



(11)

EP 3 156 653 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.04.2017 Patentblatt 2017/16

(51) Int Cl.:
F04C 23/00 ^(2006.01) **F04C 25/02** ^(2006.01)
F04C 29/02 ^(2006.01) **F04C 18/344** ^(2006.01)
C10M 171/02 ^(2006.01) **C10M 171/04** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15189996.0**

(22) Anmeldetag: **15.10.2015**

(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

- **Herrmann, Steffen**
35102 Lohra (DE)
- **Latta, Sebastian**
61209 Echzell (DE)
- **Lange, Timo**
35415 Pohlheim (DE)
- **Kallenborn, Stefan**
35578 Wetzlar (DE)

(71) Anmelder: **PFEIFFER VACUUM GMBH**
35614 Asslar (DE)

(74) Vertreter: **Manitz, Finsterwald & Partner GbR**
Martin-Greif-Strasse 1
80336 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Schäfer, Maik**
35796 Weinbach (DE)

(54) **ROTATIONSVERDRÄNGERVAKUUMPUMPE**

(57) Rotationsverdrängervakuumpumpe, insbesondere Drehschiebervakuumpumpe, mit einem Rotor, wenigstens einem an dem Rotor ausgebildeten Arbeitspumpabschnitt zur Förderung eines Arbeitsmediums entlang eines Mediumförderweges, wenigstens einem an dem Rotor ausgebildeten Steuerpumpabschnitt zur

Förderung eines Steuerfluids, einem Sicherheitsventil zum zeitweisen Verschließen des Mediumförderweges, und einer mit dem Steuerfluid betriebenen Druckvorsteuerung für das Sicherheitsventil, wobei für die Druckvorsteuerung ein Überdruckventil vorgesehen ist.

EP 3 156 653 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Rotationsverdrängervakuumpumpe, insbesondere Drehschiebervakuumpumpe, mit einem Rotor, wenigstens einem an dem Rotor ausgebildeten Arbeitspumpabschnitt zur Förderung eines Arbeitsmediums entlang eines Mediumförderweges, wenigstens einem an dem Rotor ausgebildeten Steuerpumpabschnitt zur Förderung eines Steuerfluids, einem Sicherheitsventil zum zeitweisen Verschließen des Mediumförderweges und einer mit dem Steuerfluid betriebenen Druckvorsteuerung für das Sicherheitsventil.

[0002] Derartige Rotationsverdrängervakuumpumpen werden vielfältig eingesetzt, um ein Vakuum in einem Rezipienten zu erzeugen. Dabei ist die Rotationsverdrängervakuumpumpe den herrschenden Betriebsbedingungen, wie z.B. der Umgebungstemperatur, ausgesetzt, welche sich im Betrieb oder zwischen Anwendungsfällen mitunter stark ändern.

[0003] Die Rotationsverdrängervakuumpumpe arbeitet im Allgemeinen nur sicher und zuverlässig, wenn ein bestimmter vorgesehener Umgebungstemperaturbereich eingehalten wird. Für einen beispielhaften Anwendungsfall kann ein vorgesehener Umgebungstemperaturbereich zwischen + 12°C und + 40°C betragen.

[0004] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine Rotationsverdrängervakuumpumpe zu schaffen, die in einem möglichst breiten Umgebungstemperaturbereich einsetzbar ist.

[0005] Diese Aufgabe wird durch eine Rotationsverdrängervakuumpumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst, und insbesondere dadurch, dass für die Druckvorsteuerung ein Überdruckventil vorgesehen ist.

[0006] Die Temperatur in der Pumpe, welche auch von der Umgebungstemperatur beeinflusst wird, hat einen großen Einfluss auf die Viskosität des Steuerfluids. Eine zu niedrige Temperatur kann zu einer zu hohen Viskosität des Steuerfluids und dadurch zu einem unerwünscht starken Druckaufbau in der Druckvorsteuerung und letztendlich zu einer Beschädigung der Pumpe führen. Dagegen kann eine zu hohe Temperatur zu einer besonders niedrigen Viskosität des Steuerfluids führen, was wiederum einen zu schwachen Druckaufbau in der Druckvorsteuerung zur Folge haben kann. In diesem Fall kann es zu einer Fehlfunktion der Druckvorsteuerung kommen. Daneben hat insbesondere auch die Wahl des Steuerfluids einen erheblichen Einfluss auf die Viskosität und deren Abhängigkeit von der Temperatur.

[0007] Erfindungsgemäß wird also ein zu hoher Druck, der sich infolge einer mit niedriger Temperatur verbundenen, hohen Viskosität aufbaut, durch das Überdruckventil zuverlässig abgebaut und der Druck im System wird sicher begrenzt. Dies ist insbesondere beim Kaltstart vorteilhaft, also beim Starten der Pumpe nach einer längeren Zeit außer Betrieb, wobei die Temperatur in der Pumpe bei einem Kaltstart im Wesentlichen der Umge-

bungstemperatur entsprechen kann. Denn hierbei kann noch keine Wärme durch den Betrieb der Pumpe für eine höhere Temperatur in der Pumpe sorgen.

[0008] Der Umgebungstemperaturbereich, in dem die Rotationsverdrängervakuumpumpe arbeiten kann, wird durch die Erfindung somit insbesondere nach unten hin, also zu tiefen Temperaturen hin, erweitert. Dadurch wird eine obere erlaubte Temperaturgrenze nicht verringert, so dass die Erfindung beispielsweise in eine bestehende Pumpe integrierbar ist, die anschließend den gleichen Umgebungstemperaturbereich wie zuvor, aber zusätzlich noch einen niedrigeren Umgebungstemperaturbereich bedienen kann.

[0009] Jedoch führt die Erfindung nicht nur zu einer Erniedrigung der unteren Temperaturgrenze. Der benötigte Druck in der Vorsteuerung baut sich im Allgemeinen an einem Drosselement, einer Düse und/oder einer Querschnittsverengung auf, wobei der Fließwiderstand, bei der Querschnittsverengung insbesondere durch den Innendurchmesser, so eingestellt wird, dass sich bis zur oberen Temperaturgrenze ein ausreichend hoher Druck aufbaut. Durch das erfindungsgemäß vorgesehene Überdruckventil ist es nun möglich, den Fließwiderstand weiter zu erhöhen als zuvor, da bei kalten Temperaturen ein sonst entstehender Überdruck sicher verhindert wird. Somit erlaubt die Erfindung auch eine Erhöhung der oberen Temperaturgrenze für den sicheren und zuverlässigen Betrieb der Rotationsverdrängerpumpe.

[0010] Die erfindungsgemäße Rotationsverdrängervakuumpumpe ist also in einem weiten Umgebungstemperaturbereich einsetzbar, und es ist nicht nötig, die Vorsteuerung des Sicherheitsventils elektrisch zu betreiben, was zu einer komplexeren Steuerung und höherer Fehleranfälligkeit führen würde. Ferner lässt sich die Pumpe erfindungsgemäß besonders kompakt ausführen, da ein Überdruckventil in einfacher und platzsparender Weise integriert werden kann.

[0011] Bei der Rotationsverdrängervakuumpumpe kann es sich insbesondere um eine Drehschiebervakuumpumpe handeln. Der Arbeitspumpabschnitt und/oder der Steuerpumpabschnitt können nach dem Drehschieberpumpprinzip arbeiten. An dem Rotor können mehr als ein, insbesondere zwei Arbeitspumpabschnitte ausgebildet sein.

[0012] Bei einer Ausführungsform ist das Überdruckventil in ein Aufnahmeteil integriert, an dem der Rotor abgestützt ist. Dies führt zu einer Funktionsintegration, welche die Teilevielfalt verringert und zu einer einfacheren Konstruktion führt. Der Rotor kann zur weiteren Funktionsintegration in dem Aufnahmeteil drehbar gelagert sein.

[0013] Bei einer weiteren Ausführungsform erstreckt sich der Rotor durch das Aufnahmeteil hindurch. Der Rotor kann also beispielsweise auf einer Seite des Aufnahmeteils einen Arbeitspumpabschnitt aufweisen und auf der anderen Seite des Aufnahmeteils einen Anschluss für eine Kupplung aufweisen, wobei der Rotor insbesondere in dem Bereich den Steuerpumpabschnitt aufweist,

mit dem sich der Rotor durch das Aufnahmeteil hindurch erstreckt.

[0014] Alternativ oder zusätzlich kann, insbesondere zur weiteren Funktionsintegration, ein Förderraum des Steuerpumpabschnitts in dem Aufnahmeteil ausgebildet sein.

[0015] Eine Außenseite des Aufnahmeteils kann eine Zylindermantelfläche umfassen, also z.B. im Wesentlichen zylindrisch ausgeführt sein. Eine Aufnahme für den Rotor kann als eine zu der Zylindermantelfläche konzentrische Bohrung ausgeführt sein. Das Aufnahmeteil kann eine zylindrische Grundform aufweisen, deren Mittelachse mit der Drehachse des Rotors zusammenfällt.

[0016] Bei einer Weiterbildung sind einzelne Komponenten des Überdruckventils in Aussparungen angeordnet, die in einem zumindest teilweise der Druckvorsteuerung zugeordneten Aufnahmeteil ausgebildet sind. Die einzelnen Komponenten können insbesondere vollständig in einer zylindrischen Grundform des Aufnahmebauteils versinken, also insbesondere nur innerhalb der zylindrischen Grundform angeordnet sein, was zu Platzeinsparungen führt.

[0017] Bei einer weiteren Ausführungsform weist das Überdruckventil ein Verschlusselement und ein Spannelement für das Verschlusselement auf, wobei das Spannelement an einem Widerlagerelement abgestützt ist. Dies führt zu einem besonders einfachen Aufbau des Überdruckventils. Das Verschlusselement ist z.B. als Kugel oder auch als Ventilstößel ausgeführt. Das Spannelement kann insbesondere als Feder, wie z.B. eine Schraubendruckfeder, ausgeführt sein. Das Überdruckventil kann das Widerlager als Komponente umfassen.

[0018] Das Widerlagerelement kann als ein separates Bauteil ausgeführt sein, das an einem Aufnahmeteil für das Überdruckventil befestigt ist. Dies führt zu einer besonders einfachen Montage und gegebenenfalls Demontage des Überdruckventils.

[0019] Montage und Demontage können weiter vereinfacht werden, wenn das Widerlagerelement von einer Spannschraube beaufschlagt ist, die in das Aufnahmeteil geschraubt ist.

[0020] Nach einer weiteren Ausführungsform verlaufen eine Spannachse der das Widerlagerelement beaufschlagenden Spannschraube und eine Spannachse des das Verschlusselement beaufschlagenden Spannelementes parallel versetzt zueinander. Dadurch lässt sich das Überdruckelement insbesondere in einem zylindrischen Aufnahmeteil besonders platzsparend unterbringen.

[0021] Bei einer Weiterbildung umfasst die Druckvorsteuerung eine von dem Steuerpumpabschnitt zu dem Sicherheitsventil führende Vorsteuerleitung und eine Ablassleitung zum Ablassen von Steuerfluid aus der Druckvorsteuerung. Dabei weist die Ablassleitung einen gegenüber der Vorsteuerleitung verringerten Querschnitt auf. Hierdurch wird ein Druckaufbau in der Druckvorsteuerung sicher gewährleistet. Der verringerte Querschnitt der Ablassleitung ist insbesondere konstant und beträgt

insbesondere weniger als 1 mm, insbesondere weniger als 0,8 mm, insbesondere weniger als 0,5 mm. Der Begriff "weniger als" schließt dabei insbesondere auch im Wesentlichen den jeweils angegebenen Wert ein. Der verringerte Querschnitt wirkt insbesondere als Düse für das Steuerfluid.

[0022] Im Stand der Technik stellte der Wert eines verringerten Querschnitts einer Ablassleitung nur einen Kompromiss dar. Er musste so gewählt werden, dass bei niedrigen Temperaturen in der Pumpe der Druck nicht zu stark ansteigt und bei hohen Temperaturen noch gerade genug Druck aufgebaut wird. Die Erfindung ermöglicht es nun, den Querschnitt so auszulegen, dass sich über weite Temperaturbereiche hinweg ein ausreichender Druck aufbaut. Zu hohe Drücke werden aber durch das Überdruckventil zuverlässig abgebaut.

[0023] Der verringerte Querschnitt kann insbesondere durch eine Öffnung, insbesondere eine Grundmengenbohrung, in einer in der Ablassleitung angeordneten Ablassschraube definiert sein. Dies stellt eine besonders einfache Konstruktion dar, und erlaubt auch eine Änderung des Querschnitts, z.B. durch Austausch der Ablassschraube durch eine entsprechende Ablassschraube mit anderem Öffnungsquerschnitt.

[0024] Bei einer Ausführungsform ist die Ablassschraube in ein Aufnahmeteil für die Druckvorsteuerung geschraubt. Das Überdruckventil begrenzt den Druck insbesondere in der Vorsteuerleitung.

[0025] Bei einer Weiterbildung ist ein Schmierfluid der Pumpe gleichzeitig als Steuerfluid für die Druckvorsteuerung vorgesehen. Hierdurch wird die Zahl der notwendigen Betriebsstoffe gering gehalten. Der Steuerpumpabschnitt ist dafür z.B. mit einem Schmierfluidreservoir der Pumpe verbunden.

[0026] Alle oder einzelne der vorstehend genannten Aufnahmeteile können zur weiteren Funktionsintegration als ein gemeinsames Aufnahmeteil ausgeführt sein, wobei jedoch auch getrennte Aufnahmeteile möglich sind.

[0027] Die erfindungsgemäße Rotationsverdrängervakuumpumpe kann beispielsweise in einem Umgebungstemperaturbereich von - 20° bis + 65° betreibbar sein. Die erfindungsgemäße Pumpe eignet sich insbesondere auch für den Einsatz in einem Fahrzeug, wie z. B. einem KFZ, da Fahrzeuge häufig vielseitigen Betriebsbedingungen ausgesetzt sind und somit in breiten Umgebungstemperaturbereichen betreibbar sein müssen. Hierbei ist es vorteilhaft, wenn die Pumpe durch einen 24 V Gleichstromantrieb betrieben werden kann. Zusätzliche Wechselrichter werden dadurch nicht mehr benötigt. Insbesondere kann die Rotationsverdrängervakuumpumpe der Erfindung in einem Fahrzeug zur Erzeugung eines Vakuums im Bereich einer Schwungmasse eingesetzt werden. Hierdurch wird die Luftreibung der Schwungmasse verringert und letztendlich die Effizienz eines daran angebundenen Motors verbessert.

[0028] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung umfasst das Steuerfluid, insbesondere als Hauptbestandteil, Polyalphaolefin. Dieses weist Eigenschaften, wie Viskosi-

tät, auf, welche beim Betrieb in einer Druckvorsteuerung mit einem Überdruckventil vorteilhaft zusammenwirken, um den zulässigen Umgebungstemperaturbereich weiter zu vergrößern.

[0029] Alternativ oder zusätzlich kann das Steuerfluid zumindest eine der folgenden vorteilhaften Eigenschaften aufweisen: (a) die Viskosität bei 40°C beträgt zwischen 53 cSt + 12% und 53 cSt - 12%; (b) die Viskosität bei 100°C beträgt zwischen 7 cSt + 12% und 7 cSt - 12%; (c) der Viskositätsindex ist größer als oder gleich 95; (d) der Pourpoint ist kleiner als oder gleich - 59°C; (e) der Dampfdruck bei 25°C ist kleiner als oder gleich $1 \cdot 10^{-7}$ Torr; (f) die Dichte bei 20°C beträgt zwischen 0,83 g/mol + 10% und 0,83 g/mol - 10%.

[0030] Die Rotationsverdrängervakuumpumpe kann z.B. durch einen Asynchronmotor, einen Synchronmotor und/oder eine spezielle Ausführungsform eines Synchronmotors, insbesondere einen BLDC-Motor, angetrieben werden. Der Motor kann über eine flache Rampe auf die Enddrehzahl gebracht werden. Dabei wird der Motor z.B. an einer eingestellten Stromgrenze betrieben, wodurch eine Überlastung des Motors vermieden werden kann, wenn das Öl bei niedriger Temperatur besonders zähflüssig ist. Der BLDC-Motor lässt sich an einem Gleichstromnetz im Wesentlichen ohne zusätzliche Einrichtungen betreiben und ist somit insbesondere beim Betrieb der Pumpe in einem Fahrzeug vorteilhaft einsetzbar. Alternativ oder zusätzlich kann die Pumpe auch durch einen anderen geeigneten Antrieb, wie z.B. einen DC-Motor, angetrieben werden.

[0031] Weitere Ausführungsformen der Erfindung sind den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den Figuren zu entnehmen.

[0032] Die Erfindung wird nachfolgend lediglich beispielhaft anhand der schematischen Zeichnung erläutert.

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Rotationsverdrängervakuumpumpe in einer Seitenansicht.

Fig. 2 zeigt die Vakuumpumpe der Fig. 1 in einer Schnittansicht entlang der Linie A-A von Fig. 1.

Fig. 3 zeigt die Vakuumpumpe in einer weiteren Schnittansicht entlang der Linie B-B von Fig. 2.

Fig. 4 zeigt in perspektivischer Ansicht die Anordnung eines Überdruckventils in einem Aufnahmeteil der erfindungsgemäßen Vakuumpumpe.

[0033] In Fig. 1 ist eine als Drehschiebervakuumpumpe ausgeführte und nachstehend als Vakuumpumpe 10 bezeichnete Rotationsverdrängervakuumpumpe dargestellt. Die Vakuumpumpe 10 saugt ein Arbeitsmedium an einem Einlass 28 an und fördert dieses zu einem Auslass 30, der zum Beispiel gegen Atmosphäre offen ist.

[0034] Fig. 2 zeigt eine Schnittansicht der Vakuumpumpe 10 entlang der Schnittnlinie A-A, wie er in Fig. 1

angedeutet ist. Der Schnitt verläuft dabei parallel entlang einer Drehachse eines Rotors 12 der Vakuumpumpe 10. Die Vakuumpumpe 10 umfasst ein Sicherheitsventil 20, welches ein Rückfließen von Arbeitsmedium bei Ausfall der Pumpe verhindert. Das Sicherheitsventil 20 ist durch eine Druckvorsteuerung vorgesteuert.

[0035] Die Vakuumpumpe 10 umfasst außerdem einen Motor 26 zum Antrieb des Rotors 12 der Vakuumpumpe 10. Zwischen Motor 26 und Rotor 12 ist eine Kupplung 27 vorgesehen, welche insbesondere als Magnetkupplung ausgeführt sein kann.

[0036] An dem Rotor 12 sind zwei Arbeitspumpabschnitte und ein Steuerpumpabschnitt ausgebildet. Ein erster Arbeitspumpabschnitt wird durch einen Schieber 14 und einen Förderraum 15 definiert. Ein zweiter Arbeitspumpabschnitt wird durch einen Schieber 16 und einen Förderraum 17 definiert. In dem Steuerpumpabschnitt weist der Rotor einen Schieber 18 auf, der in einem Förderraum 19 rotiert, um ein Steuerfluid für die Druckvorsteuerung zu fördern. Die gezeigte Vakuumpumpe 10 arbeitet also im ersten Arbeitspumpabschnitt, im zweiten Arbeitspumpabschnitt und im Steuerpumpabschnitt jeweils nach dem Drehschieberpumpprinzip. In einem jeweiligen Pumpabschnitt können auch mehrere Schieber 14 bzw. 18 vorgesehen sein.

[0037] Der Rotor 12 ist mit seinem Steuerabschnitt 18, 19 in einem Aufnahmeteil 24 aufgenommen und abgestützt und ist darin drehbar gelagert. Das Aufnahmeteil 24 bildet mit einer Außenfläche 32 eine zylindrische Grundform, welche konzentrisch zu der Drehachse des Rotors 12 ausgerichtet ist.

[0038] In Fig. 3 ist die Vakuumpumpe 10 in einer weiteren Schnittansicht gezeigt, wobei der Schnitt entlang der Schnittnlinie B-B in Fig. 2 verläuft. Die Bildebene der Fig. 3 verläuft senkrecht zur Drehachse des Rotors 12 und schneidet das Aufnahmeteil 24 derart, dass ein Überdruckventil 22 sichtbar ist.

[0039] Das Überdruckventil 22 umfasst ein als Kugel ausgebildetes Verschlusselement 34, ein als Schraubendruckfeder ausgebildetes Spannelement 36 sowie ein Widerlagerelement 38. Das Verschlusselement 34 ist von dem Spannelement 36 in im Bild horizontaler Richtung gegen einen Ventilsitz 48 gespannt. Dabei stützt sich das Spannelement 36 an dem Widerlager 38 ab. Das Widerlager 38 ist durch eine Spannschraube 40 an dem Aufnahmeteil 24 festgelegt, so dass das Widerlager 38 eine feste Abstützung für das Spannelement 36 bildet.

[0040] Anhand von Fig. 4 wird deutlich, dass ein solches Überdruckventil in einfacher Weise in ein Aufnahmeteil einer bestehenden Pumpe des Standes der Technik integrierbar ist. Das Überdruckventil 22 ist insbesondere nachrüstbar, wobei gegebenenfalls außerdem eine Ablassschraube 46, welche unten näher erläutert wird, durch eine solche mit einem geringeren Bohrungsdurchmesser ausgetauscht wird.

[0041] Das Verschlusselement 34, das Spannelement 36, das Widerlagerelement 38 und die Spannschraube 40 sind in Aussparungen des Aufnahmeteils 24 aufge-

nommen und ragen nur zu einem geringen Teil über die zylindrische Grundform der Außenfläche 32 des Aufnahmeteils 24 hinaus. Das Überdruckventil 22 ist also platzsparend in das Aufnahmeteil 24 integriert. Dazu ist eine Spannschraube 40 parallel versetzt zu einer Spannschraube des Widerlagerelement 38 beaufschlagenden Spannelementes 36 angeordnet.

[0042] In Fig. 4 ist das Aufnahmeteil 24 mit dem Überdruckventil 22 und einem geschnittenen Teil des Rotors 12 perspektivisch dargestellt. Das Aufnahmeteil 24 ist als im Wesentlichen flacher Zylinder ausgeführt. In dem Aufnahmeteil 24 ist der Rotor 12 mit seinem Steuerpumpabschnitt aufgenommen und gelagert. Außerdem ist das Überdruckventil 22 in dem Aufnahmeteil 24 integriert.

[0043] Der Schieber 18 des Steuerpumpabschnitts des Rotors 12 rotiert mit dem Rotor 12 entgegen dem Uhrzeigersinn in dem in Fig. 2 gezeigten Förderraum 19 und fördert dadurch das Steuerfluid entlang einer Pumprichtung P. Hierdurch erzeugt der Steuerpumpabschnitt einen Druck für die Druckvorsteuerung des Sicherheitsventils 20. Von dem Steuerpumpabschnitt führt eine Vorsteuerleitung 42 zu dem Sicherheitsventil 20, um dort den erzeugten Druck als Vorsteuerdruck bereitzustellen. Das Steuerfluid fließt jedoch auch entlang einer Ablassleitung 44 zurück zu einem Reservoir für das Steuerfluid. In der Ablassleitung 44 ist eine Ablassschraube 46 angeordnet, welche entlang ihrer Schraubenachse eine Bohrung aufweist, deren Innendurchmesser kleiner ist als die Ablassleitung 44. Dadurch baut sich bei geschlossenem Überdruckventil 22 ein Druck in der Druckvorsteuerung vor der Ablassschraube 46 auf, welcher über die Vorsteuerleitung 42 an das Sicherheitsventil 20 kommuniziert wird.

[0044] Bei niedrigen Temperaturen ist das Steuerfluid relativ zähflüssig, besitzt also eine hohe Viskosität. In diesem Fall baut sich vor der Ablassschraube 46 ein höherer Druck auf als wenn das Steuerfluid bei höheren Temperaturen eine niedrigere Viskosität aufweist.

[0045] Sobald der Druck in der Druckvorsteuerung einen bestimmten Wert überschreitet, wird er durch das über eine Überdruckleitung 50 angeschlossene Überdruckventil 22 abgebaut und überschüssiges Steuerfluid fließt über das Überdruckventil 22 ebenfalls zurück in das Reservoir für das Steuerfluid. Dazu wird das Verschlusselement 34 durch den hohen Druck gegen das Spannelement 36 angehoben, also im Bild nach links verschoben, so dass sich das Überdruckventil 22 öffnet und das Steuerfluid abfließen kann. Sobald sich der Druck abgebaut hat, wird das Verschlusselement 34 durch das Spannelement 36 zurück in eine Geschlossenstellung des Überdruckventils 22 bewegt.

[0046] Das Widerlagerelement 38 ist als Quader mit einer Durchgangsbohrung ausgeführt, durch welche die Spannschraube 40 geführt ist, um das Widerlagerelement 38 an dem Aufnahmeteil 24 zu befestigen. Dadurch wird die Kraft der Spannschraube 40 auf die parallel ver-

setzt zur Spannschraube 40 angeordnete Spannschraube des Spannelements 36 übertragen.

[0047] Sowohl die gezeigten Leitungen als auch die Aussparungen für das Verschlusselement 34 und das Spannelement 36 sind als Bohrungen in dem Aufnahmeteil 24 ausgeführt. Dadurch lässt sich das Aufnahmeteil 24 in einfacher Weise herstellen bzw. lassen sich bestehende Pumpen durch nachträgliche Bearbeitung ihres Aufnahmeteils einfach mit einem Überdruckventil versehen.

[0048] Die Ablassschraube 46 ist als Madenschraube ausgeführt, die in dem Aufnahmeteil 24 so verschraubt ist, dass sie mit einer zentralen Öffnung, nämlich einer Grundmengenbohrung, einen Durchfluss von Steuerfluid aus der Ablassleitung 44 erlaubt, jedoch durch den verringerten Querschnitt einen Druck in der Druckvorsteuerung aufbaut.

Bezugszeichenliste

[0049]

10	Vakuumpumpe
12	Rotor
14	Schieber des ersten Arbeitspumpabschnitts
15	Förderraum des ersten Arbeitspumpabschnitts
16	Schieber des zweiten Arbeitspumpabschnitts
17	Förderraum des zweiten Arbeitspumpabschnitts
18	Schieber des Steuerpumpabschnitts
19	Förderraum des Steuerpumpabschnitts
20	Sicherheitsventil
22	Überdruckventil
24	Aufnahmeteil
26	Motor
27	Kupplung
28	Einlass
30	Auslass
32	Außenseite
34	Verschlusselement
36	Spannelement
38	Widerlagerelement
40	Spannschraube
42	Vorsteuerleitung
44	Ablassleitung
46	Ablassschraube
48	Ventilsitz
50	Überdruckleitung
P	Pumprichtung

Patentansprüche

1. Rotationsverdrängervakuumpumpe (10), insbesondere Drehschiebervakuumpumpe, mit einem Rotor (12), wenigstens einem an dem Rotor (12) ausgebildeten Arbeitspumpabschnitt (14, 15) zur Förderung eines

- Arbeitsmediums entlang eines Mediumförderweges,
wenigstens einem an dem Rotor (12) ausgebildeten Steuerpumpabschnitt (18, 19) zur Förderung eines Steuerfluids,
einem Sicherheitsventil (20) zum zeitweisen Verschießen des Mediumförderweges, und
einer mit dem Steuerfluid betriebenen Druckvorsteuerung für das Sicherheitsventil (20),
wobei für die Druckvorsteuerung ein Überdruckventil (22) vorgesehen ist.
2. Rotationsverdrängervakuumpumpe (10) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Überdruckventil (22) in ein Aufnahmeteil (24) integriert ist, an dem der Rotor (12) abgestützt ist.
 3. Rotationsverdrängervakuumpumpe (10) nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Rotor (12) sich durch das Aufnahmeteil (24) hindurch erstreckt.
 4. Rotationsverdrängervakuumpumpe (10) nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Förderraum (19) des Steuerpumpabschnitts in dem Aufnahmeteil (24) ausgebildet ist.
 5. Rotationsverdrängervakuumpumpe (10) nach zumindest einem der Ansprüche 2 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Aufnahmeteil (24) eine zylindrische Grundform aufweist, deren Mittelachse mit der Drehachse des Rotors (12) zusammenfällt.
 6. Rotationsverdrängervakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
einzelne Komponenten (24, 36, 38) des Überdruckventils (22) in Aussparungen angeordnet sind, die in einem zumindest teilweise der Druckvorsteuerung zugeordneten Aufnahmeteil (24) ausgebildet sind.
 7. Rotationsverdrängervakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Überdruckventil (22) ein Verschlusselement (34) und ein Spannelement (36) für das Verschlusselement (34) aufweist, wobei das Spannelement (36) an einem Widerlagerelement (38) abgestützt ist.
 8. Rotationsverdrängervakuumpumpe (10) nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Widerlagerelement (38) ein separates Bauteil ist, das an einem Aufnahmeteil (24) für das Über-
- druckventil (22) befestigt ist.
9. Rotationsverdrängervakuumpumpe (10) nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass das Widerlagerelement (38) von einer Spannschraube (40) beaufschlagt ist, die in das Aufnahmeteil (24) geschraubt ist, wobei insbesondere eine Spannachse der das Widerlagerelement (38) beaufschlagenden Spannschraube (40) und eine Spannachse des das Verschlusselement (34) beaufschlagenden Spannelementes (36) parallel versetzt zueinander verlaufen.
 10. Rotationsverdrängervakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Druckvorsteuerung eine von dem Steuerpumpabschnitt (18, 19) zu dem Sicherheitsventil (20) führende Vorsteuerleitung (42) und eine Ablassleitung (44) zum Ablassen von Steuerfluid aus der Druckvorsteuerung umfasst, wobei die Ablassleitung (44) einen gegenüber der Vorsteuerleitung verringerten Querschnitt aufweist.
 11. Rotationsverdrängervakuumpumpe (10) nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
der verringerte Querschnitt durch eine Öffnung in einer in der Ablassleitung angeordneten Ablassschraube (46) definiert ist, wobei insbesondere die Ablassschraube (46) in ein Aufnahmeteil (24) für die Druckvorsteuerung geschraubt ist.
 12. Rotationsverdrängervakuumpumpe (10) nach Anspruch 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Überdruckventil (22) den Druck in der Vorsteuerleitung (42) begrenzt.
 13. Rotationsverdrängervakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Schmierfluid der Pumpe gleichzeitig als Steuerfluid für die Druckvorsteuerung vorgesehen ist.
 14. Rotationsverdrängervakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Steuerfluid, insbesondere als Hauptbestandteil, Polyalphaolefin umfasst und/oder zumindest eine der folgenden Eigenschaften aufweist:
 - (a) die Viskosität bei 40°C beträgt zwischen 53 cSt + 12% und 53 cSt - 12%;
 - (b) die Viskosität bei 100°C beträgt zwischen 7 cSt + 12% und 7 cSt - 12%;
 - (c) der Viskositätsindex ist größer als oder gleich 95;

- (d) der Pourpoint ist kleiner als oder gleich - 59°C;
- (e) der Dampfdruck bei 25°C ist kleiner als oder gleich $1 \cdot 10^{-7}$ Torr;
- (f) die Dichte bei 20°C beträgt zwischen 0,83 g/mol + 10% und 0,83 g/mol - 10%.

15. Rotationsverdrängervakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pumpe durch einen Asynchronmotor, einen Synchronmotor und/oder einen BLDC-Motor angetrieben wird.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

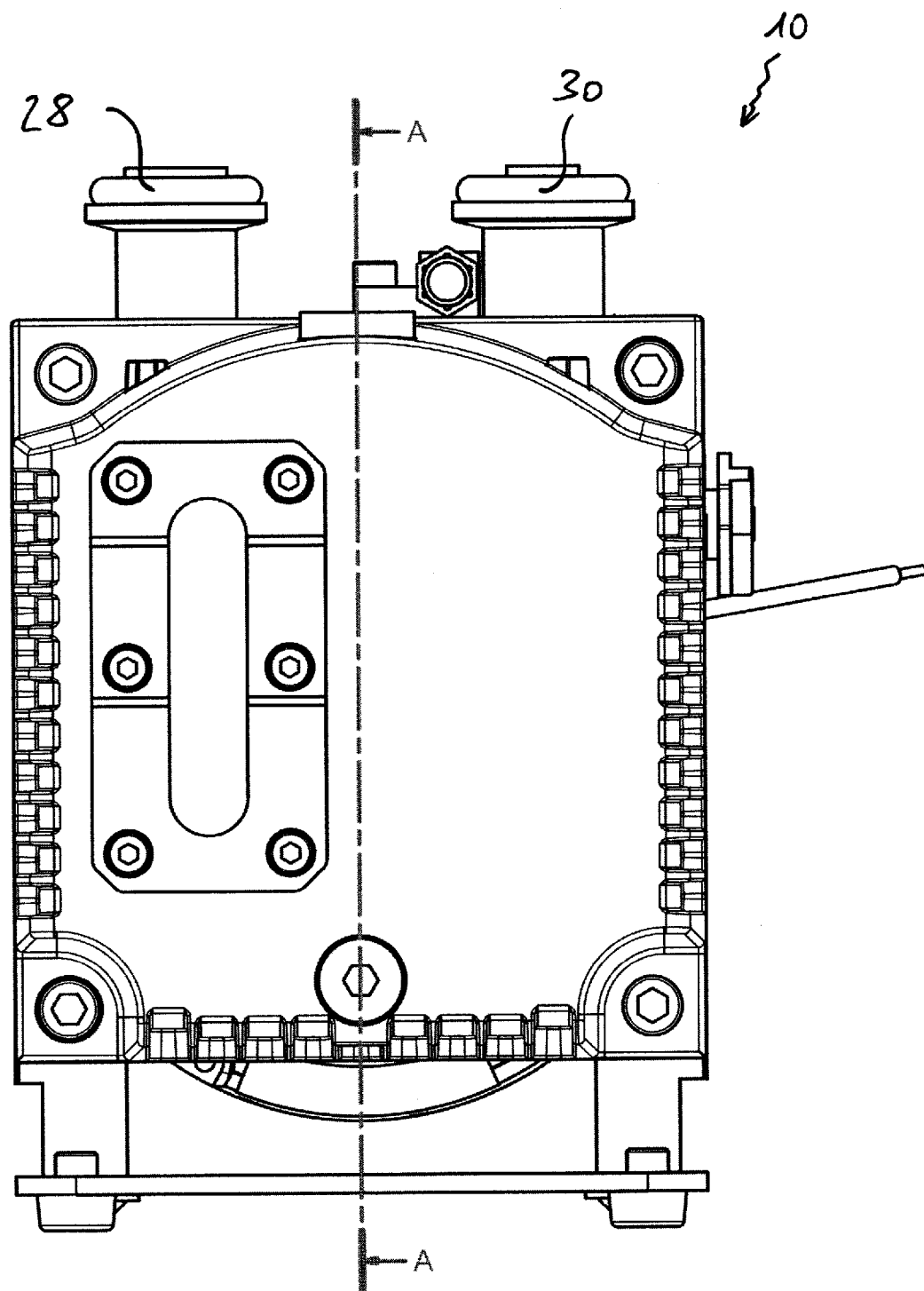
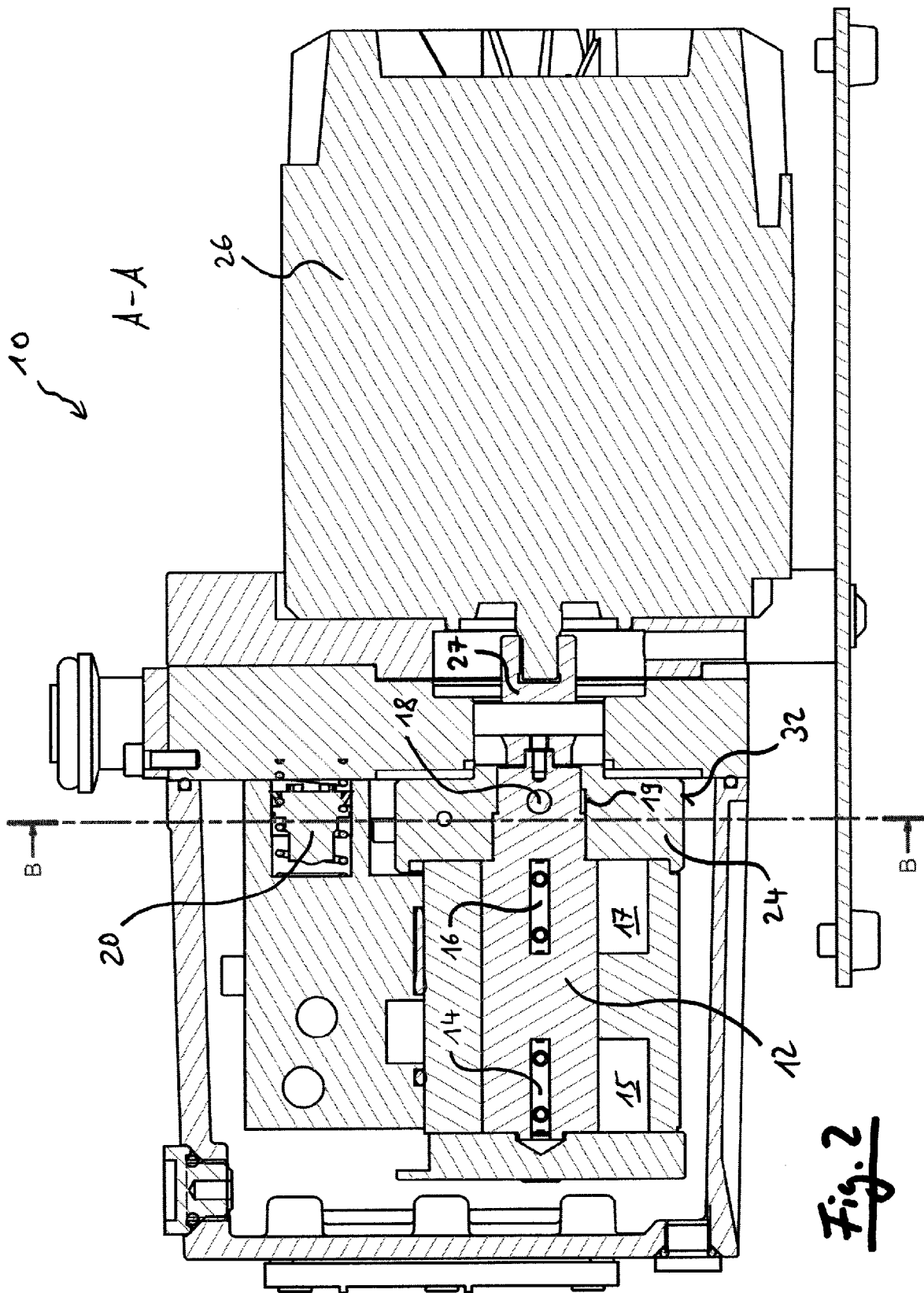


Fig. 1



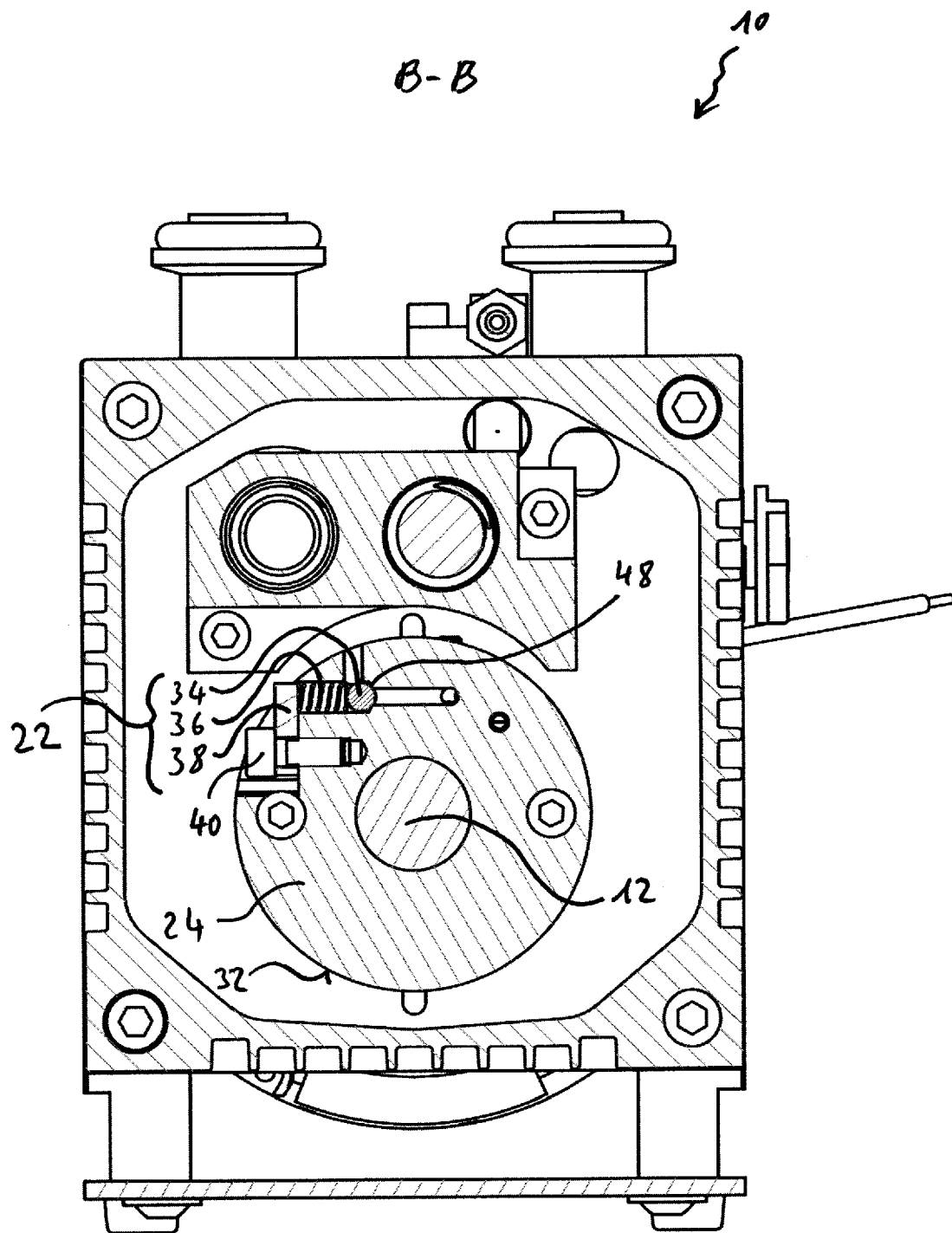


Fig. 3

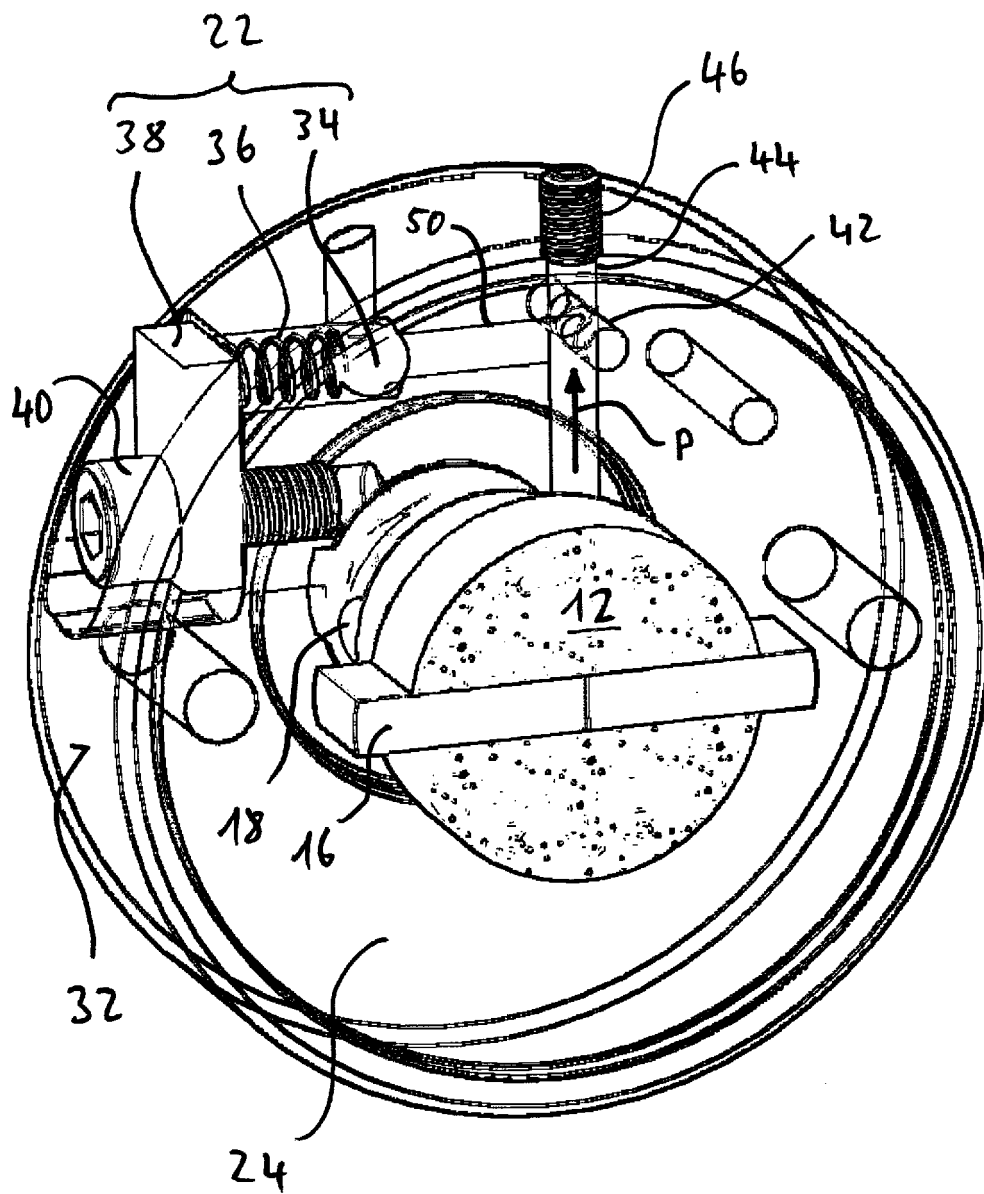


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 18 9996

5

10

15

20

25

30

35

40

45

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 0 277 924 A2 (GALILEO SPA OFF [IT]) 10. August 1988 (1988-08-10)	1-10,12,13,15	INV. F04C23/00 F04C25/02 F04C29/02 F04C18/344 C10M171/02 C10M171/04
A	* das ganze Dokument * * Spalte 5, Zeile 64 - Spalte 6, Zeile 38 * * * Spalte 7, Zeile 22 - Zeile 25 * * Abbildungen 1-4 *	11	
X	US 2002/197168 A1 (KIM DEOK-KYEOM [KR]) 26. Dezember 2002 (2002-12-26)	1,2,7,13,15	
A	* das ganze Dokument * * Spalte 3, Zeile 42 - Zeile 45 * * Spalte 3, Zeile 59 - Zeile 68 * * Spalte 4, Zeile 5 - Zeile 14 * * Spalte 6, Zeile 49 - Zeile 59 * * Abbildungen 1,4 *	3-6,8-12	
X	US 5 236 313 A (KIM YOUNG-SOO [KR]) 17. August 1993 (1993-08-17)	1-3,5-7,10,12,13	
A	* das ganze Dokument * * Absatz [0024] - Absatz [0027] * * Abbildungen 1,2,5 *	4,8,9,11,15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
X	KR 101 231 090 B1 (KIM DAVID [NZ]) 7. Februar 2013 (2013-02-07)	1,6-8,12,13,15	F04C C10M
A	* Zusammenfassung * * Abbildungen 1-4 *	2-5,9-11	
A	EP 1 936 200 A2 (PFEIFFER VACUUM GMBH [DE]) 25. Juni 2008 (2008-06-25) * das ganze Dokument * * Absätze [0016], [0019], [0022] *	1-13,15	
Y	EP 1 510 692 A1 (NISSAN MOTOR [JP]) 2. März 2005 (2005-03-02) * das ganze Dokument * * Absätze [0032], [0062], [0090] *	14	
	-/-		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 16. Juni 2016	Prüfer Sbresny, Heiko
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

3

50

55

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 15 18 9996

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	EP 0 280 260 A2 (IDEMITSU KOSAN CO [JP]) 31. August 1988 (1988-08-31) * das ganze Dokument * -----	14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 16. Juni 2016	Prüfer Sbresny, Heiko
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)



Nummer der Anmeldung

EP 15 18 9996

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

GEBÜHRENPFLICHTIGE PATENTANSPRÜCHE

Die vorliegende europäische Patentanmeldung enthielt bei ihrer Einreichung Patentansprüche, für die eine Zahlung fällig war.

☐ Nur ein Teil der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für jene Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war, sowie für die Patentansprüche, für die Anspruchsgebühren entrichtet wurden, nämlich Patentansprüche:

☐ Keine der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war.

MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

Siehe Ergänzungsblatt B

☒ Alle weiteren Recherchegebühren wurden innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.

☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Recherchenabteilung nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.

☐ Nur ein Teil der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf Erfindungen beziehen, für die Recherchegebühren entrichtet worden sind, nämlich Patentansprüche:

☐ Keine der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen, nämlich Patentansprüche:

☐ Der vorliegende ergänzende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen (Regel 164 (1) EPÜ).



**MANGELNDE EINHEITLICHKEIT
DER ERFINDUNG
ERGÄNZUNGSBLATT B**

Nummer der Anmeldung

EP 15 18 9996

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

1. Ansprüche: 1-13, 15

Rotationsverdrängerpumpe mit Druckvorsteuerung und Überdruckventil mit Merkmalen, welche dessen Anordnung in der Pumpe beschreiben.

2. Ansprüche: 1, 14

Rotationsverdrängerpumpe mit Druckvorsteuerung und Merkmale welche Eigenschaften des Steuerfluids beschreiben.

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

EP 15 18 9996

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

16-06-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0277924 A2	10-08-1988	DE 3866888 D1 EP 0277924 A2 IT 1207829 B US 4844702 A	30-01-1992 10-08-1988 01-06-1989 04-07-1989
US 2002197168 A1	26-12-2002	KR 20030000735 A US 2002197168 A1	06-01-2003 26-12-2002
US 5236313 A	17-08-1993	KEINE	
KR 101231090 B1	07-02-2013	KEINE	
EP 1936200 A2	25-06-2008	DE 102006058837 A1 EP 1936200 A2 JP 5106077 B2 JP 2008151127 A US 2008145209 A1	19-06-2008 25-06-2008 26-12-2012 03-07-2008 19-06-2008
EP 1510692 A1	02-03-2005	CN 1584329 A CN 101825086 A EP 1510692 A1 JP 4539205 B2 JP 2005098289 A US 2005084390 A1	23-02-2005 08-09-2010 02-03-2005 08-09-2010 14-04-2005 21-04-2005
EP 0280260 A2	31-08-1988	DE 3873376 D1 DE 3873376 T2 DE 3889929 D1 DE 3889929 T2 EP 0280260 A2 EP 0452998 A2 US 4776967 A	10-09-1992 18-03-1993 07-07-1994 29-09-1994 31-08-1988 23-10-1991 11-10-1988

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