(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 483 448 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.05.2019 Patentblatt 2019/20

(21) Anmeldenummer: **17201444.1**

(22) Anmeldetag: **13.11.2017**

(51) Int Cl.:
F04C 25/02 *(2006.01)* ***F04C 28/24*** *(2006.01)*
F04C 29/12 *(2006.01)* ***F04B 39/10*** *(2006.01)*
F04B 39/12 *(2006.01)*

(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 MD

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

(72) Erfinder:
- **Becker, Jonas**
  35435 Wettenberg (DE)
- **Schäfer, Heiko**
  35606 Solms (DE)
- **Willig, Michael**
  35633 Lahnau (DE)
- **Söhngen, Wolfgang**
  35647 Waldsolms (DE)
- **Hofmann, Jan**
  35305 Grünberg (DE)

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

(54) **VAKUUMPUMPE MIT BALLASTGASVENTIL**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe mit einem Pumpenkörper, dessen Innenseite einen Pumpraum begrenzt und an dessen Außenseite ein Ventil zur Steuerung der Zufuhr eines Ballastgases in den Pumpraum angeordnet ist, wobei das Ventil eine Einlassöffnung und eine Auslassöffnung aufweist, wobei ein erster und ein zweiter Kanal in dem Pumpenkörper ausgebildet sind, wobei der Eingang jedes Kanals dem Ventil zugewandt ist und der Ausgang jedes Kanals in den Pumpraum mündet, und das Ventil zwischen einer ersten und einer zweiten Öffnungsstellung verstellbar ist und wobei die Auslassöffnung in der ersten Öffnungsstellung mit dem Eingang des ersten Kanals und in der zweiten Öffnungsstellung mit dem Eingang des zweiten Kanals ausgerichtet ist.

EP 3 483 448 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe mit einem Pumpenkörper, dessen Innenseite einen Pumpraum begrenzt und an dessen Außenseite ein Ventil zur Steuerung der Zufuhr eines Ballastgases in den Pumpraum angeordnet ist, wobei das Ventil eine Einlassöffnung und eine Auslassöffnung aufweist.

[0002] Vakuumpumpen der genannten Art sind grundsätzlich bekannt und finden insbesondere als Vorpumpen zur Erzeugung eines Vorvakuums in einem Auslassbereich einer Hochvakuumpumpe Anwendung. Im Betrieb ist es unter bestimmten Umständen erforderlich, zusätzliches Gas, hier allgemein als Ballastgas bezeichnet, als Schleppgas, Spülgas oder Sperrgas in den Pumpenkörper einzuführen.

[0003] Beispielsweise wird bei der Förderung von korrosiven Gasen Ballastgas in der Form eines inerten Sperrgases in den Pumpenkörper eingeführt, um empfindliche Bauteile der Vakuumpumpe zu schützen. Das Ballastgas kann auch zur Kühlung eingesetzt werden, beispielsweise bei einer durch eine Verschiebung des Betriebspunkts erfolgten Erwärmung der Vakuumpumpe. Sogenanntes Schleppgas wird eingeleitet, um besonders leichte Gase wie Wasserstoff oder Helium besser pumpen zu können. Schleppgas kann auch genutzt werden, um unerwünschte Ansammlungen, z.B. Kondensation von flüssigen oder Ablagerungen von festen Stoffen innerhalb des Pumpsystems in Richtung eines Ausstoßes der Vakuumpumpe zu transportieren. Nach dem Abschalten der Vakuumpumpe kann Ballastgas als Spülgas eingebracht werden, um eine Kondensation von, insbesondere korrosiven, Gasen im Pumpraum zu verhindern. Als Ballastgas kommt für diese Anwendung beispielweise Stickstoff infrage.

[0004] Weitere Anwendungsbereiche betreffen die Verdünnung eines gepumpten gasförmigen Mediums ("Passivbeigabe"), um beispielsweise eine zündfähige Gaskonzentration zu vermeiden, die durch eine Kompression des Mediums während des Pumpvorgangs in verschiedenen Stellen im Pumpsystem entstehen kann. Dagegen wird das gepumpte Medium bei einer "Aktivbeigabe" zu einer unschädlicheren Art verändert, wobei beispielsweise durch Beigabe von geeigneten Reaktionspartnern bzw. Katalysatoren korrosive oder auf eine andere Art schädliche Bestandteile des gepumpten Mediums ausgefällt und entfernt werden können.

[0005] Die Zufuhr von Ballastgas in den Pumpenkörper wird üblicherweise durch ein Ventil gesteuert, dessen Einlassöffnung mittels eines Verbindungsschlauches mit einem Ballastgasbehälter verbunden ist und dessen Auslassöffnung mit dem Pumpenkörper in Verbindung steht. Bekannte Ballastgasventile weisen jedoch nur zwei Einstellungen auf, nämlich "Ventil geöffnet" und "Ventil geschlossen". Eine Veränderung der Menge des pro Zeiteinheit zugeführten Ballastgases ist bei den bekannten Ventilen nicht möglich.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vakuumpumpe der eingangs genannten Art zu schaffen, die es ermöglicht, die Menge des pro Zeiteinheit zugeführten Ballastgases in einfacher und kostengünstiger Weise zu verändern.

[0007] Die Aufgabe wird durch eine Vakuumpumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und insbesondere dadurch gelöst, dass ein erster und ein zweiter Kanal in dem Pumpenkörper ausgebildet sind, wobei der Eingang jedes Kanals dem Ventil zugewandt ist und der Ausgang jedes Kanals in den Pumpraum mündet, das Ventil zwischen einer ersten und einer zweiten Öffnungsstellung verstellbar ist und die Auslassöffnung in der ersten Öffnungsstellung mit dem Eingang des ersten Kanals und in der zweiten Öffnungsstellung mit dem Eingang des zweiten Kanals ausgerichtet ist.

[0008] Je nach Ausrichtung der Auslassöffnung des Ventils kann Ballastgas wahlweise durch den ersten Kanal oder durch den zweiten Kanal in den Pumpraum eingeleitet werden. Bei entsprechender Ausbildung der Kanäle ist hierdurch eine mehrstufige Zufuhr von Ballastgas in den Pumpraum möglich. Außerdem ist eine Stellung des Ventils denkbar, in welcher die Auslassöffnung des Ventils weder mit dem Eingang des ersten Kanals noch mit dem Eingang des zweiten Kanals ausgerichtet ist, sondern die Eingänge beider Kanäle vielmehr verschlossen sind, so dass gar kein Ballastgas in den Pumpraum eingeleitet wird.

[0009] Bei der erfindungsgemäßen Vakuumpumpe handelt es sich insbesondere um eine Vorpumpe. Beispielsweise kann die erfindungsgemäße Vakuumpumpe in Form einer ein- oder mehrstufigen Scroll-, Membran-, Drehschieber-, Drehkolben-, Hubkolben-, Schrauben-, Klauen- oder auch als Wälzkolbenpumpe ausgebildet sein.

[0010] Vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung zu entnehmen.

[0011] Gemäß einer Ausführungsform weisen der erste und zweite Kanal unterschiedliche Längen auf, um das Ballastgas in unterschiedliche Bereiche des Pumpraums einführen zu können. Hierdurch ist es beispielsweise möglich, Ballastgas wahlweise in einen Zentralbereich oder einen Randbereich des Pumpraums einzuleiten. Insbesondere kann es vorgesehen sein, dass die Kanäle in unterschiedliche Druckzonen des Pumpraums münden, insbesondere in einen inneren Bereich mit einer höheren Gasdichte und in einen weiter außen gelegenen Bereich mit einer geringeren Gasdichte.

[0012] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weisen die Ausgänge des ersten und zweiten Kanals unterschiedliche Querschnittsflächen auf. Da sich die pro Zeiteinheit in den Pumpraum einführbare Ballastgasmenge aus der Querschnittsfläche des jeweiligen Kanalausgangs und der vorherrschenden Druckdifferenz zwischen dem Kanalausgang und der Auslassöffnung des Ventils ergibt, lassen sich durch die Auswahl des Kanals unterschiedliche Ballastgasmengen in den Pumpraum einleiten.

[0013] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weisen zumindest Teilabschnitte des ersten und zweiten Kanals unterschiedliche Querschnittsflächen auf. Da sich die pro Zeiteinheit in den Pumpraum einführbare Ballastgasmenge aus der Querschnittsfläche und der Abschnittslänge des jeweiligen Kanals und der vorherrschenden Druckdifferenz zwischen dem Kanalausgang und der Auslassöffnung des Ventils ergibt, lassen sich durch die Auswahl des Kanals unterschiedliche Ballastgasmengen in den Pumpraum einleiten.

[0014] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weisen zumindest ein erster und zweiter Kanal zumindest einen in der Länge und/oder Querschnittsfläche unterschiedlichen Kanalabschnitt auf und münden in einer gemeinsamen Auslassöffnung, bevorzugt mit zumindest einem gemeinsam genutzten Kanalabschnitt. Da sich die pro Zeiteinheit in den Pumpraum einführbare Ballastgasmenge aus der Querschnittsfläche und der Abschnittslänge des jeweiligen Kanals und der vorherrschenden Druckdifferenz zwischen dem Kanalausgang und der Auslassöffnung des Ventils ergibt, lassen sich durch die Auswahl des Kanals unterschiedliche Ballastgasmengen in den Pumpraum einleiten.

[0015] Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind mehr als zwei, bevorzugt drei oder mehr Kanäle und entsprechende weitere Stellungen des Ventils vorgesehen, um eine weitere Abstufung der Ballastgasmenge zu ermöglichen. Durch Kombination der vorgenannten Varianten können z.B. ein erster Kanal in einen inneren Bereich des Pumpraums mit einer höheren Gasdichte und zwei weitere Kanäle mit unterschiedlichen Querschnittsflächen und/oder Kanallängen in eine gemeinsame Auslassöffnung in einen weiter außen gelegenen Bereich des Pumpraums mit einer geringeren Gasdichte münden, wodurch sich verschiedene Ballastgasmengen an unterschiedlichen Orten des Pumpraums einleiten lassen.

[0016] Vorteilhafterweise ist eine maximale Abmessung des Ausgangs eines oder jedes Kanals gleich oder kleiner als eine Breite eines Trennelements, das zwei Bereiche des Pumpraums voneinander trennt und sich im Betrieb der Vakuumpumpe über den oder jeden Ausgang hinweg bewegt. Dadurch wird verhindert, dass Ballastgas unerwünscht von dem einem in den anderen Bereich strömen kann, wenn sich das Trennelement im Betrieb der Vakuumpumpe über den Ausgang hinweg bewegt. Mit anderen Worten wird ein "Gaskurzschluss" vermieden.

[0017] Zur Auswahl der jeweiligen Öffnungsstellung kann das Ventil grundsätzlich verschiebbar an dem Pumpenkörper ausgebildet sein, d.h. die Auslassöffnung des Ventils wird durch eine lineare Bewegung mit den Eingängen der Kanäle ausgerichtet. Bevorzugt umfasst das Ventil jedoch einen Drehkörper, der an dem Pumpenkörper drehbar gelagert ist, wobei eine Längsachse einer Ventilbohrung und eine Drehachse des Drehkörpers parallel versetzt zueinander angeordnet sind.

[0018] Besonders einfach lässt sich die Auswahl des ersten oder zweiten Kanals für die Zufuhr eines Ballastgases dadurch gestalten, dass das Ventil durch Drehung des Drehkörpers zwischen der ersten und der zweiten Öffnungsstellung verstellbar ist. Mit anderen Worten beschreibt das im Drehkörper versetzt zur Drehachse angeordnete Ventil eine Teilkreisbahn, die die Eingänge des ersten und zweiten Kanals umfasst. Zusätzlich zu den beiden Öffnungsstellungen kann bei einem entsprechenden Drehwinkel des Drehkörpers auch eine Verschluss- oder Nullstellung des Ventils vorgesehen sein, in der die Eingänge beider Kanäle gleichzeitig verschlossen sind und die Zufuhr von Ballastgas in den Pumpraum unterbunden ist.

[0019] Vorteilhafterweise sind die Eingänge der Kanäle jeweils von einem Dichtelement, insbesondere einem Dichtring, umschlossen. Die Dichtelemente verhindern, dass zugeführtes Ballastgas unkontrolliert entweichen kann und/oder Umgebungsluft in den Pumpraum strömen und das Vorvakuum der Vakuumpumpe kontaminieren kann. Selbiges gilt auch für den umgekehrten Strömungsweg, denn gepumptes Gas kann kontaminiert sein und darf dann unter keinen Umständen, auch z.B. bei Überdruck des Pumpraums gegenüber der Umgebung, nicht in diese Umgebung abgegeben werden. Außerdem dienen die Dichtelemente als Abstandshalter zwischen der Unterseite des Drehkörpers und dem Pumpenkörper, wodurch ein reibungsbelasteter Kontakt bevorzugt ausschließlich zwischen dem Drehkörper und den Dichtelementen, nicht aber zwischen dem Drehkörper und dem Pumpenkörper besteht. Hierdurch vermindert sich die Reibung zwischen diesen gegeneinander bewegbaren Bauteilen, was deren Abnutzung reduziert, längere Wartungsintervalle ermöglicht und zu einem kostengünstigeren Betrieb der Vakuumpumpe beiträgt.

[0020] Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind wenigstens drei Dichtelemente vorgesehen, welche um die Drehachse des Drehkörpers herum verteilt, insbesondere zumindest annähernd symmetrisch, angeordnet sind. Die symmetrische Anordnung wirkt einer Verkippung des Drehkörpers entgegen und gewährleistet, dass die Unterseite des Drehkörpers und eine die Eingänge der Kanäle umfassende Ebene des Pumpenkörpers stets zumindest annähernd parallel ausgerichtet sind, was unerwünschtem Abrieb entgegenwirkt und zu einer optimalen Dichtwirkung der Dichtelemente beiträgt. Nicht jedes Dichtelement muss einen Kanal umschließen und abdichten, mindestens ein oder mehrere Dichtelemente können auch blind, d.h. ohne Kanal, ausgeführt und angeordnet sein, um eine ausreichende Symmetrie mit den anderen Dichtelementen herzustellen.

[0021] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Drehkörper an seiner dem Pumpenkörper zugewandten Unterseite mit einem Trockenschmiermittel versehen. Als Trockenschmiermittel kommt beispielsweise PTFE oder MoS2 infrage. Trockenschmiermittel dieser Art sind nicht nur besonders beständig, sondern erzeugen auch besonders wenig Abrieb, der beispielsweise in den Pumpenkörper gelangen und das Vorvakuum kon-

taminieren könnte.

[0022] Alternativ oder zusätzlich sind die Dichteelemente zumindest auf ihrer dem Drehkörper zugewandten Seite jeweils mit einem Trockenschmiermittel versehen. Insbesondere kann das Trockenschmiermittel als Gleitlack auf die Dichtelemente aufgebracht sein. Für eine komplett trockene Ausbildung des Ventils können die Dichteelemente beispielsweise von einem PTFE Gleitlack umschlossen sein und mit einer PTFE beschichteten Oberfläche des Drehkörpers in Verbindung stehen.

[0023] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist der Drehkörper eine Spannvorrichtung auf, um den Drehkörper, insbesondere entlang seiner Drehachse, gegen den Pumpenkörper vorzuspannen. Mittels der Spannvorrichtung wird der Drehkörper gegen die Dichtringe und den Pumpenkörper gepresst. Dabei ist die auf den Drehkörper wirkende Vorspannkraft so gewählt, dass sie eine maximale Dichtigkeit des Ventils gewährleistet und andererseits eine minimale Kraftanstrengung erforderlich ist, um das Ventil zu betätigen, d.h. durch Verdrehung des Drehkörpers eine der Öffnungsstellungen oder die Verschluss- oder Nullstellung auszuwählen. Eine zu große Kraftwirkung würde überdies einen erhöhten Abrieb und einen erhöhten Verschleiß des Trockenschmiermittels bewirken.

[0024] Gemäß einer weiteren Ausführungsform bildet der Pumpenkörper eine teilkreisförmige Führungskulisse aus. Insbesondere kann die Führungskulisse Vertiefungen an den der ersten und zweiten Öffnungsstellung entsprechenden Positionen aufweisen. Es ist auch denkbar, dass eine zusätzliche Vertiefung ausgebildet ist, die der Position der Verschluss- oder Nullstellung entspricht.

[0025] Vorteilhafterweise ist der Drehkörper mit einem Führungselement versehen, das aus der dem Pumpenkörper zugewandten Unterseite des Drehkörpers herausragt und in der Führungskulisse des Pumpenkörpers geführt ist. Durch das Zusammenwirken mit den in der Führungskulisse ausgebildeten Vertiefungen vereinfacht das Führungselement das Auffinden der Öffnungsstellungen oder der Verschluss- bzw. Nullstellung bei einer Verdrehung des Drehkörpers. Zudem trägt das Führungselement zu einer Stabilisierung der planparallelen Anordnung des Drehkörpers und der Oberfläche des Pumpenkörpers bei.

[0026] Bevorzugt weist das Führungselement einen federbelasteten Kugelkörper auf, der in die Führungskulisse eingreift. Dabei ist die Größe des Kugelkörpers idealerweise an die Größe der Vertiefungen in der Führungskulisse angepasst. Bevorzugt ist der Kugelkörper an der der Führungskulisse zugewandten Unterseite des Führungselements vertikal verschiebbar ausgebildet, wobei eine vertikale Verschiebung des Kugelkörpers in Richtung Drehkörper entgegen der Rückstellkraft eines Federelements erfolgt, das im Führungselement angeordnet ist. Bei Drehwinkeln des Drehkörpers, die nicht einer Öffnungsstellung oder der Verschluss- bzw. Nullstellung entsprechen, wird der Kugelkörper durch die Führungskulisse in Richtung Drehkörper gedrückt und das Federelement gespannt. Bewegt sich das Führungselement während der Drehbewegung des Drehkörpers über eine Vertiefung in der Führungskulisse hinweg, so treibt die Rückstellkraft des Federelements den Kugelkörper in die Vertiefung, d.h. der Kugelkörper rastet in die Vertiefung ein.

[0027] Dies erleichtert nicht nur das Auffinden des korrekten Drehwinkels des Drehkörpers für die Öffnungsstellungen bzw. die Verschluss- bzw. Nullstellung, sondern trägt auch zu einer Fixierung des Ventils in der gewählten Öffnungs- bzw. Verschlussstellung bei, wodurch das Risiko einer unerwünschten Verstellung reduziert wird. Trotzdem ist die Rastverbindung aufgrund der kugelförmigen Ausbildung des Kugelkörpers bei Verdrehung des Drehkörpers unter Überwindung eines vergleichsweise geringen Widerstands wieder lösbar. Im Übrigen trägt die kugelförmige Ausformung des Kugelkörpers zu einer reibungsarmen Bewegung des Führungselements in der Führungskulisse bei.

[0028] Um das Auffinden einer gewählten Stellung des Drehkörpers und des Ventils zu erleichtern, sind an einer Außenseite des Pumpenkörpers vorteilhafterweise Beschriftungen angebracht, die den korrekten Drehwinkel des Drehkörpers für die erste Öffnungsstellung, die zweite Öffnungsstellung und/oder die Verschluss- bzw. Nullstellung anzeigen. Zusätzlich oder alternativ kann der Drehkörper einen nichtkreisförmigen Querschnitt aufweisen, der insbesondere richtungsanzeigend ausgebildet sein kann. Denkbar sind hier beispielswiese ansatzweise pfeilförmige Ausbildungen, bei denen die Pfeilspitze den aktuellen Drehwinkel anzeigt. Auch ovale oder andere nichtkreisförmige Ausbildungen des Drehkörpers, die sich insbesondere einfach greifen und leicht manuell betätigen lassen, sind möglich, wobei zusätzliche Markierungen auf der Oberseite des Drehkörpers als Richtungsanzeige dienen können.

[0029] Nachfolgend wird die Erfindung rein beispielhaft anhand einer möglichen Ausführungsform unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung beschrieben.

Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform eines Ballastgasventils einer erfindungsgemäßen Vakuumpumpe.

Fig. 2 zeigt eine vertikale Schnittansicht des Ballastgasventils von Fig. 1.

Fig. 3 zeigt eine Explosionsansicht des Ballastgasventils von Fig. 1.

Fig. 4 zeigt eine perspektivische und teilweise transparente Ansicht einer Oberfläche eines Pumpenkörpers der erfindungsgemäßen Vakuumpumpe.

[0030] In Fig. 1 ist eine Ausführungsform eines Ballastgasventils 12 einer erfindungsgemäßen Vakuumpumpe 10, hier in Form einer Scrollpumpe, dargestellt.

Das Ballastgasventil 12 ist an einer Haube 14 ausgebildet, die an einem Pumpenkörper 16 (siehe Fig. 2) angebracht ist und an ihrer Außenseite Anzeigeelemente 18 aufweist. Die Haube 14 kann aus Kunststoff geformt sein und beispielsweise mittels eines Spritzgussverfahrens hergestellt sein. Im Bereich eines Ballastgaseinlasses weist die Haube 14 eine kreisförmige Vertiefung 20 für einen Drehkörper 22 zur Steuerung der Ballastgaszufuhr auf.

[0031] Wie Fig. 2 zeigt, ist der Drehkörper 22 mit einer sich entlang einer Drehachse D des Drehkörpers 22 erstreckenden Aufnahmebohrung 34 zur Aufnahme einer Spannvorrichtung versehen, welche den Drehkörper 22 an dem Pumpenkörper 16 sichert und entlang der Drehachse D gegen eine ebene Anschlussfläche 17 des Pumpenkörpers 16 vorspannt.

[0032] Im gezeigten Ausführungsbeispiel umfasst die Spannvorrichtung eine Schraube 28, die in eine Gewindebohrung 30 des Pumpenkörpers 16 eingreift, um den Drehkörper 22 um die Drehachse D drehbar an dem Pumpenkörper 16 zu sichern. Die Schraube 28 bildet eine Schulter 28a aus, welche im maximal eingeschraubten Zustand der Schraube 28 auf der Anschlussfläche 17 des Pumpenkörpers 16 aufsitzt und hierdurch die Vorspannkraft begrenzt, die auf den Drehkörper 22 wirkt, welcher zwischen dem Schraubenkopf 28b und dem Pumpenkörper 16 gehalten ist. Alternativ oder zusätzlich kann die Spannvorrichtung auch ein in der Aufnahmebohrung 34 angeordnetes und entlang der Drehachse D wirkendes Federelement umfassen, gegen dessen Rückstellkraft die Schraube 28 festgezogen wird.

[0033] Wie Fig. 2 und 3 ferner zeigen, ist der Drehkörper 22 zweistückig ausgebildet. Ein erster, dem Pumpenkörper 16 abgewandter Abschnitt bildet ein Kopfstück 24 und kann aus einem Kunststoff- oder Metallmaterial gefertigt sein. Ein zweiter, dem Pumpenkörper 16 zugewandter Abschnitt ist in Form einer Gleitscheibe 26 ausgebildet, die ebenfalls aus einem Kunststoff- oder Metallmaterial gefertigt sein kann. Eine dem Pumpenkörper 16 zugewandte Unterseite der Gleitscheibe 26 ist mit einer Gleitschicht aus einem Trockenschmiermittel, wie beispielsweise PTFE oder MoS2, beschichtet.

[0034] Das Kopfstück 24 und die Gleitscheibe 26 des Drehkörpers 22 sind mithilfe von mehreren, im vorliegenden Ausführungsbeispiel drei, Verbindungselementen 32, die durch zur Drehachse D parallele Bohrungen 36 im Kopfstück 24 und in der Gleitscheibe 26 geführt sind, miteinander verbunden. Konkret sind die Verbindungselemente 32 als Inbusschrauben ausgebildet, die sich durch das Kopfstück 24 hindurch erstrecken und in Gewindebohrungen 30 der Gleitscheibe 26 eingeschraubt sind.

[0035] In dem Drehkörper 22 ist ferner eine parallel zur Drehachse D verlaufende Bohrung 38 zur Aufnahme eines Führungselements 40 ausgebildet, das sich durch die Gleitscheibe 26 hindurch erstreckt und teilweise in das Kopfstück 24 hineinragt. Das Führungselement 40 ist als Metallstift ausgebildet und weist an seinem dem Pumpenkörper 16 zugewandten Ende eine federbelaste Kugel 42 auf. Die Kugel 42 ist in Längsrichtung des Führungselements 40 verschiebbar gelagert und kann entgegen der Rückstellkraft eines nicht gezeigten Federelements zumindest teilweise in das Führungselement 40 hineingeschoben werden.

[0036] Parallel versetzt zur Drehachse D ist eine Ventilbohrung 44 in dem Drehkörper 22 ausgebildet, welche eine Einlassöffnung 46 und eine Auslassöffnung 48 definiert. Im Bereich der Einlassöffnung 46 ist ein Anschlussstutzen 50 in die Ventilbohrung 44 eingesetzt, über welchen ein Ballastgas in die Ventilbohrung 44 eingeleitet werden kann. Zur Abdichtung des Anschlussstutzens 50 gegenüber dem Drehkörper 22 ist ein Dichtring 52 vorgesehen.

[0037] Die Ventilbohrung 44 erstreckt sich sowohl durch das Kopfstück 24 und die Gleitscheibe 26 des Drehkörpers 22 und setzt sich aus mehreren Bohrungsabschnitten zusammen. Ein von der Einlassöffnung 46 ausgehender, im Kopfstück 24 ausgebildeter erster Bohrungsabschnitt weist eine geringere Querschnittsfläche auf als ein sich daran anschließender, ebenfalls im Kopfstück 24 befindlicher zweiter Bohrungsabschnitt. Der zweite Bohrungsabschnitt kommuniziert mit einem sich durch die Gleitscheibe 26 hindurch erstreckenden dritten Bohrungsabschnitt, welcher in die Auslassöffnung 48 mündet. Aufgrund der unterschiedlichen Querschnittsflächen des ersten und zweiten Bohrungsabschnitts bildet die Ventilbohrung 44 im Übergang von dem ersten Bohrungsabschnitt zu dem zweiten Bohrungsabschnitt einen Ventilsitz 54 für einen in dem zweiten Bohrungsabschnitt verschiebbar gelagerten Ventilkörper 56 aus, welcher durch ein Federelement 57, hier in Form einer Schraubendruckfeder, gegen den Ventilsitz 54 gedrückt wird. Der Ventilsitz 54 und der Ventilkörper 56 bilden auf diese Weise ein Rückschlagventil 53, welches eine Rückströmung sowohl des durch den Anschlussstutzen 50 in die Ventilbohrung 44 eingeleiteten Ballastgases als auch des durch die Vakuumpumpe gepumpten Mediums verhindert.

[0038] Zur Weiterleitung des in die Ventilbohrung 44 des Drehkörpers 22 eingeleiteten Ballastgases in einen nicht gezeigten Pumpraum im Inneren des Pumpenkörpers 16 sind zwei Kanäle 58 in dem Pumpenkörper 16 ausgebildet, die jeweils einen Kanaleingang 60 und einen nicht gezeigten Kanalausgang aufweisen. Die Kanalausgänge der Kanäle 58 münden in unterschiedliche Bereiche des Pumpraums, beispielsweise in durch eine spiralförmige Wand getrennte Bereiche einer Scrollpumpe.

[0039] Zusätzlich können die Kanalausgänge unterschiedlich große Querschnittsflächen aufweisen, so dass sich durch die Kanäle 58 unterschiedliche Mengen von Ballastgas pro Zeiteinheit in den Pumpraum einleiten lassen. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist durch den ersten Kanal 58 eine geringere Menge von Ballastgas pro Zeiteinheit in den Pumpraum zuführbar als durch den zweiten Kanal 58. Jedenfalls sind die maximalen Ab-

messungen der Kanalausgänge jeweils gleich oder kleiner als die Breite eines nicht gezeigten Trennelements, das zwei Teilbereiche des Pumpraums voneinander trennt und sich im Betrieb der Vakuumpumpe 10 über einen oder beide Kanalausgänge hinweg bewegt, beispielsweise einer spiralförmigen Wand der Scrollpumpe. Die Kanäle 58 können sowohl orthogonal zur Anschlussfläche 17 des Pumpenkörpers 16 verlaufen als auch beliebig schiefwinklig, um eine vorgegebene, entfernt angeordnete Auslassöffnung 48 oder einen Kanal beginnend mit der Auslassöffnung 48 im Pumpenkörper 16 zu erreichen und damit eine Verbindung zwischen Kanaleingang 60 und Auslassöffnung 48 zu schaffen.

[0040] Die Querschnittsfläche der Auslassöffnung 48 der Ventilbohrung 44 ist an die Querschnittsfläche der Kanaleingänge 60 angepasst und wird zumindest ähnlich oder gleich, bevorzugt kleiner gewählt als die Querschnittsflächen der Kanaleingänge 60. Zusätzlich sind die Kanaleingänge 60 von Dichtringen 62 umschlossen, die in entsprechenden Nuten 64 des Pumpenkörpers 16 aufgenommen sind. Die Dichtringe 62 bilden eine Auflagefläche für den Drehkörper 22, das heißt der Dichtkörper 22 steht ausschließlich mit den Dichtringen 62 in Kontakt, nicht aber mit der Oberfläche des Pumpenkörpers 16.

[0041] Zur Verminderung der Reibung zwischen dem Drehkörper 22 und den Dichtringen 62 sind die Dichtringe 62 mit einem Trockenschmiermittel versehen. Beispielsweise können die Dichtringe 62 mit einem PTFE-Lack beschichtet sein. Die ausschließliche Verwendung von Trockenschmiermitteln wie PTFE oder MoS2 vermindert die Kontamination des Pumpraums mit Schmiermittelpartikeln, die über die Kanäle 58 in den Pumpraum gelangen könnten. Im Übrigen weisen Trockenschmiermittel im Vergleich zu Schmiermitteln wie Fett oder Öl einen geringeren Verschleiß auf und erlauben einen wartungsärmeren und kostengünstigeren Betrieb der Vakuumpumpe 10.

[0042] Weiterhin verflüchtigen bzw. verkriechen sich Trockenschmiermittel nicht so leicht wie flüssige Schmiermittel, die fortfließen, verdunsten oder verdampfen können. Dies betrifft vor allem den Betrieb der Pumpe mit hohen Gehäusetemperaturen, die die Viskosität des flüssigen Schmiermittels herabsetzen und Bestandteile mit niedrigen Siedepunkten verflüchtigen lassen kann. Eine Kombination von trockenen und flüssigen Schmiermitteln, zum Beispiel PTFE und ein Öl, kann vorteilhaft zu einer nochmals erhöhten Lebensdauer und Schmierfähigkeit führen, vor allem auch zu einer erhöhten Notlaufsicherheit für den Fall, dass eine der beiden Komponenten unerwartet oder durch nicht vorgesehene Nutzung ungeplant versagt bzw. sich verflüchtigt.

[0043] Um einer Verkippung des Drehkörpers 22 auf der aus den Dichtringen 62 gebildeten Auflagefläche entgegenzuwirken, ist zumindest ein zusätzlicher Dichtring 66 vorgesehen, der ein Blindelement ohne Verbindung zu einem Kanal 58 bildet. Durch eine zumindest annähernd symmetrische Anordnung der drei Dichtringe 62, 66 wird eine Auflagefläche geschaffen, die planparallel zu der Oberfläche des Pumpenkörpers 16 verläuft und den Drehkörper 22 während einer Drehung in einer entsprechenden planparallelen Lage hält.

[0044] Zur zusätzlichen Führung des Drehkörpers 22 während seiner Verdrehung ist an der Oberfläche des Pumpenkörpers 16 eine teilkreisförmige Führungskulisse 68 ausgebildet, in die das an dem Drehkörper 22 angebrachte Führungselement 40 eingreift, wie es in der perspektivischen Ansicht in Fig. 4 gezeigt ist. Die Führungskulisse 68 weist drei Vertiefungen 70 auf, in welche die federbelastete Kugel 42 des Führungselements 40 jeweils einrastet, wenn sich der Drehkörper 22 in einer ersten Öffnungsstellung, in welcher die Auslassöffnung 48 mit dem Eingang des ersten Kanals 58 ausgerichtet ist, in einer zweiten Öffnungsstellung, in welcher die Auslassöffnung 48 mit dem Eingang des zweiten Kanals 58 ausgerichtet ist, und in einer Verschlussstellung befindet, in welcher die Auslassöffnung 48 weder mit dem Eingang des ersten Kanals 58, noch mit dem Eingang des zweiten Kanals 58 ausgerichtet ist. Diese Rastpositionen erleichtern das Auffinden und Einstellen des korrekten Drehwinkels des Drehkörpers 22 für die Öffnungsstellungen bzw. für die Verschlussstellung.

[0045] Als weitere Einstellhilfe sind an der Haube 14 Anzeigeelemente 18, beispielsweise in Form von Beschriftungen, angebracht, die auf den einzustellenden korrekten Drehwinkel für die Öffnungsstellungen und die Verschlussstellung hinweisen. Zur Anzeige des aktuellen Drehwinkels ist der Drehkörper 22 nichtkreisförmig ausgeformt, insbesondere weist das Kopfstück 24 des Drehkörpers 22 im dargestellten Ausführungsbeispiel eine ansatzweise pfeilförmige Grundform auf, wobei die Pfeilspitze in Richtung des aktuellen Drehwinkels weist. Alternativ sind auch ovale oder andere nicht kreisförmige Ausbildungen des Drehkörpers 22 möglich, die sich einfach greifen und leicht manuell betätigen lassen. Dabei ist auch denkbar, dass an dem Drehkörper 22 zusätzliche Markierungen angebracht sind, die auf den aktuellen Drehwinkel des Drehkörpers 22 hinweisen.

[0046] Zur Einleitung von Ballastgas in den Pumpraum wird der Anschlussstutzen 50 mittels einer nicht gezeigten Verbindungsleitung mit einem ebenfalls nicht gezeigten Ballastgasbehälter verbunden und der Drehkörper 22 in die gewünschte Öffnungsstellung gedreht, bis das Führungselement 40 in die entsprechende Vertiefung 70 der Führungskulisse 68 einrastet. Durch das in die Ventilbohrung 44 strömende Ballastgas wird der Ventilkörper 56 von dem Ventilsitz 54 abgehoben, sodass das Ballastgas durch den Kanaleingang 60 in den gewählten Kanal 58 strömen und durch den Ausgang des jeweiligen Kanals 58 in den Pumpraum der Vakuumpumpe 10 gelangen kann.

[0047] Durch Verdrehung des Drehkörpers 22 aus der einen Öffnungsstellung in die andere Öffnungsstellung kann der Ort der Einleitung des Ballastgases in den Pumpraum und auch die Menge des in den Pumpraum eingeleiteten Ballastgases pro Zeiteinheit verändert wer-

den. Durch die Anordnung des Rückschlagventils 53 innerhalb des Drehkörpers 22 besteht weiterhin der Vorteil gegenüber bekannten Lösungen, dass nur ein Rückschlagventil 53 für eine beliebige Anzahl von Einleitungsstellen bzw. Kanälen 58 benötigt wird.

[0048] Dabei versteht es sich, dass, obwohl die Erfindung voranstehend anhand eines zweistufigen Ventils beschrieben wurde, Ausführungsformen denkbar sind, die zusätzlich zu den beschriebenen zwei Stufen weitere Stufen der Ballastgaszufuhr ermöglichen, indem zusätzliche Kanäle im Pumpenkörper 16 ausgebildet werden, mit deren Eingängen die Auslassöffnung 48 des Drehkörpers 22 ausgerichtet werden kann.

[0049] Weiterhin versteht es sich, dass, obwohl die Erfindung voranstehend eine solche Abdichtung nicht aufweist, ein weiteres Dichtelement so auf der Anschlussfläche 17 angeordnet sein kann, dass dieses die Auslassöffnung 48 in Verschluss- bzw. Nullstellung des Ballastgasventils 12 dicht verschließt, so dass in dieser Stellung bei bestehenden Druckunterschieden kein Ballastgas durch den zwischen Gleitscheibe 26 und Kanaleingang 60 gebildeten Spalt in die Umgebung austreten kann oder umgekehrt Umgebungsluft in die Ballastgasleitung eintreten kann.

[0050] Zuletzt versteht es sich, dass, obwohl die Erfindung voranstehend eine solche Führungskulisse 68 nicht aufweist, eine solche auch ohne Unterbrechung durchgehend ausgeführt sein kann oder dass die Vertiefungen 70 auch ohne Führungskulisse 68 direkt auf der Anschlussfläche 17 auf einem zur Drehachse D konzentrischen Kreis angeordnet sein können, so dass die federbelastete Kugel 42 in diese einrasten kann. Entsprechend kann der Drehkörper 22 beliebige Male in beliebige Richtung um die Drehachse D gedreht werden, da keine geometrische Begrenzung vorliegt.

Bezugszeichen

[0051]

10	Vakuumpumpe
12	Ballastgasventil
14	Haube
16	Pumpenkörper
17	Anschlussfläche
18	Anzeigeelement
20	Vertiefung
22	Drehkörper
24	Kopfstück
26	Gleitscheibe
28	Schraube
28a	Schulter
28b	Schraubenkopf
30	Gewindebohrung
32	Verbindungselement
34	Aufnahmebohrung
36	Bohrung
38	Bohrung
40	Führungselement
42	federbelastete Kugel
44	Ventilbohrung
46	Einlassöffnung
48	Auslassöffnung
50	Anschlussstutzen
52	Dichtring
53	Rückschlagventil
54	Ventilsitz
56	Ventilkörper
57	Federelement
58	Kanal
60	Kanaleingang
62	Dichtring
64	Nut
66	Dichtring
68	Führungskulisse
70	Vertiefung

Patentansprüche

1. Vakuumpumpe (10) mit einem Pumpenkörper (16), dessen Innenseite einen Pumpraum begrenzt und an dessen Außenseite ein Ventil (12) zur Steuerung der Zufuhr eines Ballastgases in den Pumpraum angeordnet ist, wobei das Ventil (12) eine Einlassöffnung (46) und eine Auslassöffnung (48) aufweist,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein erster und ein zweiter Kanal (58) in dem Pumpenkörper (16) ausgebildet sind, wobei der Eingang (60) jedes Kanals (58) dem Ventil (12) zugewandt ist und der Ausgang jedes Kanals (58) in den Pumpraum mündet, und
das Ventil (12) zwischen einer ersten und einer zweiten Öffnungsstellung verstellbar ist, wobei die Auslassöffnung (48) in der ersten Öffnungsstellung mit dem Eingang (60) des ersten Kanals (58) und in der zweiten Öffnungsstellung mit dem Eingang (60) des zweiten Kanals (58) ausgerichtet ist.

2. Vakuumpumpe (10) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Ventil (12) zumindest eine weitere Stellung aufweist, in welcher die Auslassöffnung (48) mit keinem der Kanaleingänge (60) ausgerichtet ist.

3. Vakuumpumpe (10) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Ventil (12) ein Rückschlagventil (53) aufweist, welches eine Rückströmung von Gasen von der Auslassöffnung (48) zur Einlassöffnung (46) verhindert.

4. Vakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der erste und zweite Kanal (58) unterschiedliche

Längen aufweisen.

5. Vakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Ausgänge des ersten und zweiten Kanals (58) unterschiedliche Querschnittsflächen aufweisen.

6. Vakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine maximale Abmessung des Ausgangs eines oder jedes Kanals (58) gleich oder kleiner ist als eine Breite eines Trennelements, das zwei Bereiche des Pumpraums voneinander trennt und sich im Betrieb der Vakuumpumpe (10) über den oder jeden Ausgang hinweg bewegt.

7. Vakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Ventil (12) einen Drehkörper (22) umfasst, der an dem Pumpenkörper (16) drehbar gelagert ist, insbesondere wobei eine Drehachse D des Drehkörpers (22) orthogonal zu einer ebenen Anschlussfläche (17) an dem Pumpenkörper (16) angeordnet ist, wobei die Kanaleingänge (60) in der Anschlussfläche (17) angeordnet sind.

8. Vakuumpumpe (10) nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Ventil (12) durch Drehung des Drehkörpers (22) zumindest zwischen der ersten und der zweiten Öffnungsstellung verstellbar ist.

9. Vakuumpumpe (10) nach Anspruch 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Eingänge (60) der Kanäle jeweils von einem Dichtelement (62), insbesondere Dichtring, umschlossen sind.

10. Vakuumpumpe (10) nach zumindest einem der Ansprüche 7 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
wenigstens drei Dichtelemente (62, 66), insbesondere Dichtringe, vorgesehen sind, welche um eine Drehachse D des Drehkörpers (22) herum verteilt, insbesondere zumindest annähernd symmetrisch, angeordnet sind.

11. Vakuumpumpe (10) nach zumindest einem der Ansprüche 7 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Drehkörper (22) an seiner dem Pumpenkörper (16) zugewandten Unterseite und/oder die Dichteelemente (62, 66) zumindest auf ihrer dem Drehkörper (22) zugewandten Seite mit einem Trockenschmiermittel versehen sind bzw. ist.

12. Vakuumpumpe (10) nach zumindest einem der Ansprüche 7 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Drehkörper (22) eine Spannvorrichtung (28) aufweist, um den Drehkörper (22), insbesondere entlang seiner Drehachse D, gegen den Pumpenkörper (16) vorzuspannen.

13. Vakuumpumpe (10) nach zumindest einem der Ansprüche 7 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Pumpenkörper (16) eine teilkreisförmige Führungskulisse (68) ausbildet und der Drehkörper (22) mit einem Führungselement (40) versehen ist, das aus der dem Pumpenkörper (16) zugewandten Unterseite des Drehkörpers (22) herausragt und in der Führungskulisse (68) des Pumpenkörpers (16) geführt ist.

14. Vakuumpumpe (10) nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Führungselement (40) einen federbelasteten Kugelkörper (42) aufweist, der in die Führungskulisse (68) eingreift, wobei die Führungskulisse (68) Vertiefungen (70) an den der zumindest ersten und zweiten Öffnungsstellung entsprechenden Positionen aufweist.

15. Vakuumpumpe (10) nach zumindest einem der Ansprüche 7 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, dass
an einer Außenseite des Pumpenkörpers (16) Beschriftungen (18) angebracht sind, die den korrekten Drehwinkel des Drehkörpers (22) für die zumindest erste oder zweite Öffnungsstellung anzeigen, und/oder der Drehkörper (22) einen nichtkreisförmigen Querschnitt aufweist, insbesondere einen richtungsanzeigenden Querschnitt.

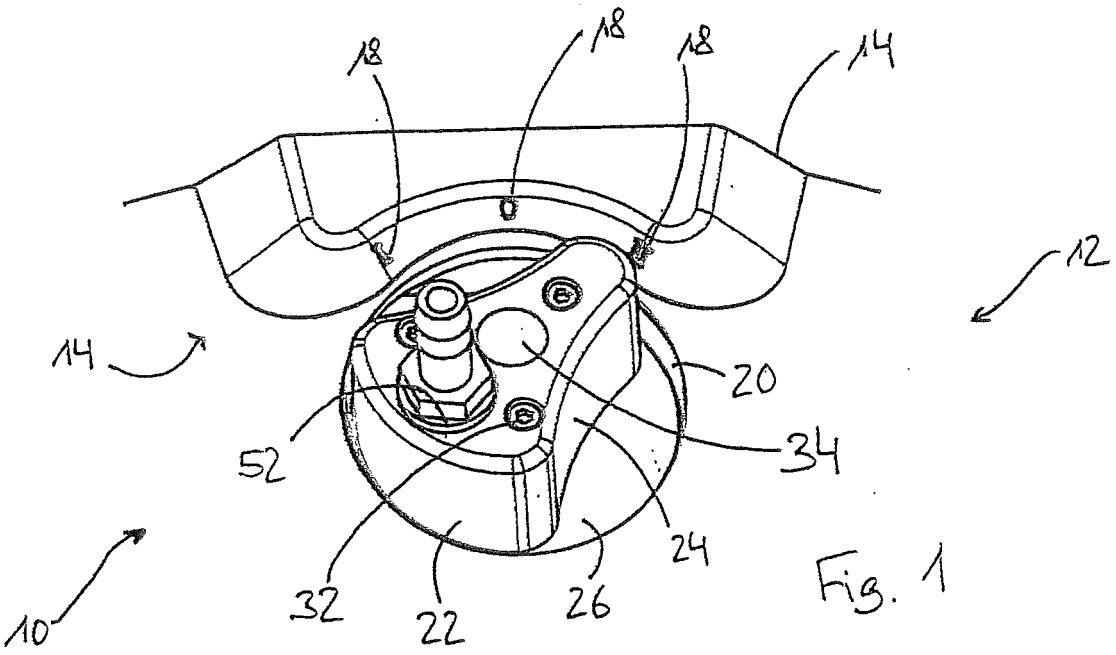

18
18
18
14
12
14
20
52
34
24
32
22
26
10

Fig. 1

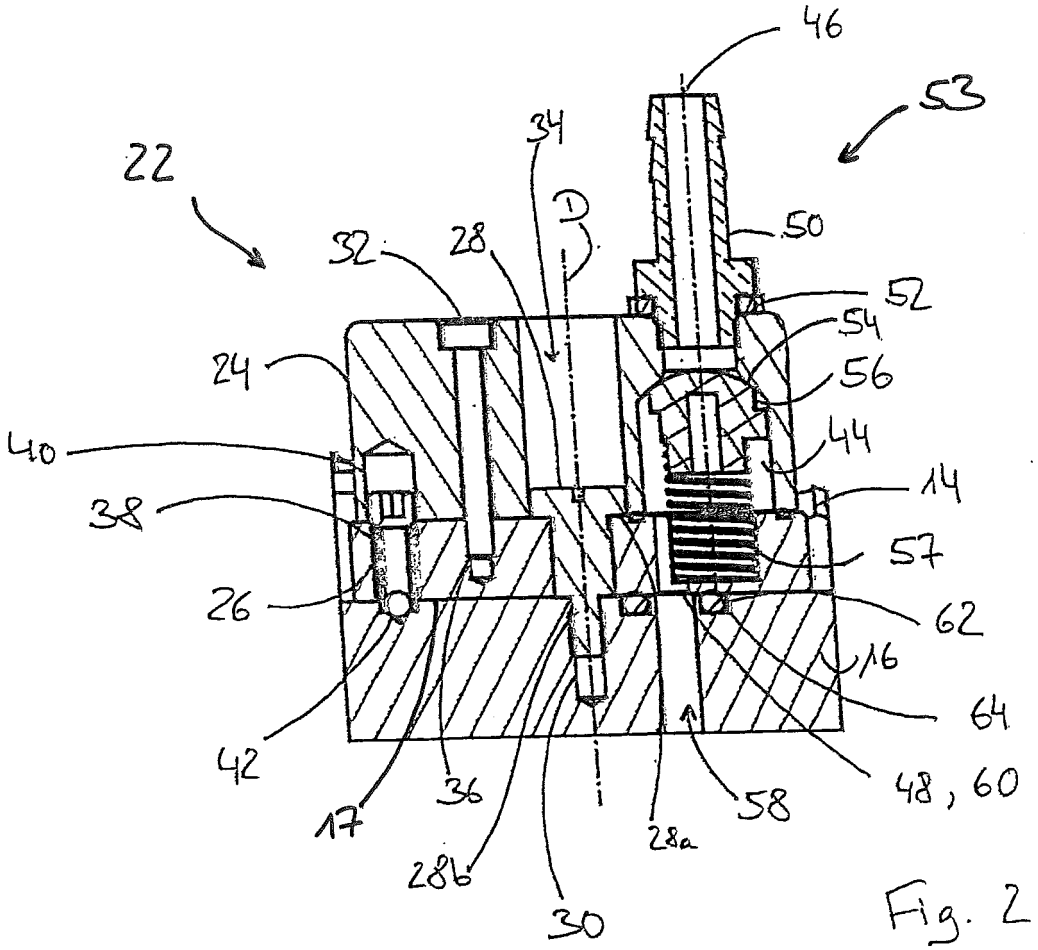

46
53
34
22
32
28
50
52
54
24
56
40
44
38
14
57
26
62
16
64
42
36
17
286
30
28a
58
48, 60

Fig. 2

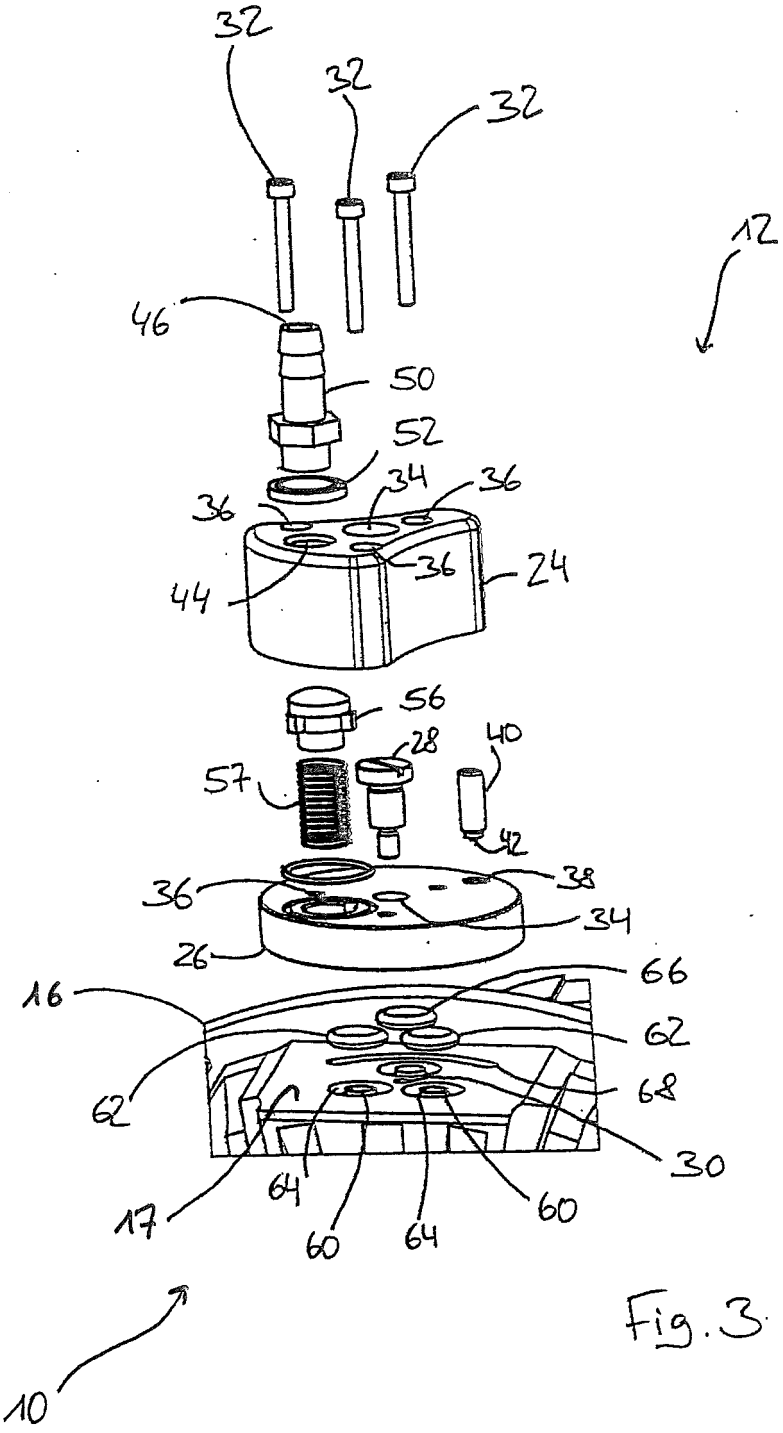

32
32
32
12
46
50
52
34
36
36
36
24
44
56
28
40
57
42
36
38
34
26
66
16
62
62
68
30
64
60
64
60
17
10

Fig. 3

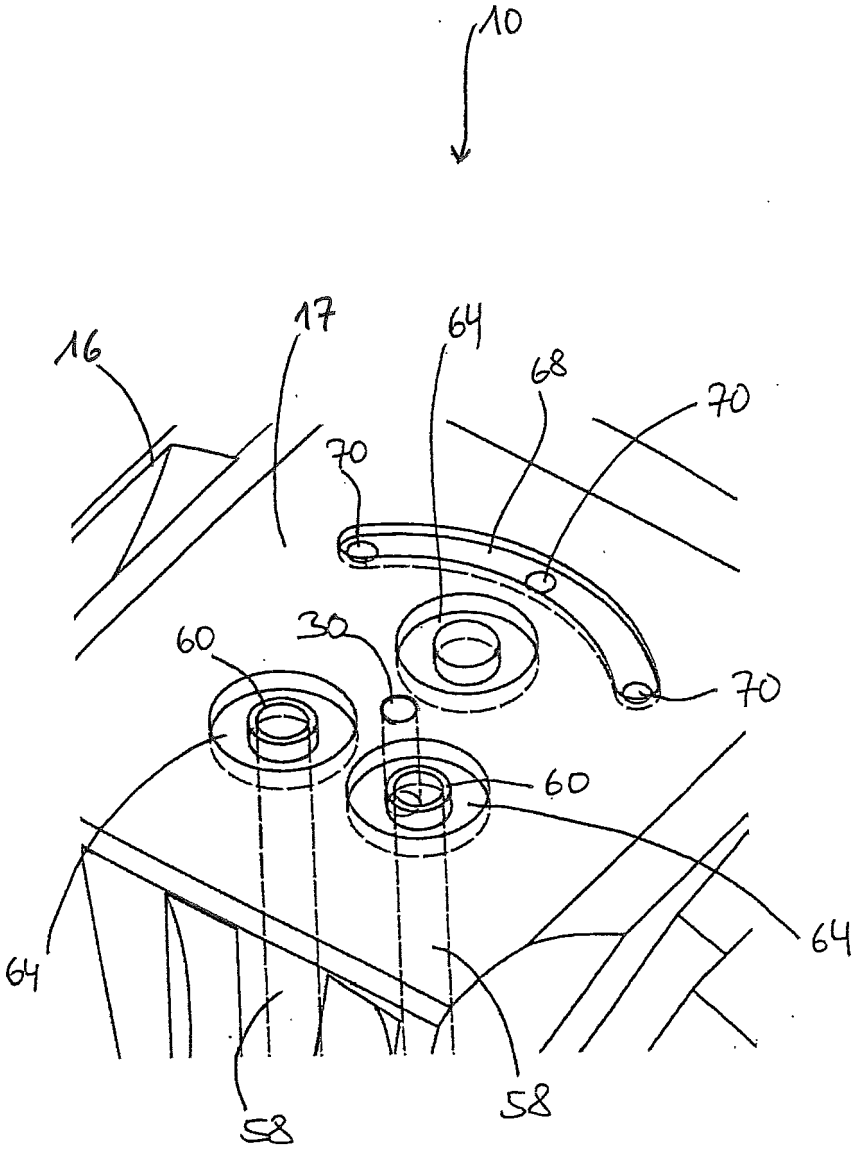


Fig. 4

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 17 20 1444

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	DE 951 884 C (LEYBOLDS NACHFOLGER E) 8. November 1956 (1956-11-08) * das ganze Dokument * -----	1-15	INV. F04C25/02 F04C28/24 F04C29/12
A	GB 2 196 696 A (UTILE ENGINEERING CO LIMITED) 5. Mai 1988 (1988-05-05) * das ganze Dokument * * Abbildungen 3,6,7 * * Seite 3, Zeile 4 - Zeile 9 * * Seite 3, Zeile 43 - Seite 4, Zeile 3 * -----	1-15	F04B39/10 F04B39/12

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)

F04C
F04B

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München	23. April 2018	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 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 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 17 20 1444

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.

23-04-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 951884 C	08-11-1956	KEINE	
GB 2196696 A	05-05-1988	GB 2196696 A	05-05-1988
		US 4826407 A	02-05-1989

EPO FORM P0461

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