

(19)



(11)

EP 2 060 795 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
20.03.2019 Patentblatt 2019/12

(51) Int Cl.:
F04D 19/04 ^(2006.01) **F04D 29/063** ^(2006.01)
F04D 29/059 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08018521.8**

(22) Anmeldetag: **23.10.2008**

(54) **Vakuumpumpe**

Vacuum pump

Pompe à vide

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

(30) Priorität: **15.11.2007 DE 102007054632**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.05.2009 Patentblatt 2009/21

(73) Patentinhaber: **Pfeiffer Vacuum GmbH**
35614 Aßlar (DE)

(72) Erfinder: **Stanzel, Jörg**
35583 Wetzlar (DE)

(74) Vertreter: **Manitz Finsterwald Patentanwälte PartmbB**
Postfach 31 02 20
80102 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 589 362 EP-A2- 1 477 721
DE-U1- 8 909 636 FR-A1- 2 310 481
US-A- 4 140 441

EP 2 060 795 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 Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe mit einem Rotor und mit einem Schmiermittelkreislauf, der eine Schmiermittelvorratskammer und eine Schmiermittelpumpe enthält, und der zur Schmierung eines den Rotor drehbar unterstützenden Wälzlagers dient.

[0002] Vakuumpumpen mit schnelldrehenden Rotoren, insbesondere Turbomolekularpumpen, weisen häufig Wälzlager zur Lagerung des Rotors auf. Aufgrund der schnellen Drehung, die im Bereich von einigen zehntausend Umdrehungen pro Minute liegt, ist die Versorgung des Wälzlagers mit Schmiermittel für die Lebensdauer des Lagers entscheidend. Es ist bekannt, einen Schmiermittelkreislauf vorzusehen, bei dem Schmiermittel einer Schmiermittelvorratskammer entnommen und dem Wälzlager zugeführt wird. Von dort fließt es dann zurück in die Schmiermittelvorratskammer. Der Schmiermittelkreislauf wird von einer Schmiermittelpumpe in Gang gehalten. Die Anforderungen an den Schmiermittelkreislauf werden dadurch erhöht, dass die Befestigung der Vakuumpumpe in verschiedenen Orientierungen in Bezug zur Schwerkrafttrichtung an der zu evakuierenden Anlage möglich sein soll.

[0003] Ein Beispiel für eine Anordnung, mit der das Gelingen kann, gibt die EP 1 477 721 A2. Diese Schrift stellt eine Schmiermittelpumpe mit einer Spindel mit zwei Förderköpfen vor, von denen jeweils eine in das in der Schmiermittelkammer befindliche Schmiermittel eingetaucht ist. Auf diese Art wird eine Förderung von Schmiermittel in jeder Orientierung erreicht.

[0004] Aus der DE 89 09 636 U1 ist eine Vakuumpumpe gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bekannt.

[0005] Ferner beschreiben die US 4,140,441 A und die FR 2 310 481 A1 jeweils eine Vakuumpumpe, bei der in einem Schmiermittelkreislauf zusätzlich zu einer Schmiermittelvorratskammer zwischen zwei Wälzlager eine Schmiermittelsammelkammer vorgesehen ist.

[0006] Man stellt jedoch fest, dass die Lebensdauer im Kopfüberbetrieb, wenn der Flansch der Vakuumpumpe in Bezug zur Schwerkrafttrichtung unterhalb des Wälzlagers angeordnet ist, geringer als bei umgekehrter Ausrichtung der Vakuumpumpe ist.

[0007] Daher besteht eine Aufgabe der Erfindung darin, eine Vakuumpumpe zu schaffen, deren Lebensdauer insbesondere im Kopfüberbetrieb verlängert ist.

[0008] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vakuumpumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Die Ansprüche 2 bis 7 geben vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung an.

[0009] Eine Schmiermittelsammelkammer, die zusätzlich zur Schmiermittelvorratskammer vorgesehen und innerhalb der Vakuumpumpe zwischen Wälzlager und Flansch angeordnet ist, ermöglicht es, bis zum Stillstand des Rotors Schmiermittel in das Wälzlager zu fördern. Dieses Schmiermittel wird in der Schmiermittelsammelkammer aufgefangen und kann nicht in den Vakuumbereich der Vakuumpumpe gelangen. Dies verhindert zum

einen eine Kontamination des Vakuumbereichs mit Schmiermittel, zum anderen werden Schmiermittelverluste erheblich verringert. Eine Lebensdauerverringern durch Schmiermittelverluste tritt daher nicht mehr auf. Da jederzeit Schmierung gewährleistet ist, werden Betriebszustände mit mangelndem Schmiermitteleinsatz vermieden. Dadurch wird der Verschleiß herabgesetzt und somit die Lebensdauer erhöht.

[0010] Erfindungsgemäß weist die Schmiermittelvorratskammer ein Begrenzungsmittel auf, das eine vollständige Entnahme des Schmiermittels verhindert. Dadurch bleibt immer eine Mindestmenge Schmiermittel in der Schmiermittelvorratskammer, die dort Abkühlen kann. Etwaige durch den Umlauf in das Schmiermittel gelangte Festkörper können in dieser Mindestmenge ausfallen. Zudem ist die Nutzungszeit pro Schmiermittelmenge geringer.

[0011] Eine einfache Ausführungsform des Begrenzungsmittels ist ein Kragen, der um den Auslass der Schmiermittelvorratskammer herum angeordnet ist.

[0012] In einer vorteilhaften Weiterbildung ist die Schmiermittelvorratskammer Teil der Schmiermittelpumpe, wodurch ein sehr platzsparender Aufbau mit wenigen Bauteilen erreicht wird.

[0013] Eine Verunreinigung des Vakuumbereichs wird verhindert, indem in einer Weiterbildung das Volumen der Schmiermittelsammelkammer derart bemessen ist, dass sie die komplette, im Umlauf befindliche Menge des Schmiermittels aufnehmen kann.

[0014] In einer anderen Weiterbildung weist die Schmiermittelpumpe ein Antriebsmittel auf, durch dessen Gestaltung die Förderleistung der Schmiermittelpumpe unabhängig von der Drehzahl des Rotors ist. Damit wird dem Wälzlager bei in den Stillstand übergehendem Rotor weiterhin Schmiermittel zugeführt, wodurch ein Abreißen der Schmierung verhindert wird. Dadurch wird die Lebensdauer des Wälzlagers weiter erhöht.

[0015] Anhand eines Ausführungsbeispiels soll die Erfindung näher erläutert und weitere Vorteile aufgezeigt werden. Es zeigen:

Fig. 1: Schnitt durch eine Vakuumpumpe mit Schmiermittelkreislauf

Fig. 2: Schnitt durch eine Schmiermittelpumpe, die gemäß einer Weiterbildung der Erfindung eine Schmiermittelvorratskammer umfasst.

[0016] Figur 1 zeigt eine Vakuumpumpe 1, die in Kopfüberanordnung betrieben wird. Das bedeutet, dass sich der Flansch 28 am unteren Ende der Vakuumpumpe befindet. Das untere Ende ist dabei in Bezug auf die Schwerkrafttrichtung zu verstehen, die durch die Richtung der Pfeilspitze des Pfeils 9 angezeigt wird. Der Flansch 28 ist mit einer zu evakuierenden Einrichtung verbindbar. Mit dem Flansch, der den Gaseinlass 23 umgibt, beginnt der Vakuumbereich 22 der Vakuumpumpe. In diesem sind die pumpaktiven Elemente vorgesehen. Durch deren Wirkung entsteht in der mit der Vakuum-

pumpe verbundenen Einrichtung und innerhalb des Vakuumbereichs ein Gasdruck weit unterhalb des Atmosphärendrucks. Im Beispiel umfassen die pumpaktiven Elemente Schaufeln tragende Rotorscheiben 25, die an einem Vakuumpumpenrotor 2 angeordnet sind. Ihnen stehen ebenfalls Schaufeln tragende Statorscheiben 26 gegenüber, wobei sich Rotor- und Statorscheiben entlang des Vakuumpumpenrotors abwechseln. Die Statorscheiben werden durch Distanzringe 27 auf axialem Abstand gehalten. Das durch die pumpaktiven Elemente verdichtete Gas wird durch einen Gasauslass 24 aus der Pumpe ausgestoßen. Das vakuumseitige Ende des Vakuumpumpenrotors 2 ist durch ein verschleiß- und schmiermittelfreies Permanentmagnetlager 21 drehbar unterstützt. Ein Motor 20 versetzt den Vakuumpumpenrotor in schnelle Drehung, bei der die pumpaktiven Elemente die Pumpwirkung entfalten.

[0017] Der Vakuumpumpenrotor 2 wird durch ein Wälzlager 5 am dem Permanentlager gegenüberliegenden Ende drehbar unterstützt. Dieses Wälzlager wird durch einen Schmiermittelkreislauf mit Schmiermittel versorgt. Der Schmiermittelkreislauf enthält eine Schmiermittelvorratskammer 3, von der Schmiermittel über einen Schmiermittelpumpenzulauf 15 zu einer Schmiermittelpumpe 4 gelangt, welche mit ihrer Förderleistung den Schmiermittelkreislauf in Gang hält. Von der Schmiermittelpumpe führt ein externer Zulauf 10 zum Gehäuse der Vakuumpumpe und ist dort mit einem internen Zulauf 11 verbunden. Dieser mündet im Bereich einer Spritzmutter 12. Diese ist auf dem Ende des Vakuumpumpenrotors befestigt und weist eine konische Gestalt auf. Durch die Drehung des Vakuumpumpenrotors dreht sich die Spritzmutter, so dass entlang des Konus eine Förderung von Schmiermittel durch Fliehkraftwirkung stattfindet. Die Spritzmutter fördert das Schmiermittel in das Wälzlager. Von dort gelangt es in einen internen Rücklauf 13, der mit einem externen Rücklauf 14 verbunden ist. Durch den externen Rücklauf gelangt das Schmiermittel schließlich zurück in die Schmiermittelvorratskammer 3. Der beschriebene Fluss des Schmiermittels ist in der Figur 1 durch Pfeile angedeutet.

[0018] Zwischen Wälzlager 5 und Flansch 28 und damit in Schwerkraftrichtung unterhalb des Wälzlagers 5 ist eine Schmiermittelsammelkammer 6 angeordnet. Schmiermittel, welches aus dem Wälzlager austritt, wird in ihr gesammelt, bevor es in den internen Rücklauf 13 gelangt. Beim Abschalten der Vakuumpumpe ist dies besonders wichtig, denn wenn bei einer bereits mit Luft gefluteten Vakuumpumpe die Schmiermittelpumpe 4 abgeschaltet wird, läuft Schmiermittel durch den Schmiermittelpumpenzulauf 15 zurück in die Schmiermittelvorratskammer 3. Es verdrängt die dort befindliche Luft, welche dann Schmiermittel durch den externen Rücklauf 14 in die Vakuumpumpe drückt. Dieses Schmiermittel wird von der Schmiermittelsammelkammer 6 aufgefangen. Hierdurch wird verhindert, dass die im Umlauf befindliche Teilmenge des gesamten Schmiermittels entlang des Vakuumpumpenrotors 2 in den Vakuumbereich eintritt.

Daher wird eine Kontamination der an die Vakuumpumpe angeschlossenen Kammer verhindert. Gleichzeitig wird auch verhindert, dass Schmiermittel aus dem Schmiermittelkreislauf verloren geht, indem es in den Vakuumbereich eintritt. Von dort kann es nicht mehr in den Schmiermittelkreislauf zurückgebracht werden. Das Volumen der Schmiermittelsammelkammer 3 ist derart bemessen, dass es die im Umlauf befindliche Schmiermittelmenge aufnehmen kann. Dadurch ist der Eintrag von Schmiermittel in den Vakuumbereich noch zuverlässiger unterbunden. Durch die Schmiermittelsammelkammer 3 ist es möglich, bis zum Stillstand des Rotors 2 Schmiermittel in das Wälzlager 5 zu fördern, ohne dass es zur Kontamination des Vakuumbereichs kommen kann. Um die Menge des im Umlauf befindlichen Schmiermittels zu begrenzen, weist die Schmiermittelvorratskammer 3 ein Begrenzungsmittel 16 auf.

[0019] Figur 2 zeigt den Schnitt durch eine Schmiermittelpumpe 4', deren Gehäuse 40 die Schmiermittelvorratskammer bildet. Die Schmiermittelvorratskammer 3' wird von einer hohlen Achse 32 durchsetzt, auf der ein Rotor 33 gleitgelagert ist. Er weist einen schraubenförmigen Kanal 34 auf, der bei Drehung des Rotors Schmiermittel in die hohle Achse hineinfördert. Von dort tritt es durch den Auslass 31 aus der Schmiermittelpumpe 4' aus und in den Schmiermittelkreislauf ein. Durch einen Einlass 30 kommt das Schmiermittel aus dem Schmiermittelkreislauf wieder in die Schmiermittelvorratskammer 3' hinein. Der Rotor wird von einem die Spulen 35 und die rotorseitigen Magnete 36 umfassenden Antriebsmittel in Drehung versetzt. Um die im Schmiermittelkreislauf umlaufende Schmiermittelmenge zu begrenzen, ist ein hülsenförmiger Abschnitt 16' vorgesehen, der den Rotor im Bereich des Auslasses der Schmiermittelvorratskammer 3' umgibt. Durch diese Hülse verbleibt in der Schmiermittelvorratskammer 3' eine bis zur Höhe H stehende, nicht-umgewälzte Schmiermittelmenge 37. Da die umlaufende Schmiermittelmenge, welche bei der Schmierung des Wälzlagers erwärmt wird, mit dieser kühleren Schmiermittelmenge in Austausch steht, wird die Temperatur des Schmiermittels insgesamt gegenüber einem Umlauf der Gesamtmenge abgesenkt. Damit wird die Lebensdauer des Wälzlagers weiter erhöht.

Patentansprüche

1. Vakuumpumpe (1) mit einem Flansch (28), einem Rotor (2) und mit einem Schmiermittelkreislauf, der eine Schmiermittelvorratskammer (3) und eine Schmiermittelpumpe (4; 4') enthält, und der zur Schmierung eines den Rotor drehbar unterstützten Wälzlagers (5) dient,

wobei als Bestandteil des Schmiermittelkreislaufs zusätzlich zur Schmiermittelvorratskammer (3) eine Schmiermittelsammelkammer (6)

innerhalb der Vakuumpumpe zwischen Flansch (28) und Wälzlager (5) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schmiermittelvorratskammer (3) ein Begrenzungsmittel (16; 16') aufweist, das eine vollständige Entnahme des Schmiermittels verhindert.

2. Vakuumpumpe (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Begrenzungsmittel einen um einen Auslass der Schmiermittelvorratskammer (3) herum angeordneten Kragen (16') umfasst.
3. Vakuumpumpe (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schmiermittelvorratskammer (3) und die Schmiermittelpumpe (4; 4') außerhalb eines Gehäuses der Vakuumpumpe (1) angeordnet sind.
4. Vakuumpumpe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schmiermittelsammelkammer (6) im Schmiermittelkreislauf zwischen dem Wälzlager (5) und der Schmiermittelvorratskammer (3) angeordnet ist.
5. Vakuumpumpe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schmiermittelvorratskammer (3) Teil der Schmiermittelpumpe (4; 4') ist.
6. Vakuumpumpe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Volumen der Schmiermittelsammelkammer (6) derart bemessen ist, die im Umlauf befindliche Menge eines im Schmiermittelkreislauf befindlichen Schmiermittels aufzunehmen.
7. Vakuumpumpe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schmiermittelpumpe (4; 4') ein Antriebsmittel (35, 36) aufweist, durch dessen Gestaltung die Förderleistung der Schmiermittelpumpe unabhängig von der Drehzahl des Vakuumpumpenrotors ist.

Claims

1. A vacuum pump (1) having a flange (28), having a rotor (2) and having a lubricant circuit which includes a lubricant storage chamber (3) and a lubricant pump (4; 4') and which serves for the lubrication of a rolling element bearing (5) rotatably supporting the rotor,

wherein, as a component of the lubricant circuit in addition to the lubricant storage chamber (3), a lubricant collection chamber (6) is arranged within the vacuum pump between the flange (28) and the rolling element bearing (5), **characterized in that** the lubricant storage chamber (3) has a limiting means (16; 16') which prevents a complete removal of the lubricant.

2. A vacuum pump (1) in accordance with claim 1, **characterized in that** the limiting means comprises a collar (16') arranged around an outlet of the lubricant storage chamber (3).
3. A vacuum pump (1) in accordance with claim 1 or claim 2, **characterized in that** the lubricant storage chamber (3) and the lubricant pump (4; 4') are arranged outside a housing of the vacuum pump (1).
4. A vacuum pump (1) in accordance with any one of the preceding claims, **characterized in that** the lubricant collection chamber (6) is arranged in the lubricant circuit between the rolling element bearing (5) and the lubricant storage chamber (3).
5. A vacuum pump (1) in accordance with any one of the preceding claims, **characterized in that** the lubricant storage chamber (3) is part of the lubricant pump (4; 4').
6. A vacuum pump (1) in accordance with any one of the preceding claims, **characterized in that** the volume of the lubricant collection chamber (6) is dimensioned such that it can receive the quantity of a lubricant present in the lubricant circuit that is in circulation.
7. A vacuum pump (1) in accordance with any one of the preceding claims, **characterized in that** the lubricant pump (4; 4') has a drive means (35, 36) through whose design the conveying power of the lubricant pump is independent of the speed of rotation of the vacuum pump rotor.

Revendications

1. Pompe à vide (1) comportant une bride (28), un rotor (2) et un circuit de lubrifiant qui comprend une chambre de réserve de lubrifiant (3) et une pompe à lubrifiant (4 ; 4') et qui sert à lubrifier un palier à roulement (5) soutenant en rotation le rotor, dans laquelle en supplément à la chambre de réserve de lubrifiant (3), une chambre de collecte de lubrifiant (6) est agencée à l'intérieur de la pompe à vide entre la

- bride (28) et le palier à roulement (5) en faisant partie du circuit de lubrifiant, **caractérisée en ce que** la chambre de réserve de lubrifiant (3) comprend un moyen de délimitation (16 ; 16') qui empêche un prélèvement complet du lubrifiant. 5
2. Pompe à vide (1) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le moyen de délimitation comprend une collerette (16') agencée autour d'une sortie de la chambre de réserve de lubrifiant (3). 10
3. Pompe à vide (1) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** la chambre de réserve de lubrifiant (3) et la pompe à lubrifiant (4 ; 4') sont agencées à l'extérieur d'un boîtier de la pompe à vide (1). 15
4. Pompe à vide (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la chambre de collecte de lubrifiant (6) est agencée dans le circuit de lubrifiant entre le palier à roulement (5) et la chambre de réserve de lubrifiant (3). 20
5. Pompe à vide (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la chambre de réserve de lubrifiant (3) fait partie de la pompe à lubrifiant (4 ; 4'). 25
6. Pompe à vide (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le volume de la chambre de collecte de lubrifiant (6) est dimensionné de manière à accueillir la quantité en circulation d'un lubrifiant situé dans le circuit de lubrifiant. 30
35
7. Pompe à vide (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la pompe à lubrifiant (4 ; 4') comprend un moyen d'entraînement (35, 36) dont la configuration est telle que le débit de la pompe à lubrifiant est indépendant de la vitesse de rotation du rotor de la pompe à vide. 40

45

50

55

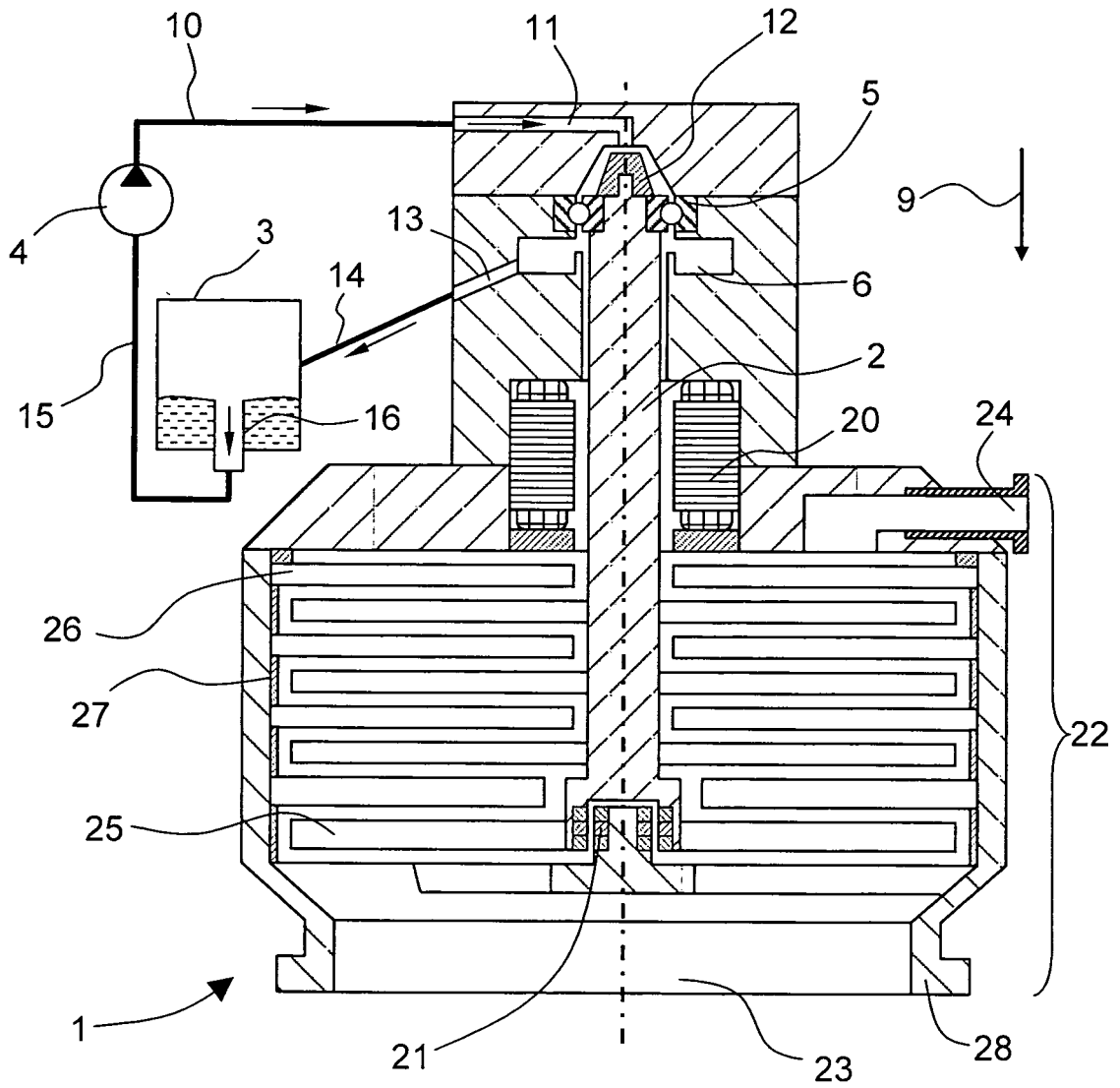


Fig. 1

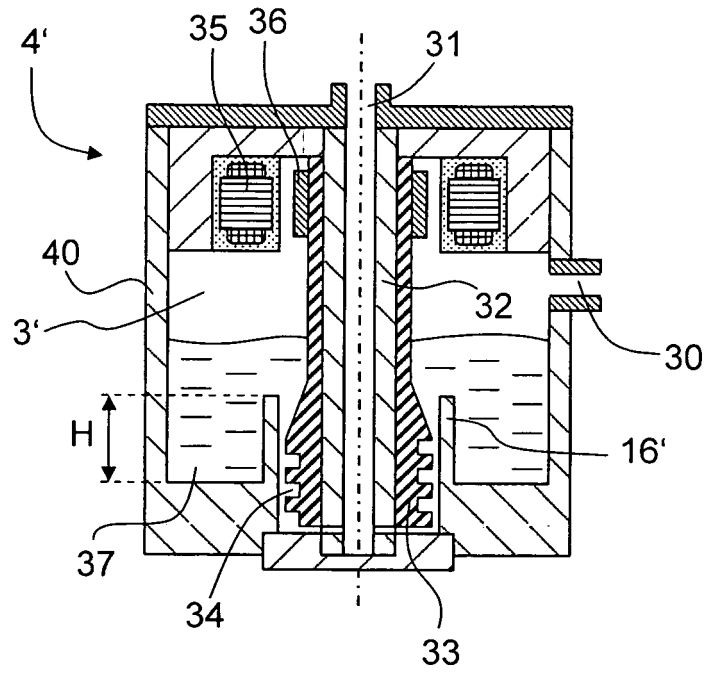


Fig. 2

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

- EP 1477721 A2 [0003]
- DE 8909636 U1 [0004]
- US 4140441 A [0005]
- FR 2310481 A1 [0005]