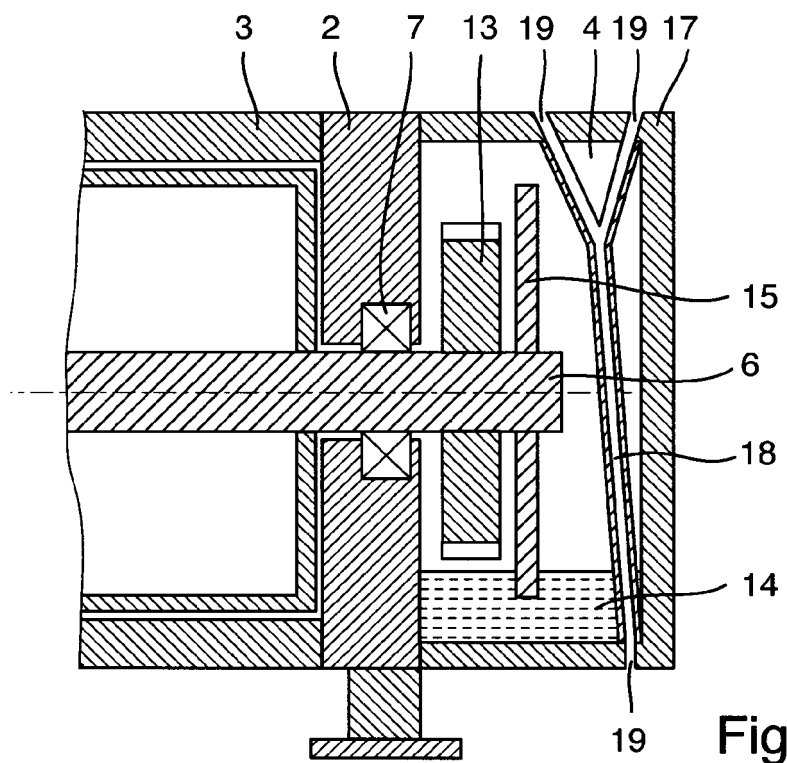
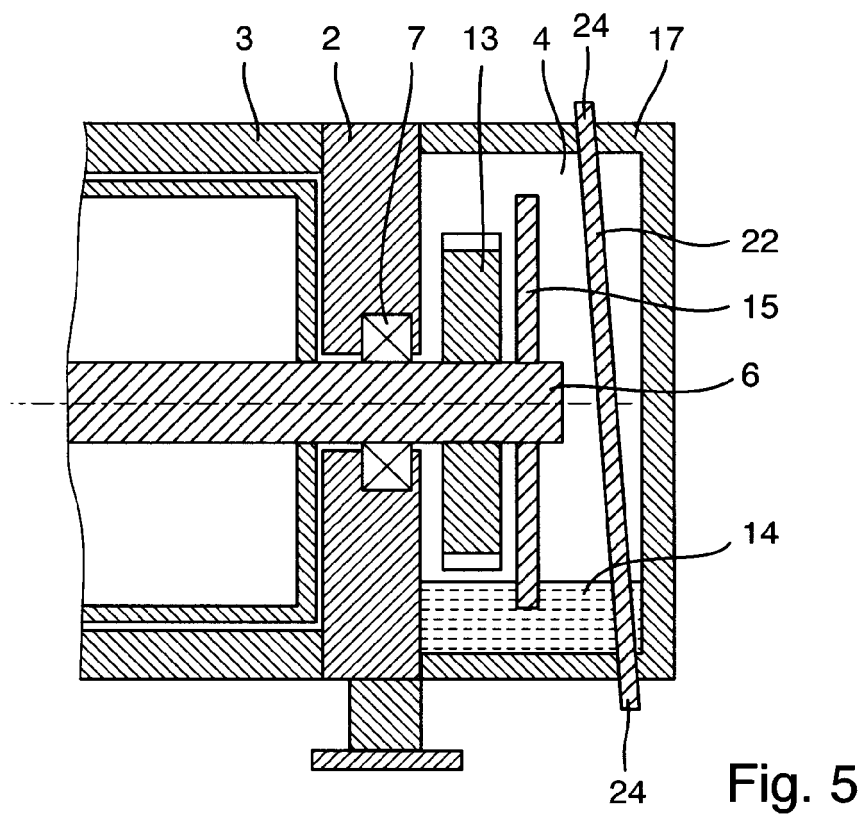
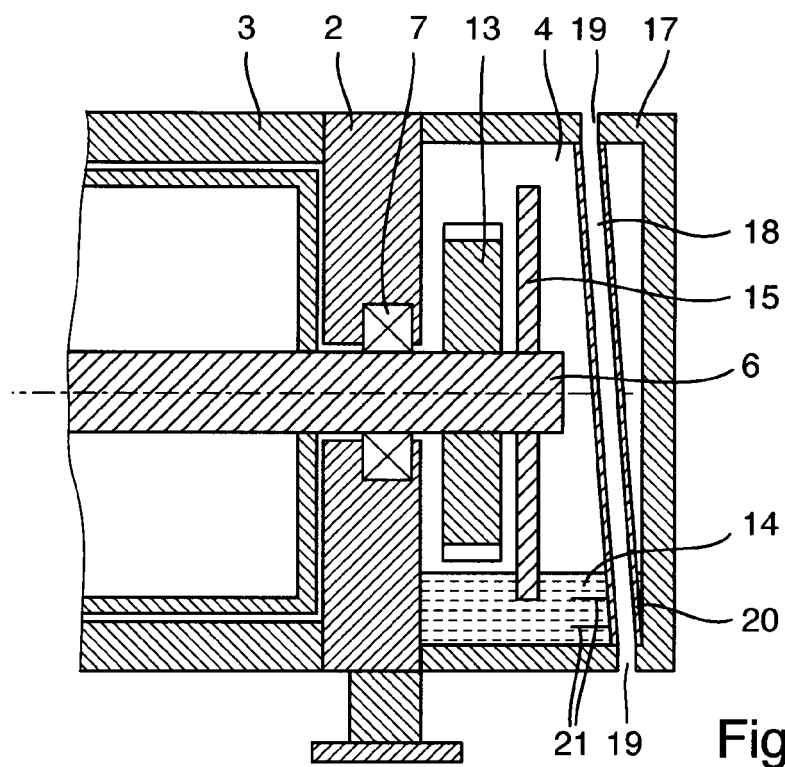


Fig. 3



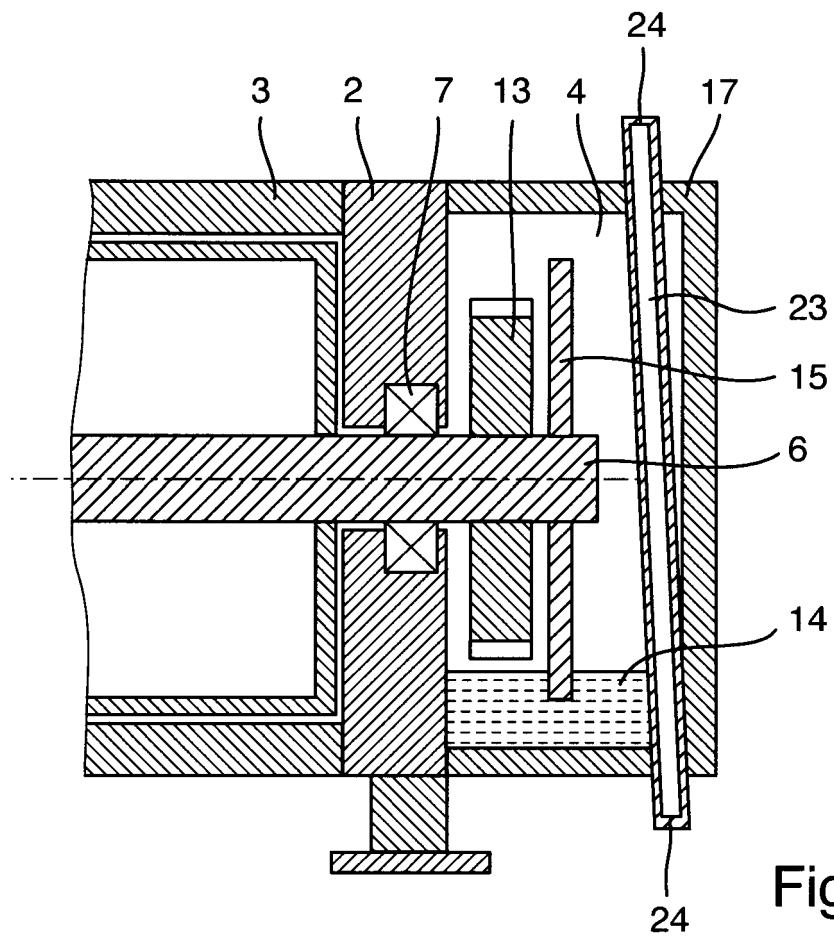


Fig. 6

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

- DE 102010045880 A1 [0003]