

(19)



(11)

EP 3 676 496 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
05.10.2022 Patentblatt 2022/40

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F04C 19/00 ^(2006.01) **F01C 21/08** ^(2006.01)
F04C 29/12 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18772737.5**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F04C 19/00; F01C 21/08; F04C 19/005;
F04C 29/12

(22) Anmeldetag: **29.08.2018**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2018/073206

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2019/043044 (07.03.2019 Gazette 2019/10)

(54) **FLÜSSIGKEITSRINGPUMPE**

LIQUID RING PUMP

POMPE À ANNEAU LIQUIDE

(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

(30) Priorität: **29.08.2017 DE 102017215080**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.07.2020 Patentblatt 2020/28

(73) Patentinhaber: **HYDROGENIOUS LOHC**
TECHNOLOGIES GMBH
91058 Erlangen (DE)

(72) Erfinder:
• **HERRMANN, Bernhard**
90408 Nürnberg (DE)
• **SCHLÜCKER, Eberhard**
74182 Obersulm (DE)

(74) Vertreter: **Zeitler Volpert Kandlbinder**
Patentanwälte Partnerschaft mbB
Herrnstrasse 44
80539 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 889 242 WO-A1-03/102423
DE-A1- 2 309 474 DE-C- 648 731
US-A- 2 201 575

EP 3 676 496 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 Flüssigkeitsringpumpe, die beispielsweise zur Förderung von Gasen oder der Erzeugung eines Vakuums dient.

[0002] Flüssigkeitsringpumpen dienen üblicherweise zur Förderung von gasförmigen Medien und umfassen dabei meist ein näherungsweise kreiszylindrisches Pumpengehäuse, in dem exzentrisch ein Pumpenrad rotierbar angeordnet ist. Bei dem Pumpenrad handelt es sich üblicherweise um ein im Querschnitt gesehen etwa sternförmiges Schaufelrad. In dem Pumpengehäuse ist außerdem eine Pumpenflüssigkeit (auch als "Ringflüssigkeit" bezeichnet) angeordnet. Diese wird durch Rotation des Pumpenrads in Umfangsrichtung des Pumpenrads innerhalb des Pumpengehäuses umgewälzt und bildet bei hinreichender Drehzahl des Pumpenrads fliehkraftbedingt einen Flüssigkeitsring entlang des Innenumfangs des Pumpengehäuses aus. Aufgrund der Exzentrizität des Pumpenrads tauchen dabei erkanntermaßen die einzelnen Schaufeln in Umgangsrichtung unterschiedlich tief in die Ringflüssigkeit, konkret den Flüssigkeitsring, ein. Das im Betrieb der Flüssigkeitsringpumpe zwischen den einzelnen Schaufeln stehende Gas wird somit bei Rotation des Pumpenrads wegen des immer tieferen Eintauchens der Schaufeln in den Flüssigkeitsring in den Zwischenräumen zwischen den Leitschaufeln komprimiert und/oder aus diesen verdrängt. Dieser Kompressions- bzw. Verdrängungseffekt wird durch eine geeignete Gestaltung des Pumpengehäuses genutzt, um das Gas durch eine zugeordnete Gehäuseöffnung aus dem jeweiligen Zwischenraum zu fördern.

[0003] Da das Pumpenrad gegenüber dem Pumpengehäuse mittels der Pumpenflüssigkeit abgedichtet ist und somit kaum oder keine aneinander abgleitenden Bauteile vorhanden sind, kann eine Funkenbildung im Betrieb der Flüssigkeitsringpumpe effektiv unterbunden und somit auch explosionsgefährdete Gase vergleichsweise sicher gefördert werden. Des Weiteren dient die Pumpenflüssigkeit auch als Kühlmedium und nimmt insbesondere die bei der Kompression der Gase anfallende Wärmeenergie auf. Auch dies ist wiederum vorteilhaft bei der Förderung von wärmeempfindlichen Gasen.

[0004] Nachteilig an Flüssigkeitsringpumpen ist allerdings, dass der Dampfdruck(-wert) der Ringflüssigkeit den erreichbaren Saugdruck (konkret dessen Wert) begrenzt. Zudem kommt es insbesondere aufgrund von dynamischen Strömungsvorgängen im Pumpengehäuse, insbesondere aufgrund stoßhafter Druckentlastungen, unter anderem zur Bildung eines Flüssigkeits-Gasgemisches, das aus dem jeweiligen Zwischenraum gefördert wird, was zusätzlich zur Begrenzung des erreichbaren Saugdruckwerts beiträgt, sowie je nach Druckunterschied zu Verpuffungen aus dem jeweiligen Zwischenraum heraus oder in den jeweiligen Zwischenraum hinein. Für Wasser als Ringflüssigkeit liegt der erreichbare Saugdruck(-wert) deshalb bei etwa 30 mbar. Die Verpuffungen führen außerdem zu einer vergleichsweise star-

ken Geräuschentwicklung, die einen Betrieb der Flüssigkeitsringpumpen insbesondere in Labors unattraktiv macht.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Flüssigkeitsringpumpe anzugeben.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Flüssigkeitsringpumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Weitere vorteilhafte und teils für sich erfinderische Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung dargelegt.

[0007] Die Flüssigkeitsringpumpe umfasst ein eine Pumpenkammer umgebendes Pumpengehäuse, wobei in die Pumpenkammer im bestimmungsgemäßen Betriebszustand eine Pumpenflüssigkeit, im Folgenden auch als Ringflüssigkeit bezeichnet, gefüllt ist. Des Weiteren umfasst die Flüssigkeitsringpumpe ein Pumpenrad, das innerhalb der Pumpenkammer angeordnet und um eine Drehachse rotierbar ist. Das Pumpenrad dient dabei zur Förderung eines gasförmigen Arbeitsmediums. Das Pumpenrad weist dabei an seinem Außenumfang eine Anzahl von zumindest in Umfangsrichtung voneinander separierten Förderkammern auf. Vorzugsweise sind die Förderkammern dabei von insbesondere radial zur Drehachse oder in Umfangsrichtung geneigt verlaufenden Zwischenwänden voneinander getrennt. Das Pumpenrad weist ferner jeweils eine einer jeden Förderkammer zugeordnete und lokal in eine die jeweilige Förderkammer radial innenseitig begrenzende Bodenwand des Pumpenrads eingebrachte Austrittsöffnung zur fluidischen Verbindung der jeweiligen Förderkammer mit einem Druckbereich (auch: "Hochdruckbereich") der Pumpenkammer auf. Die Bodenwand ist dabei in jeder Förderkammer entlang der Drehachse (d. h. in Achsrichtung gesehen) beidseitig zur Austrittsöffnung zumindest abschnittsweise zur Drehachse (und vorzugsweise auch zur Radialrichtung) geneigt und verläuft (von beiden Seiten) in Richtung auf die Austrittsöffnung. Die Austrittsöffnung ist hierbei jeweils an einer Stelle der jeweiligen Förderkammer angeordnet, die den kleinsten radialen Abstand zur Drehachse aufweist.

[0008] Unter dem Begriff "lokal" wird hier und im Folgenden insbesondere verstanden, dass die Austrittsöffnung klein im Vergleich zur flächigen Erstreckung (beispielsweise entlang der Achsrichtung) der Bodenwand und somit auch der Förderkammer ist. Mit anderen Worten beschreibt der Begriff "lokal", dass sich die Austrittsöffnung insbesondere nicht über die gesamte entlang der Achsrichtung verlaufende Fläche der jeweiligen Förderkammer erstreckt.

[0009] Bevorzugt ist die Austrittsöffnung außerdem in Achsrichtung gesehen mittig in der Bodenwand der Förderkammer angeordnet.

[0010] Unter dem Begriff "geneigt" wird hier und im Folgenden insbesondere verstanden, dass die Bodenwand (zumindest abschnittsweise) schräg zur Drehachse ange stellt oder - in einem Schnitt entlang der Drehachse gesehen - einen gebogenen Verlauf aufweist (und somit

lokal schräg angestellt ist).

[0011] Die Austrittsöffnung ist erfindungsgemäß also derart in der jeweiligen Förderkammer angeordnet, dass - bei Rotation des Pumpenrads, das exzentrisch zum Pumpengehäuse positioniert ist, und somit bei zunehmendem Eintauchen der entsprechenden Förderkammer in die Ringflüssigkeit, insbesondere in einen durch die Ringflüssigkeit gebildeten Flüssigkeitsring - zunächst das zu fördernde Arbeitsmedium (insbesondere ein Gas) und danach eine vorzugsweise geringfügige, insbesondere einstellbare Menge Ringflüssigkeit in die Austrittsöffnung eintritt. Somit kann vorteilhafterweise ermöglicht werden, dass das zu fördernde Arbeitsmedium möglichst vollständig von der nachströmenden Ringflüssigkeit aus der jeweiligen Förderkammer ausgetrieben wird. Durch die beidseitig zur Austrittsöffnung geneigt auf diese zulaufende Bodenwand der jeweiligen Förderkammer wird außerdem eine strömungsgünstige Kammerform ermöglicht, die ein zur Gemischbildung (insbesondere zur Schaumbildung) beitragendes (wellenartiges) Anschlagen der Ringflüssigkeit an der Bodenwand verhindert oder zumindest abmindert, und vielmehr eine gerichtete Strömung in Richtung auf die Austrittsöffnung unterstützt. Insbesondere wird durch die geneigt auf die Austrittsöffnung zulaufende Bodenwand auch erreicht, dass die Ringflüssigkeit das zu fördernde Arbeitsmedium vor sich her in Richtung auf die Austrittsöffnung "schiebt" und das Risiko einer Durchmischung der Ringflüssigkeit und des Arbeitsmediums verringert wird.

[0012] Aufgrund der vorstehend beschriebenen Strömungsführung der Ringflüssigkeit und der dadurch erreichten Verringerung einer Gemischbildung können Saugdrücke erreicht werden, die besonders nahe an den Wertebereich des jeweiligen Dampfdrucks der Ringflüssigkeit heranreichen.

[0013] In einer besonders zweckmäßigen Ausführung ist das Pumpenrad derart exzentrisch in der Pumpenkammer angeordnet (sowie diese vorzugsweise auch derart mit Ringflüssigkeit befüllt), dass ein sich im bestimmungsgemäßen Betrieb durch die Pumpenflüssigkeit bildender Flüssigkeitsring insbesondere im Druckbereich der Pumpenkammer zumindest eine der Förderkammern (insbesondere die "letzte" oder auch die das Arbeitsmedium ausstoßende) in Radialrichtung (innen-seitig) vollständig überdeckt. Das heißt, dass das Pumpenrad im Bereich dieser Förderkammer (d. h. im Druckbereich) insbesondere derart tief in den Flüssigkeitsring eintaucht, dass vorzugsweise die Bodenwand dieser Förderkammer ebenfalls in den Flüssigkeitsring eintaucht. Besonders bevorzugt steht dabei auch die jeweilige Austrittsöffnung zumindest abschnittsweise unterhalb des "Pegels" des Flüssigkeitsrings. Dadurch wird auf besonders einfache Weise erreicht, dass das in dieser Förderkammer stehende und komprimierte Arbeitsmedium vollständig aus dieser Förderkammer ausgeschoben wird.

[0014] Vorzugsweise ist die jeweilige Austrittsöffnung dabei derart angeordnet und ausgebildet, dass (vorzugsweise in Kombination mit der vorstehend beschriebenen

gewählten Exzentrizität und dem Füllstand der Ringflüssigkeit) im bestimmungsgemäßen Betrieb nach dem Ausstoßen des Arbeitsmediums auch ein zumindest geringfügiger Anteil der durch die Förderkammer strömenden Ringflüssigkeit ebenfalls ausgestoßen wird. Somit wird auf einfache Weise eine "restlose" Förderung des Arbeitsmediums aus der jeweiligen Förderkammer ermöglicht.

[0015] In einer bevorzugten Ausführung ist jede Förderkammer symmetrisch zu einer Radialebene des Pumpenrads, die in diesem Fall zumindest abschnittsweise eine Spiegelfläche darstellt, ausgebildet. Die Austrittsöffnung ist in diesem Fall vorteilhafterweise in der Spiegelfläche, zumindest diese Spiegelfläche touchierend angeordnet. Durch eine derartige, symmetrische Ausbildung der Förderkammer kann die Ringflüssigkeit ebenso symmetrisch und damit vergleichsweise geordnet in der jeweiligen Förderkammer strömen. Aufgrund der symmetrischen Ausbildung der Förderkammer wird in Verbindung mit dem geneigten Verlauf der Bodenwand insbesondere ermöglicht, dass - bei Rotation des Pumpenrads - die Geschwindigkeit der radial nach innen strömenden Ringflüssigkeit näherungsweise linear zunimmt. Dadurch kann die Ringflüssigkeit besonders geordnet und unter möglichst vollständiger Vermeidung von Gemischbildung in Richtung auf die Austrittsöffnung fließen. Die Austrittsöffnung liegt dabei am ("geodätisch") tiefsten Punkt - d. h. an dem Punkt mit dem geringsten radialen Abstand zur Drehachse - der Förderkammer.

[0016] In einer weiteren bevorzugten Ausführung, insbesondere in Kombination mit der vorstehend beschriebenen, symmetrischen Ausbildung der Förderkammer, ist die geneigt verlaufende Bodenwand entlang der Drehachse im Wesentlichen (d. h. exakt oder näherungsweise) U- oder V-artig ausgebildet. Wie bereits vorstehend beschrieben ist die Austrittsöffnung dabei insbesondere am tiefsten Punkt des U's oder des V's angeordnet. Die Bodenwand verläuft somit beidseitig zur Spiegelfläche gewölbt (im Falle des U's) oder geradlinig schräg ("trichterartig"; im Falle des V's) auf die Austrittsöffnung zu.

[0017] In einer zweckmäßigen Ausführung ist jede Förderkammer stirnseitig (d. h. in Achsrichtung) durch wenigstens eine Seitenwand (auch als Front- oder Stirnwand bezeichnet), vorzugsweise durch jeweils eine Seitenwand begrenzt. Die oder die jeweilige Seitenwand schließt dabei vorzugsweise an die Bodenwand an. In Umfangsrichtung sind die einzelnen Förderkammern durch die vorstehend beschriebenen Zwischenwände voneinander abgegrenzt. Die Seitenwände verlaufen vorzugsweise in Radialrichtung. Die Seitenwände dienen dabei zur Abgrenzung der jeweiligen Förderkammer gegenüber der Pumpenkammer. Optional sind beide Seitenwände oder wenigstens eine der beiden Seitenwände integral (d. h. monolithisch) aus einem zumindest die Bodenwand der Förderkammern bildenden Pumpenradkörper ausgeformt. Die andere Seitenwand oder alternativ auch beide Seitenwände sind optional als "Seitenschilde" oder "Deckplatten" ausgebildet und auf den

Pumpenradkörper aufgesetzt.

[0018] Erfindungsgemäß weist das Pumpenrad für jede Förderkammer jeweils eine lokal in eine der die Förderkammer begrenzenden Wände, insbesondere in die Bodenwand oder die Seitenwand bzw. eine der Seitenwände eingebrachte Einströmöffnung zur fluidischen Verbindung der jeweiligen Förderkammer mit einem Saugbereich (oder "Niederdruckbereich") der Pumpenkammer auf. D. h. im Betrieb der Flüssigkeitsringpumpe strömt durch diese Einströmöffnung das zu fördernde Arbeitsmedium in die jeweilige Förderkammer ein.

[0019] Bei weiterem Drehen des Pumpenrads wird diese Förderkammer, insbesondere diese Einströmöffnung beispielsweise durch die Ringflüssigkeit verdeckt, so dass ein Ausströmen des Arbeitsmediums aus der entsprechenden Förderkammer durch eben diese Einströmöffnung verhindert ist. Alternativ kann insbesondere für den Fall, dass das Pumpenrad an zumindest einer Stelle seines Umfangs nicht in den Flüssigkeitsring eintaucht, das zu fördernde Arbeitsmedium auch über die vorzugsweise am (Außen-)Umfang des Pumpenrads offen stehende Förderkammer in diese einströmen. Alternativ oder zusätzlich kann das zu fördernde Arbeitsmedium auch bei Fehlen einer oder beider Seitenwände und/oder entsprechend verkürzter radialer Erstreckung wenigstens einer der Seitenwände auch ohne spezifisch ausgebildete Einströmöffnung in die jeweilige Förderkammer einströmen.

[0020] Insbesondere um zu verhindern, dass aus dem Hochdruckbereich der Pumpenkammer Arbeitsmedium und/oder Ringflüssigkeit (insbesondere durch die Austrittsöffnung) in die jeweilige Förderkammer zurückströmt, ist in einer vorteilhaften Ausführung innerhalb der jeweiligen Austrittsöffnung ein vorzugsweise die Förderkammer (insbesondere austrittsseitig) begrenzendes Rückschlagventil angeordnet. Dieses Rückschlagventil ist dabei in Austrittsrichtung aus der jeweiligen Förderkammer öffnend und entgegen der Austrittsrichtung dichtend ausgeführt. Vorteilhafterweise ist das in der Austrittsöffnung angeordnete Rückschlagventil (auch als "Austritts-Ventil" bezeichnet) außerdem auch dazu eingerichtet, erst ab einem vorgegebenen Wert eines Förderdrucks (oder: Kompressionsdrucks) innerhalb der Förderkammer zu öffnen. Dadurch ist es möglich, eine Druckdifferenz zwischen Saugbereich und Druckbereich in der Pumpenkammer gezielt vorzugeben (einzustellen). Außerdem können durch ein solches Rückschlagventil Verpuffungseffekte aus der Förderkammer heraus oder in diese zurück vermieden oder zumindest signifikant verringert werden. Dadurch kann vorteilhafterweise die Geräuschentwicklung der Flüssigkeitsringpumpe im Betrieb verringert werden. Um einen besonders hohen Wirkungsgrad der Flüssigkeitsringpumpe im Betrieb (beispielsweise bei der Nutzung der Flüssigkeitsringpumpe zur Förderung des Arbeitsmediums in einen unter einem gegenüber Atmosphärendruck erhöhtem Druckwert stehenden Raum) zu ermöglichen, ist das in der jeweiligen Austrittsöffnung verbaute Austritts-Ventil auf

einen möglichst niedrigen Druckverlust(-wert) ausgelegt. Des Weiteren weist das Austritts-Ventil vorzugsweise auch eine hohe Dichtwirkung auf. Vorzugsweise ist das jeweilige Austritts-Ventil derart in dem Pumpenrad montiert, dass dessen Schließfunktion im Betrieb der Flüssigkeitsringpumpe durch die (aufgrund der Drehung des Pumpenrads auftretende) Fliehkraft bewirkt, zumindest aber unterstützt wird. Optional entfallen in diesem Fall Ventiltfedern oder vergleichbare Mittel zum Schließen des jeweiligen Austritts-Ventils.

[0021] In einer weiteren zweckmäßigen Ausführung ist - vorzugsweise zusätzlich zu dem in der Austrittsöffnung angeordneten Rückschlagventil - innerhalb der Einströmöffnung ein vorzugsweise die Förderkammer (insbesondere einströmseitig) begrenzendes Rückschlagventil angeordnet. Dieses ist derart ausgeführt, dass ein Rückströmen des Arbeitsmediums (sowie gegebenenfalls auch der Ringflüssigkeit) aus der Förderkammer in den Saugbereich der Pumpenkammer unterbunden wird. Mittels dieses "Einström-Ventils" kann somit vorteilhafterweise die "Beladung" (d. h. das Befüllen) der Förderkammer mit Arbeitsmedium gesteuert werden. Insbesondere bei Kombination des Einström-Ventils und des Austritts-Ventils ist somit eine besonders präzise Steuerung der Be- und Entladung der jeweiligen Förderkammer vorzugsweise rein druckabhängig möglich. Zudem werden Verpuffungen entgegen der jeweiligen Wirkrichtung der Ventile effektiv unterbunden. Die Geräuschentwicklung der Flüssigkeitsringpumpe im Betrieb wird somit weiter gesenkt. Zudem kann eine speziell geformte Steuerscheibe, über die das Ein- und/oder Ausströmen aus der jeweiligen Förderkammer mittels einer speziell geformten Öffnung gesteuert wird, entfallen. Des Weiteren ist, insbesondere da bei der Kombination von beiden Rückschlagventilen getrennte Strömungsräume und somit auch voneinander getrennte Druckbereiche innerhalb der Pumpenkammer vorliegen, die Nutzung der Flüssigkeitsringpumpe als Kompressor möglich. Auch das jeweilige Einström-Ventil ist zur Erhöhung des Wirkungsgrades vorteilhafterweise auf einen möglichst niedrigen Druckverlust(-wert) ausgelegt. Ferner ist das jeweilige Einström-Ventil in einer optionalen Variante (vergleichbar zu dem Austritts-Ventil) derart in dem Pumpenrad montiert, dass dessen Funktion durch die Fliehkraft unterstützt wird. Insbesondere ist das jeweilige Einström-Ventil hierbei derart verbaut, dass ein Öffnen des Einström-Ventils in Einströmrichtung durch die Fliehkraft unterstützt wird.

[0022] Die Einström-Ventile und optional auch die Austritts-Ventile sind vorzugsweise als Membranventile ausgebildet. In einer weiteren optionalen Ausgestaltung sind die Einström-Ventile und/oder die Austritts-Ventile durch Klappen, druckgesteuerte Ventile (bspw. durch ein Druckverfahren hergestellte Ventile) oder dergleichen ausgebildet.

[0023] Erfindungsgemäß münden die Austrittsöffnungen der Förderkammern in eine (vorzugsweise gemeinsame) an dem Pumpenrad (insbesondere austrittsseitig)

angeordnete Austrittskammer. Diese Austrittskammer ist dabei vorzugsweise zur fliehkraftbedingten Trennung des Arbeitsmediums von der Ringflüssigkeit ausgebildet. Das heißt, dass die Austrittskammer zur Trennung ("Separation") von Gasen und Flüssigkeiten eingerichtet ist. Insbesondere weist die Austrittskammer hierzu eine parallel oder vorzugsweise schräg zur Drehachse verlaufende Außenwand und somit in letzterem Fall näherungsweise eine hohlkonische Form auf. Diese Außenwand rotiert im bestimmungsgemäßen Betrieb der Flüssigkeitsringpumpe mit dem Pumpenrad mit, sodass aufgrund der Zentrifugalwirkung die Ringflüssigkeit sich an der Außenwand niederschlagen und entlang dieser, insbesondere deren schrägen Verlaufs abfließen kann. Die hierbei abgetrennte Ringflüssigkeit wird vorzugsweise (unmittelbar oder mittelbar über ein Reservoir) wieder dem Flüssigkeitsring zugeführt, sodass dieser im bestimmungsgemäßen Betrieb zumindest nicht kontinuierlich verkleinert wird. Im Rahmen der vorstehend beschriebenen eigenständigen Erfindung kann die oder die jeweilige Austrittskammer aber auch entfallen.

[0024] In einer zweckmäßigen Ausgestaltung weist das vorstehend beschriebene Reservoir auch eine Kühleinrichtung auf, mittels derer im bestimmungsgemäßen Betrieb die abgetrennte Ringflüssigkeit vor der Rückführung zum Flüssigkeitsring abgekühlt wird.

[0025] In einer optional zusätzlichen Ausführung sind in der Austrittskammer Mittel zur Unterstützung der Trennung des Arbeitsmediums von der Ringflüssigkeit angeordnet. Bei diesen Mitteln handelt es sich bspw. um Leitschaufeln oder um insbesondere radial ausgerichtete Leitscheiben, die die fliehkraftbedingte Trennung bspw. durch gezielte Lenkung insbesondere der Ringflüssigkeit fördern. Dadurch ist es auf besonders einfache Weise möglich, für eine möglichst vollständige Entleerung des Arbeitsmediums aus der jeweiligen Förderkammer eine hinreichend große Menge an Ringflüssigkeit mit durch die Austrittsöffnung zu fördern, aber einen Verlust von Ringflüssigkeit aufgrund von Vermischung mit dem ausgestoßenen Arbeitsmedium auf ein hinreichend geringes Maß zu verringern. Vorteilhafterweise kann dadurch außerdem eine der Flüssigkeitsringpumpe (druckseitig) nachgeschaltete Vorrichtung zur Trennung des Arbeitsmediums von der Ringflüssigkeit entfallen oder zumindest vereinfacht werden. Vorzugsweise ist die vorstehend beschriebene Außenwand der Austrittskammer und eine optional zur Abführung der abgeschiedenen Ringflüssigkeit dienende Abflussvorrichtung (oder: "Flüssigkeitsableitung") derart angeordnet, dass die Ringflüssigkeit im Betrieb über einen Spalt zwischen dem Pumpenrad und dem Pumpengehäuse geführt wird und dadurch als eine Gassperre eine Abdichtung des Spaltes bewirkt.

[0026] In einer insbesondere zur den vorstehend beschriebenen Austritts-Ventilen alternativen Ausführung umfasst die Flüssigkeitsringpumpe einen Steuerring, der gegenüber dem Pumpenrad verdrehbar ist und im bestimmungsgemäßen Betrieb vorzugsweise grundsätzlich stationär gegenüber dem Pumpenrad angeordnet ist.

Dieser Steuerring verschließt eine Vielzahl der Austrittsöffnungen des Pumpenrads ausgangsseitig abschnittsweise gegen das Pumpenrad. Insbesondere ist zumindest eine der Austrittsöffnungen - nämlich vorzugsweise die ausstoßende Austrittsöffnung oder zusätzlich auch eine Anzahl der der ausstoßenden Austrittsöffnung in Rotationsrichtung des Pumpenrads nacheilenden Austrittsöffnungen - zum Ausströmen des Arbeitsmediums geöffnet. Zur Einstellung des Druckverhältnisses zwischen Saug- und Druckbereich der Pumpenkammer kann der Steuerring verstellt werden, so dass dieser eine unterschiedliche Anzahl an Austrittsöffnungen frei gibt. Je größer die Anzahl an geöffneten Austrittsöffnungen ist, desto geringer ist dabei das Druckverhältnis. Vorzugsweise umfasst die Flüssigkeitsringpumpe in diesem Fall auch eine Stellvorrichtung zur Verstellung dieses Steuerrings. Beispielsweise umfasst der Steuerring zur Verstellung der freigegebenen Anzahl der Austrittsöffnungen zwei gegeneinander verdrehbare und übereinander liegende Teilringe mit Bohrungen, die eine (durch Verdrehen der Teilringe gegeneinander) größenverstellbare Durchgangsöffnung bilden. Alternativ kann der (insbesondere Bohrungen tragende) Steuerring (oder auch nur Ringsektoren dessen) auch radial oder axial verschoben werden, um eine unterschiedliche Anzahl von Austrittsöffnungen freizugeben. Beispielsweise weist der Steuerring dabei auch unterschiedlich große Bohrungen auf.

[0027] In einer optionalen Weiterbildung zu dem vorstehend beschriebenen Steuerring umfasst die Flüssigkeitsringpumpe zusätzlich zu diesem Steuerring Mittel zur Drosselung des Saugstroms. Bspw. ist dazu eingangsseitig zur Pumpenkammer eine Drossel, insbesondere ein Drosselventil zur Verringerung des im Saugbereich der Pumpenkammer vorliegenden Druckwerts angeordnet. Damit kann auch der in der Förderkammer im Druckbereich der Pumpenkammer erreichbare Förderdruckwert eingestellt, insbesondere gesenkt werden, wodurch vorteilhafterweise Verpuffungseffekte aus der jeweiligen Förderkammer heraus verringert oder vermieden werden können.

[0028] In einer besonders zweckmäßigen Ausführung kommt als Ringflüssigkeit ein Poly-Alpha-Olefin zum Einsatz. Ein Poly-Alpha-Olefin weist als (Ring-)Flüssigkeit vorteilhafterweise einen gegenüber Wasser deutlich (insbesondere um ein Vielfaches, bspw. wenigstens das Zehnfache) geringeren Dampfdruckwert auf, sodass Saugdruckwerte auch im Bereich unter 1 mbar ermöglicht werden. Somit ist es vorteilhafterweise möglich, die vorstehend beschriebene Flüssigkeitsringpumpe auch für den sogenannten Feinvakuumbereich einzusetzen. Außerdem kann das Poly-Alpha-Olefin auch schmierend wirken und/oder aufgrund seiner vergleichsweise hohen Viskosität zu einer Abdichtung von Spalten zwischen Bauteilen beitragen.

[0029] Die Konjunktion "und/oder" ist hier und im Folgenden derart zu verstehen, dass die mittels dieser Konjunktion verknüpften Merkmale sowohl gemeinsam als

auch als Alternativen zueinander ausgebildet sein können.

[0030] Die Erfindung wird nachfolgend anhand mehrerer Ausführungsbeispiele in einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

- Fig. 1 in einer schematischen Darstellung eine Flüssigkeitsringpumpe mit Blick auf eine Stirnseite eines Pumpenrads bei geöffnetem Pumpengehäuse,
 Fig. 2 und 3 in einer schematischen Schnittdarstellung II-II gemäß Fig. 1 jeweils ein alternatives Ausführungsbeispiel des Pumpenrads,
 Fig. 4 in Ansicht gemäß Fig. 1 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Flüssigkeitsringpumpe, und
 Fig. 5 bis 7 in Ansicht gemäß Fig. 2 jeweils wiederum ein alternatives Ausführungsbeispiel des Pumpenrads.

[0031] Einander entsprechende Teile und Größen sind in allen Figuren stets mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0032] In Fig. 1 ist eine Flüssigkeitsringpumpe 1 schematisch dargestellt. Die Flüssigkeitsringpumpe 1 umfasst ein Pumpengehäuse 2 (schematisch als Hohlzylinder dargestellt), das einen als Pumpenkammer 3 bezeichneten Innenraum umschließt. Die Flüssigkeitsringpumpe 1 umfasst des Weiteren ein Pumpenrad 4, das um eine Drehachse 6 rotierbar innerhalb der Pumpenkammer 3 angeordnet ist. Das Pumpenrad 4 ist dabei mit seiner Drehachse 6 exzentrisch zu dem Pumpengehäuse 2 angeordnet. Das Pumpenrad 4 dient zur Förderung eines gasförmigen Arbeitsmediums, konkret eines Gases. Dazu weist das Pumpenrad 4 an seinem Außenumfang eine Anzahl von in Umfangsrichtung voneinander separierten Förderkammern 8 auf. Die Förderkammern 8 sind dabei in Umfangsrichtung durch Zwischenwände 10 voneinander separiert. Jede Förderkammer 8 weist außerdem eine Austrittsöffnung 12 auf, die an einer Stelle der jeweiligen Förderkammer 8 mit dem kleinsten radialen Abstand zur Drehachse 6 angeordnet ist.

[0033] Für den Pumpenbetrieb ist in die Pumpenkammer 3 eine als Ringflüssigkeit 14 bezeichnete Pumpenflüssigkeit eingefüllt. Durch Rotation des Pumpenrads 4 in eine - in Fig. 1 mittels eines Pfeils beispielhaft ange deutete - Drehrichtung 16 wird die Ringflüssigkeit 14 ebenfalls in Rotation entlang der Innenwand des Pumpengehäuses 2 versetzt und bildet dort aufgrund der Zentrifugalkraft einen in Fig. 1 schematisch angedeuteten Flüssigkeitsring 18 aus. Aufgrund der Exzentrizität der Drehachse 6 gegenüber dem Pumpengehäuse 2 tauchen somit das Pumpenrad 4 und damit auch die einzelnen Förderkammern 12 entlang der Drehrichtung 16 unterschiedlich tief in den Flüssigkeitsring 18 ein. Der Flüssigkeitsring 18 dichtet dabei die am Außenumfang des Pumpenrads 4 offen stehenden Förderkammern 8 (vgl.

Teilschnitt II-II in Fig. 2) ab und schiebt das in der Pumpenkammer 3 und der jeweiligen Förderkammer 8 befindliche Gas bei zunehmender Eintauchtiefe des Pumpenrads 6 in den Flüssigkeitsring 18 in Richtung auf die jeweilige Austrittsöffnung 12 vor sich her.

[0034] Zur Förderung des Gases wird nun in einem Bereich in dem das Pumpenrad 4 nur geringfügig in den Flüssigkeitsring 18 eintaucht (in Fig. 1 die Position auf etwa 11:00 Uhr) über eine Zuführöffnung (nicht näher dargestellt) das Gas in die Pumpenkammer 3 eingeleitet. Dieser Bereich wird auch als Saugbereich 20 der Pumpenkammer 3 bezeichnet. In diesem Saugbereich 20 tritt das Gas in die jeweilige, zu diesem Zeitpunkt im Saugbereich 20 angeordnete Förderkammer 8 ein und wird bei Drehung des Pumpenrads 4 durch den in der jeweiligen Förderkammer 8 "ansteigenden" Flüssigkeitsstand der Ringflüssigkeit 14 - aufgrund des fortschreitenden Eintauchens des Pumpenrads 4 in den Flüssigkeitsring 18 strömt die Ringflüssigkeit 14 in radialer Richtung in die jeweilige Förderkammer 8 ein - in Richtung auf die Austrittsöffnung 12 gedrückt. Die Flüssigkeitsringpumpe 1 ist - wie im Folgenden näher beschrieben - dabei derart ausgebildet, dass die Austrittsöffnungen 12 des Pumpenrads 4 austrittsseitig zunächst verschlossen sind. Erst in einem dem Saugbereich 20 im Wesentlichen diametral gegenüberliegenden Druckbereich 22, in dem der Flüssigkeitsstand des Flüssigkeitsrings 18 bis an eine die jeweilige Förderkammer 8 radial innenseitig begrenzende Bodenwand 24 heranreicht (in Fig. 1 im Bereich von etwa 5:00 Uhr) oder diese sogar radial innenseitig übersteigt (oder: "überdeckt"; vgl. Fig. 2), ist die jeweilige Austrittsöffnung 12 geöffnet und das komprimierte Gas kann aus der jeweiligen Förderkammer 8 und über eine korrespondierende nicht näher dargestellte Gasführungsleitung aus dem Pumpengehäuse 2 ausströmen. Die Austrittsöffnung 12 dient somit zur fluidischen Verbindung der jeweiligen Förderkammer 8 mit dem Druckbereich 22 der Pumpenkammer 3.

[0035] In Fig. 2 ist ein Ausführungsbeispiel des Pumpenrads 4 näher dargestellt. Das Pumpenrad 4 umfasst in diesem Fall zum stirnseitigen (oder: axial endseitigen) Abdecken der jeweiligen Förderkammer 8 zwei Seitenwände 26, die im dargestellten Ausführungsbeispiel einstückig (d. h. monolithisch), aus einem das Pumpenrad 4 bildenden Pumpenradkörper 28 ausgeformt sind. Radial innenseitig gehen die Seitenwände 26 in die Bodenwand 24 über, die U-artig ausgebildet ist. D. h. die Bodenwand 24 verläuft bogenartig gekrümmt entlang der Drehachse 6 von zwei Seiten in Richtung auf die "geodätisch tiefste" Stelle (d. h. die Stelle mit geringstem radialem Abstand zur Drehachse 6) der Förderkammer 8. An dieser (axial innenseitig zu dem Pumpenrad 4 liegenden) Stelle ist die Austrittsöffnung 12 angeordnet. Im dargestellten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 ist die jeweilige Förderkammer 8, konkret deren geometrische Struktur symmetrisch zu einer Spiegelfläche 30, die durch eine radial zur Drehachse 6 stehende Ebene gebildet ist. Dadurch wird eine gleichmäßige Strömung der

Ringflüssigkeit 14 in Richtung auf die Austrittsöffnung 12 erreicht. Die Austrittsöffnung 12 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel als rechtwinklig gewinkelte Bohrung ausgebildet und stellt somit einen Kanal dar, der zunächst in Radialrichtung aus der jeweiligen Förderkammer 8 führt und anschließend parallel zur Drehachse 6 auf einer Stirnseite 32 aus dem Pumpenrad 4 herausführt. Auf der gegenüberliegenden Stirnseite 34 ist in die dortige Seitenwand 26 eine Einströmöffnung 36 eingebracht, die im Saugbereich 20 ein Einströmen des Gases in die Förderkammer 8 ermöglicht. Diese Einströmöffnung 36 ist insbesondere dann zweckmäßig, wenn der Flüssigkeitsstand der Ringflüssigkeit 14 derart gewählt ist, dass das Pumpenrad 4 mit seinem Außenumfang ständig in den Flüssigkeitsring 18 eingetaucht ist.

[0036] Durch die in Fig. 2 dargestellte Form der Bodenwand 24 wird eine näherungsweise lineare Geschwindigkeitszunahme der in die Förderkammer 8 einströmenden Ringflüssigkeit 14 ermöglicht. Durch die gewölbte bzw. geneigt gegen die Drehachse 6 angestellte Bodenwand 24 wird außerdem ein schlagartiges Auftreffen der Ringflüssigkeit 14 auf die Bodenwand 24 und eine damit einhergehende Schaum- (d.h. Gemisch-) und Geräuschentwicklung unterbunden. Dadurch, dass die Austrittsöffnung 12 am tiefsten Punkt der Förderkammer 8 angeordnet ist, wird außerdem ermöglicht, dass die Ringflüssigkeit 14 das Gas vor sich her schiebt und im Druckbereich 22 der Pumpenkammer 3 zunächst das Gas über die Austrittsöffnung 12 ausströmen kann. Wie in Fig. 2 angedeutet, ist in einer Variante zum Betrieb der Flüssigkeitsringpumpe 1 die Füllmenge der Ringflüssigkeit 14 sowie die Exzentrizität der Drehachse 6 im Pumpengehäuse 2 derart gewählt, dass der Flüssigkeitsstand des Flüssigkeitsrings 18 im Druckbereich 22 die Austrittsöffnung 12 vollständig überdeckt. Dadurch wird ermöglicht, dass das in der Förderkammer 8 und der Austrittsöffnung 12 stehende Gas vollständig durch die Ringflüssigkeit 14 ausgestoßen und sogar ein Anteil der Ringflüssigkeit 14 ebenfalls aus der Förderkammer 8 gefördert werden. Durch die vorbeschriebenen Maßnahmen wird ermöglicht, das Gas bis auf vernachlässigbare Anteile aus der jeweiligen Förderkammer 8 zu fördern, so dass ein Saugdruckwert im Bereich des Dampfdrucks der Ringflüssigkeit erreicht werden kann.

[0037] In Fig. 3 ist ein alternatives Ausführungsbeispiel des Pumpenrads 4 dargestellt. Die Seitenwände 26 sind dabei durch beidseitig auf den Pumpenradkörper 28 aufgesetzte (und somit von diesem separat hergestellte) Platten oder Schilde gebildet. Die Bodenwand 24 ist V-artig ausgebildet und weist somit zwei geradlinig schräg zur Drehachse 6 verlaufende Abschnitte (d. h. zu jeder Seite der Spiegelfläche jeweils ein Abschnitt) auf. Mithin läuft die Bodenwand 24 im Schnitt gemäß Fig. 2 gesehen trichterartig auf die Austrittsöffnung 12 zu. Des Weiteren ist die Austrittsöffnung 12, konkret deren aus dem Pumpenradkörper 28 führender Kanalabschnitt, ebenfalls schräg zur Drehachse 6 angestellt. Dadurch wird ermöglicht, dass auch innerhalb der Austrittsöffnung 12 die

Ringflüssigkeit 14 stets das Gas vor sich her schiebt. Das Risiko einer (turbulenten) Durchmischung der Ringflüssigkeit 14 mit dem Gas wird somit weiter verringert.

[0038] In einem nicht näher dargestellten Ausführungsbeispiel können die Seitenwände 26 auch entfallen, insbesondere wenn das "V" der Bodenwand 24 seitlich höher gezogen ist.

[0039] In Fig. 4 ist ein Ausführungsbeispiel der Flüssigkeitsringpumpe 1 dargestellt, bei dem ein Steuerring 40 zur Freigabe der Austrittsöffnungen 12 in den Druckbereich 22 dient. Dazu deckt der Steuerring 40 mit seinem Ringkörper die Austrittsöffnungen 12 ausgangsseitig gegen das Pumpenrad 4 ab. Zur Freigabe der Austrittsöffnungen 12 im Druckbereich 22 weist der Steuerring 40 einen Ringspalt 42 auf, innerhalb dessen die Austrittsöffnungen 12 nicht überdeckt sind. Um eine Druckdifferenz zwischen dem Saugbereich 20 und dem Druckbereich 22 einstellen zu können, ist der Steuerring 40 gegenüber dem Pumpenrad 4 um die Drehachse 6 verdrehbar. Je mehr der Austrittsöffnungen 12 dabei im Druckbereich 22 geöffnet sind, desto geringer ist die Druckdifferenz. Optional kann dabei auch zwischen Steuerringen 40 mit unterschiedlich großen Ringspalten 42 gewählt werden.

[0040] In Fig. 5 ist ein zu Fig. 4 alternatives Ausführungsbeispiel der Flüssigkeitsringpumpe 1, konkret des Pumpenrads 4, dargestellt. Zur Steuerung des Druckverhältnisses zwischen Saugbereich 20 und Druckbereich 22 sowie zur gezielten Entladung des in der Förderkammer 8 befindlichen und durch das Ansteigen der Ringflüssigkeit 14 komprimierten Gases ist in der jeweiligen Austrittsöffnung 12 einer jeden Förderkammer 8 ein Rückschlagventil, im Folgenden als Austritts-Ventil 50 bezeichnet, angeordnet. Der in Fig. 4 dargestellte Steuerring 40 kann somit entfallen. Durch das Austritts-Ventil 50 wird vorteilhafterweise auch verhindert, dass bereits ausgestoßenes Gas aus dem Druckbereich 22 bei weiterer Drehung des Pumpenrads 4 und somit abnehmendem Flüssigkeitsstand der Ringflüssigkeit 14 in die bereits entladene Förderkammer 8 zurückströmt oder gar in diese Förderkammer 8 zurück verpufft. Dadurch wird die Effizienz der Flüssigkeitsringpumpe 1 gesteigert und eine unerwünschte Geräuschentwicklung effektiv unterbunden. Aufgrund des Austritts-Ventils 50 verhält sich jede Förderkammer isoliert betrachtet wie eine oszillierende Verdrängerpumpe (wobei der Flüssigkeitsring 18 lokal einen Flüssigkeitskolben bildet). Das jeweilige Austritts-Ventil 50 ist derart eingerichtet, zu öffnen wenn der in der Förderkammer anstehende Förderdruckwert hinreichend hoch ist, bspw. mit dem ausgangsseitig zur Flüssigkeitsringpumpe 1 erforderlichen Druckwert übereinstimmt.

[0041] In Fig. 6 ist ein weiteres alternatives Ausführungsbeispiel des Pumpenrads 4 dargestellt. Die Austrittsöffnung 12 führt dabei über das Austritts-Ventil 50 in eine an dem Pumpenradkörper 28 angeordnete, konkret in diesen eingeformte Austrittskammer 54. Diese Austrittskammer 54 ist dabei geometrisch derart gestaltet,

dass eine fliehkraftbedingte Trennung des Gases von der Ringflüssigkeit 14 ermöglicht wird. Dazu weist die Austrittskammer 54 zumindest eine schräg zur Drehachse 6 angestellte Kammerfläche 56 auf. Aufgrund der auf die Ringflüssigkeit 14 wirkenden Zentrifugalkraft erfolgt an dieser Kammerfläche 56 eine Trennung der mitaustgetroßenen Ringflüssigkeit 14 von dem Gas, indem sich die Ringflüssigkeit 14 an dieser Kammerfläche 56 niederschlägt und entlang dieser zur (Stirn-)Seite 32 des Pumpenrads 4 hin abfließt. Neben der nicht näher dargestellten Gasführungsleitung ist an dieser Seite 32 auch eine Flüssigkeitsableitung in Form einer (optional in die Gasführungsleitung integrierten) Rohrleitung angeordnet, über die im Betrieb die vom Gas abgetrennte Ringflüssigkeit 14 abgeführt, einer Kühleinrichtung zu- und anschließend in die Pumpenkammer 3 zurückgeführt wird. In einer nicht näher dargestellten Variante verläuft die Kammerfläche 56 parallel zur Drehachse 6 und stellt somit eine Kreiszylinderinnenfläche dar.

[0042] In einer weiteren nicht näher dargestellten Variante sind in der Austrittskammer 54 zusätzlich Mittel zur Unterstützung der Gas-Flüssigkeitstrennung angeordnet. Dabei handelt es sich um Leitschaukeln, die die fliehkraftbedingte Abscheidung der Ringflüssigkeit 14 unterstützen.

[0043] Auf der anderen Seite 34 des Pumpenrads 4 ist im in Fig. 6 dargestellten Ausführungsbeispiel die Einströmöffnung 36 ebenfalls in die Bodenwand 24 der Förderkammer 8 eingeformt. In der Einströmöffnung 36 ist außerdem ein Rückschlagventil (im Folgenden als Einström-Ventil 58 bezeichnet) angeordnet, das ein Rückströmen und damit auch eine Rückverpuffung des Gases aus der Förderkammer 8 in den Saugbereich 20 unterbindet. Durch den Einsatz des Einström-Ventils 58 und des Austritts-Ventils 50 ist eine besonders präzise Steuerung der Be- und Entladung der Förderkammer 8 mit dem zu fördernden Gas möglich. Außerdem wird effektiv eine Geräuscentwicklung durch dynamische Druckentlastungen in bzw. aus der jeweiligen Förderkammer sowie eine damit gegebenenfalls verbundene Schaumbildung zwischen dem Gas und der Ringflüssigkeit 14 unterbunden. In diesem Ausführungsbeispiel sind die Einström-Ventile 58 und die Austritts-Ventile 50 jeweils als Membranventile ausgebildet. Aufgrund der vorstehend beschriebenen Anordnung in der Bodenwand 24 wird die Dicht- oder Schließwirkung der Austritts-Ventile 50 dabei durch die Fliehkraft unterstützt. Entsprechend wird bei dieser Anordnung das Öffnen der Einström-Ventile 58 ebenfalls durch die Fliehkraft unterstützt.

[0044] In Fig. 7 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des Pumpenrads 4 dargestellt. Die Schnittlinie dieser schematischen Schnittansicht verläuft hierbei insbesondere etwa vertikal. Als (zu den vorstehend genannten Leitschaukeln alternative) zusätzliche Mittel zur Unterstützung der Gas-Flüssigkeitstrennung ist in der (gemeinsamen) Austrittskammer 54 eine Leitscheibe 60 angeordnet, die die fliehkraftbedingte Abscheidung der Ringflüssigkeit 14 unterstützt. Konkret ist die Leitscheibe

60 mit dem Pumpengrundkörper 28 drehfest gekoppelt. Die Austrittsöffnung 12 (insbesondere der von dieser gebildete Kanal) und/oder das Austritts-Ventil 50 sind dabei derart ausgerichtet, dass das ausströmende Gas und die nachströmende Ringflüssigkeit 14 auf die mit dem Pumpenrad 4 mitdrehende Leitscheibe 60 auftreffen. Radial innenseitig sind in der Leitscheibe 60 (über deren Umfang verteilt) Durchtrittsöffnungen 62 für das Gas angeordnet. Die Ringflüssigkeit 14 läuft aufgrund der durch die Rotation der Leitscheibe 60 bedingten Fliehkraft radial nach außen an der Leitscheibe 60 ab. Anschließend läuft die Ringflüssigkeit 14 an der (sich konisch erweiternden und rotierenden) Kammerfläche 56 zur Seite 32 hin ab. Über einen Spalt 64 hinweg, der hinreichend klein ist, um ein zumindest übermäßiges Einfließen der Ringflüssigkeit 14 in den Spalt 64 zu unterbinden, fließt die Ringflüssigkeit 14 auf den stationären Bereich der Flüssigkeitsringpumpe 1, konkret auf das Pumpengehäuse 2 über.

[0045] In dem Pumpengehäuse 2 ist dabei ein Ringkanal 66 ausgebildet, der als eine Art Ablaufrinne für die Ringflüssigkeit 14, die von der Kammerfläche 56 auf das Pumpengehäuse 2 abläuft, ausgebildet ist. Auf einer Unterseite des Pumpengehäuses 2 ist in dem Ringkanal 66 ein Ablauf ausgebildet, der die vorstehend beschriebene Flüssigkeitsableitung darstellt. Der Ablauf ist dabei derart gestaltet, dass ein Durchtritt von Gas verhindert ist. Beispielsweise ist der Ablauf dabei nach Art eines Siphons gestaltet oder weist einen derart geringen Durchmesser auf, dass stets eine Restflüssigkeitsspiegel der Ringflüssigkeit 14 an dem Ablauf ansteht und diesen somit gegen den Durchtritt von Gas verschließt.

[0046] Der Gegenstand der Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern wird lediglich in den Ansprüchen definiert. Vielmehr können weitere Ausführungsformen von dem Fachmann aus der vorstehenden Beschreibung abgeleitet werden. Insbesondere können die anhand der verschiedenen Ausführungsbeispiele beschriebenen Einzelmerkmale und deren Ausgestaltungsvarianten (beispielsweise die Anordnung und Ausgestaltung der Austritts- und Einström-Ventile 50 bzw. 58 sowie der Seitenwände 26) auch in anderer Weise miteinander kombiniert werden.

Bezugszeichenliste

[0047]

- | | |
|----|-----------------------|
| 1 | Flüssigkeitsringpumpe |
| 2 | Pumpengehäuse |
| 3 | Pumpenkammer |
| 4 | Pumpenrad |
| 6 | Drehachse |
| 8 | Förderkammer |
| 10 | Zwischenwand |
| 12 | Austrittsöffnung |
| 14 | Ringflüssigkeit |

16 Drehrichtung
 18 Flüssigkeitsring
 20 Saugbereich
 22 Druckbereich
 24 Bodenwand
 26 Seitenwand
 28 Pumpengrundkörper
 30 Symmetrieffläche
 32 Seite
 34 Seite
 36 Einströmöffnung
 40 Steuerring
 42 Ringspalt
 50 Austritts-Ventil
 54 Austrittskammer
 56 Kammerfläche
 58 Einström-Ventil
 60 Leitscheibe
 62 Durchtrittsöffnung
 64 Spalt
 66 Ringkanal

Patentansprüche

1. Flüssigkeitsringpumpe (1), mit einem Pumpengehäuse (2), das eine Pumpenkammer (3) umgibt, in die im bestimmungsgemäßen Betriebszustand eine Pumpenflüssigkeit (14) gefüllt ist, und mit einem innerhalb der Pumpenkammer (3) angeordneten und um eine Drehachse (6) rotierbaren Pumpenrad (4) zur Förderung eines gasförmigen Arbeitsmediums,

- wobei das Pumpenrad (4) an seinem Außenumfang eine Anzahl von zumindest in Umfangsrichtung voneinander separierten Förderkammern (8) aufweist,
- wobei das Pumpenrad (4) jeweils eine einer jeden Förderkammer (8) zugeordnete und lokal in eine die jeweilige Förderkammer (8) radial innenseitig begrenzende Bodenwand (24) des Pumpenrads (4) eingebrachte Austrittsöffnung (12) zur fluidischen Verbindung der jeweiligen Förderkammer (8) mit einem Druckbereich (20) der Pumpenkammer (3) aufweist,
- wobei die Bodenwand (24) entlang der Drehachse (6) beidseitig zur Austrittsöffnung (12) zumindest abschnittsweise zur Drehachse (6) geneigt in Richtung auf die Austrittsöffnung (12) verläuft,
- wobei die jeweilige Austrittsöffnung (12) an einer Stelle der jeweiligen Förderkammer (8) mit dem kleinsten radialen Abstand zur Drehachse (6) angeordnet ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Pumpenrad (4) für jede Förderkammer (8) jeweils eine lokal in eine der die Förderkammer (8)

begrenzenden Wände eingebrachte Einströmöffnung (36) zur fluidischen Verbindung der jeweiligen Förderkammer (8) mit einem Saugbereich (20) der Pumpenkammer (3) aufweist.

- 5 2. Flüssigkeitsringpumpe (1) nach Anspruch 1, wobei das Pumpenrad (4) derart exzentrisch in der Pumpenkammer (3) angeordnet ist, dass ein sich im bestimmungsgemäßen Betrieb bildender Flüssigkeitsring (18) der Pumpenflüssigkeit (14) im Druckbereich (20) der Pumpenkammer (3) zumindest eine Förderkammer (8) in Radialrichtung vollständig überdeckt.
- 10 3. Flüssigkeitsringpumpe (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei jede Förderkammer (8) symmetrisch zu einer eine Spiegelfläche (30) bildenden Radialebene des Pumpenrads (4) ausgebildet ist, und wobei die Austrittsöffnung (12) in der Spiegelfläche (30) angeordnet ist.
- 20 4. Flüssigkeitsringpumpe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die jeweilige die Förderkammer (8) radial innenseitig begrenzende Bodenwand (24) entlang der Drehachse (6) im Wesentlichen U- oder V-artig ausgebildet ist.
- 25 5. Flüssigkeitsringpumpe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Einströmöffnung (36) in die Bodenwand (24) oder eine die jeweilige Förderkammer (8) stirnseitig begrenzende Seitenwand (26) eingebracht ist.
- 30 6. Flüssigkeitsringpumpe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei innerhalb der Austrittsöffnung (12) ein Rückschlagventil (50) angeordnet ist.
- 40 7. Flüssigkeitsringpumpe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei innerhalb der Einströmöffnung (36) ein Rückschlagventil (58) angeordnet ist.
- 45 8. Flüssigkeitsringpumpe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die jeweilige Austrittsöffnung (12) in eine an dem Pumpenrad (4) angeordnete Austrittskammer (54) mündet, die zur fliehkraftbedingten Trennung des Arbeitsmediums von der Pumpenflüssigkeit (14) ausgebildet ist.
- 50 9. Flüssigkeitsringpumpe (1) nach Anspruch 8, wobei in der Austrittskammer (54) Mittel, insbesondere Leitschaukeln oder Leitscheiben zur Unterstützung der Trennung des Arbeitsmediums von der Pumpenflüssigkeit (14) angeordnet sind.
- 55

10. Flüssigkeitsringpumpe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
mit einem gegenüber dem Pumpenrad (4) verdrehbaren Steuerring (40), der die Austrittsöffnungen (12) des Pumpenrads (4) abschnittsweise ausgangsseitig gegen das Pumpenrad (4) verschließt.
11. Flüssigkeitsringpumpe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei als Pumpenflüssigkeit (14) ein Poly-Alpha-Olefin zum Einsatz kommt.

Claims

1. Liquid ring pump (1), having a pump housing (2) which surrounds a pump chamber (3) into which a pump liquid (14) is filled in the intended operating state, and having a pump wheel (4) which is arranged inside the pump chamber (3) and is rotatable about an axis of rotation (6) for conveying a gaseous working medium,

- the pump wheel (4) having on its outer circumference a number of delivery chambers (8) separated from one another at least in the circumferential direction,
- the pump wheel (4) having in each case an outlet opening (12), which is assigned to each delivery chamber (8) and is introduced locally into a bottom wall (24) of the pump wheel (4), which delimits the respective delivery chamber (8) radially on the inside, for the fluidic connection of the respective delivery chamber (8) to a pressure region (20) of the pump chamber (3),
- wherein the bottom wall (24) runs along the axis of rotation (6) on both sides of the outlet opening (12) at least in sections inclined to the axis of rotation (6) in the direction of the outlet opening (12),
- wherein the respective outlet opening (12) is arranged at a point of the respective conveying chamber (8) with the smallest radial distance to the axis of rotation (6),

characterized in that

the pump wheel (4) has for each delivery chamber (8) in each case an inflow opening (36) made locally in one of the walls bounding the delivery chamber (8) for fluidic connection of the respective delivery chamber (8) with a suction region (20) of the pump chamber (3).

2. Liquid ring pump (1) according to claim 1, wherein the pump wheel (4) is arranged eccentrically in the pump chamber (3) in such a way that a liquid ring (18) of the pump liquid (14) in the pressure region (20) of the pump chamber (3), which ring forms in

the intended operation, completely covers at least one delivery chamber (8) in the radial direction.

3. Liquid ring pump (1) according to claim 1 or 2, wherein each delivery chamber (8) is formed symmetrically with respect to a radial plane of the pump wheel (4) forming a mirror surface (30), and wherein the outlet opening (12) is arranged in the mirror surface (30).
4. Liquid ring pump (1) according to one of claims 1 to 3, wherein the respective bottom wall (24) delimiting the delivery chamber (8) radially on the inside is substantially U-shaped or V-shaped along the axis of rotation (6).
5. Liquid ring pump (1) according to one of the preceding claims, wherein the inflow opening (36) is provided in the bottom wall (24) or a side wall (26) bounding the respective delivery chamber (8) on the end side.
6. Liquid ring pump (1) according to one of the preceding claims, wherein a check valve (50) is arranged within the outlet opening (12).
7. Liquid ring pump (1) according to any one of the preceding claims, wherein a check valve (58) is arranged within the inflow opening (36).
8. Liquid ring pump (1) according to one of the preceding claims, wherein the respective outlet opening (12) opens into an outlet chamber (54) arranged on the pump wheel (4), which is designed for centrifugal separation of the working medium from the pump liquid (14).
9. Liquid ring pump (1) according to claim 8, wherein means, in particular guide vanes or guide discs, are arranged in the outlet chamber (54) for assisting the separation of the working medium from the pump liquid (14).
10. Liquid ring pump (1) according to any one of claims 1 to 5, having a control ring (40) which is rotatable relative to the pump wheel (4) and closes the outlet openings (12) of the pump wheel (4) in sections on the outlet side against the pump wheel (4).
11. Liquid ring pump (1) according to any one of the preceding claims, wherein a poly-alpha-olefin is used as pump liquid (14).

Revendications

1. Pompe à anneau liquide (1), avec un corps de pompe (2) qui entoure une chambre de pompe (3) qui, dans l'état de fonctionnement conforme à la destination, est remplie d'un liquide de pompe (14), et avec une roue de pompe (4) disposée à l'intérieur de la chambre de pompe (3) et pouvant tourner autour d'un axe de rotation (6) pour le refoulement d'un fluide de travail gazeux,

- la roue de pompe (4) présentant sur sa périphérie extérieure un certain nombre de chambres de refoulement (8) séparées les unes des autres au moins dans la direction périphérique,
 - la roue de pompe (4) présentant une ouverture de sortie respective (12) associée à chaque chambre de refoulement (8) et ménagée localement dans une paroi de fond (24) de la roue de pompe (4) délimitant radialement à l'intérieur la chambre de refoulement respective (8), pour la liaison fluïdique de la chambre de refoulement respective (8) avec une zone de pression (20) de la chambre de pompe (3),
 - la paroi de fond (24) s'étendant le long de l'axe de rotation (6) des deux côtés de l'ouverture de sortie (12), en étant inclinée par rapport à l'axe de rotation (6) au moins par endroits, en direction de l'ouverture de sortie (12),
 - l'ouverture de sortie respective (12) étant disposée à un emplacement de la chambre de refoulement respective (8) présentant la plus petite distance radiale à l'axe de rotation (6),

caractérisée en ce que

la roue de pompe (4) présente, pour chaque chambre de refoulement (8), une ouverture d'entrée (36) ménagée localement dans l'une des parois délimitant la chambre de refoulement (8) pour la liaison fluïdique de la chambre de refoulement respective (8) avec une zone d'aspiration (20) de la chambre de pompe (3).

2. Pompe à anneau liquide (1) selon la revendication 1, dans laquelle la roue de pompe (4) est disposée de manière excentrée dans la chambre de pompe (3) de telle sorte qu'un anneau liquide (18) du liquide de pompe (14) se formant, en fonctionnement conforme à la destination, dans la zone de pression (20) de la chambre de pompe (3) recouvre complètement au moins une chambre de refoulement (8) dans la direction radiale.
3. Pompe à anneau liquide (1) selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle chaque chambre de refoulement (8) est réalisée symétriquement par rapport à un plan radial de la roue de pompe (4) formant une surface

miroir (30), et dans laquelle l'ouverture de sortie (12) est disposée dans la surface miroir (30).

4. Pompe à anneau liquide (1) selon l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle la paroi de fond respective (24) délimitant la chambre de refoulement (8) radialement à l'intérieur est réalisée sensiblement en forme de U ou de V le long de l'axe de rotation (6).
5. Pompe à anneau liquide (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle l'ouverture d'entrée (36) est ménagée dans la paroi de fond (24) ou dans une paroi latérale (26) délimitant frontalement la chambre de refoulement respective (8).
6. Pompe à anneau liquide (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle un clapet anti-retour (50) est disposé à l'intérieur de l'ouverture de sortie (12).
7. Pompe à anneau liquide (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle un clapet anti-retour (58) est disposé à l'intérieur de l'ouverture d'entrée (36).
8. Pompe à anneau liquide (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle l'ouverture de sortie respective (12) débouche dans une chambre de sortie (54) disposée sur la roue de pompe (4), qui est conçue pour séparer le fluide de travail du liquide de pompe (14) sous l'effet de la force centrifuge.
9. Pompe à anneau liquide (1) selon la revendication 8, dans laquelle des moyens, en particulier des aubes directrices ou des disques directeurs, sont disposés dans la chambre de sortie (54) pour assister la séparation du fluide de travail du liquide de pompe (14).
10. Pompe à anneau liquide (1) selon l'une des revendications 1 à 5, avec une bague de commande (40) pouvant tourner par rapport à la roue de pompe (4), qui obture les ouvertures de sortie (12) de la roue de pompe (4) par endroits côté sortie contre la roue de pompe (4).
11. Pompe à anneau liquide (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle on utilise une poly-alpha-oléfine comme liquide de pompe (14).

Fig. 1

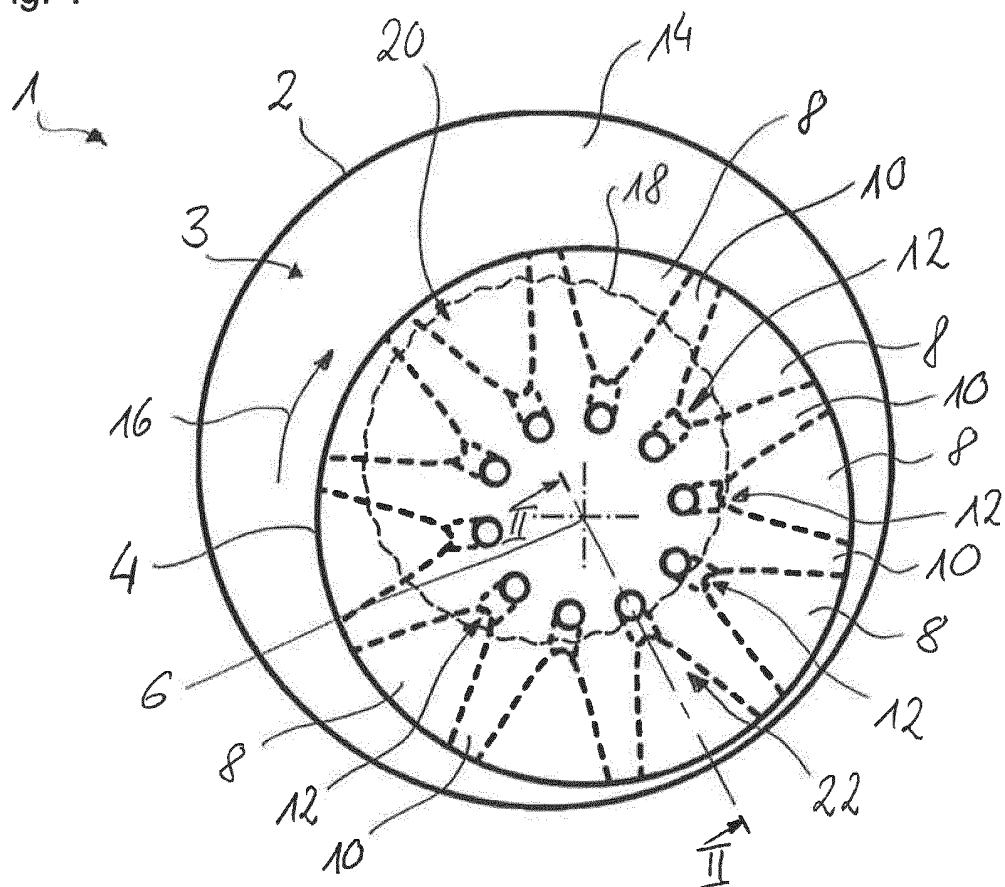


Fig. 2

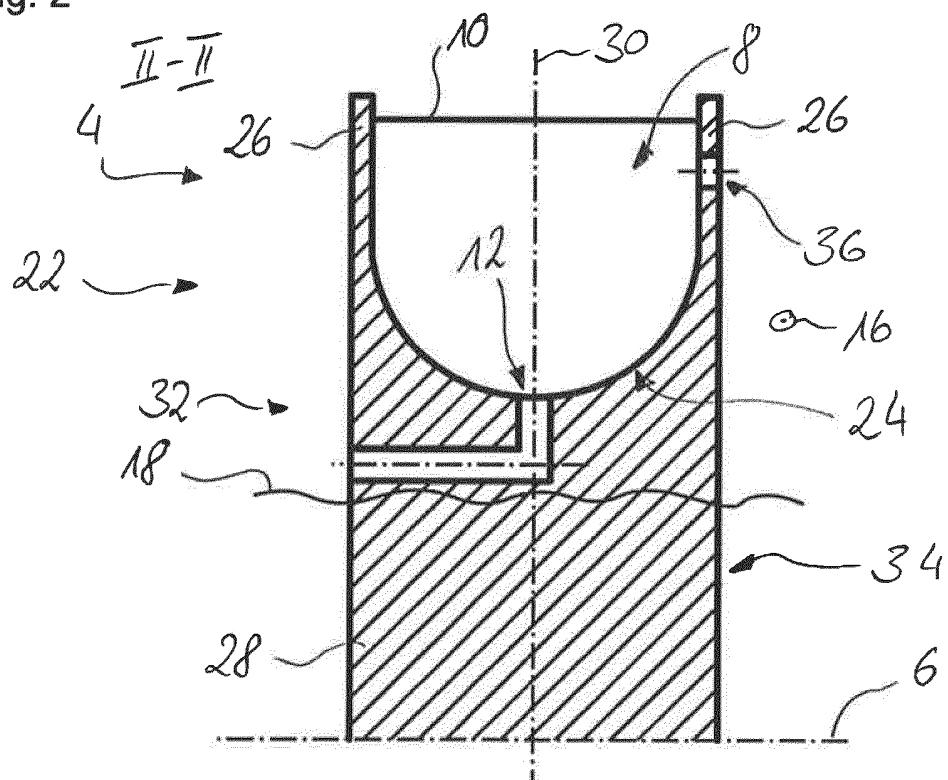


Fig. 3

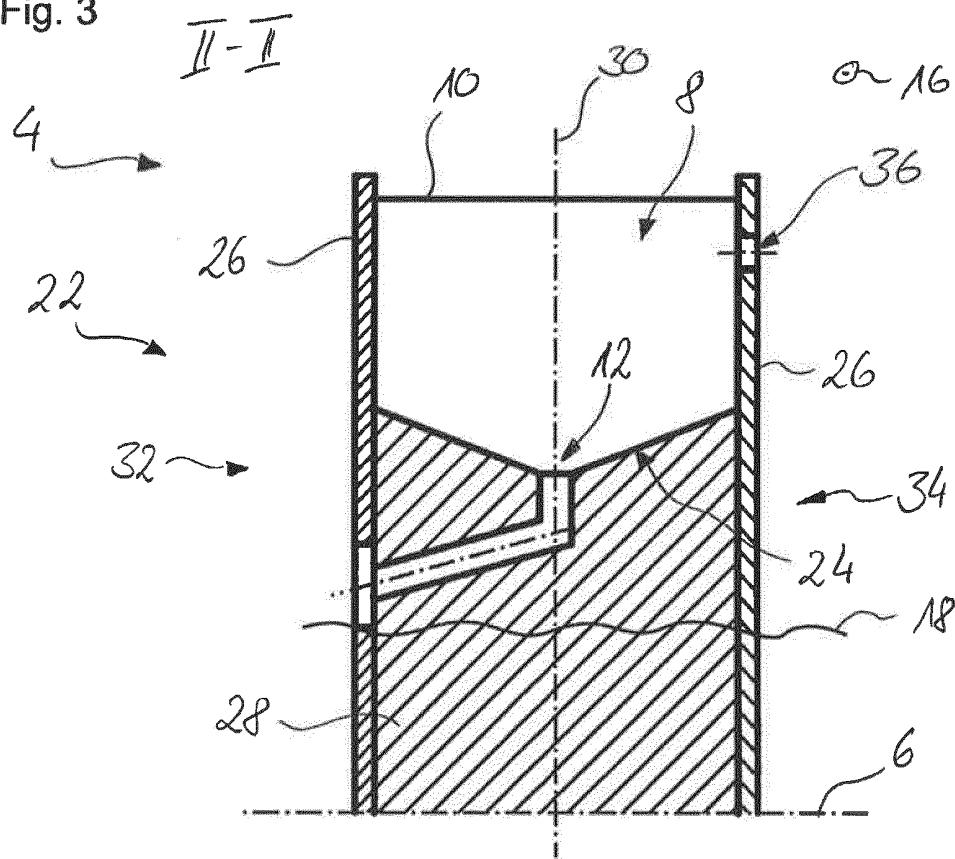


Fig. 4

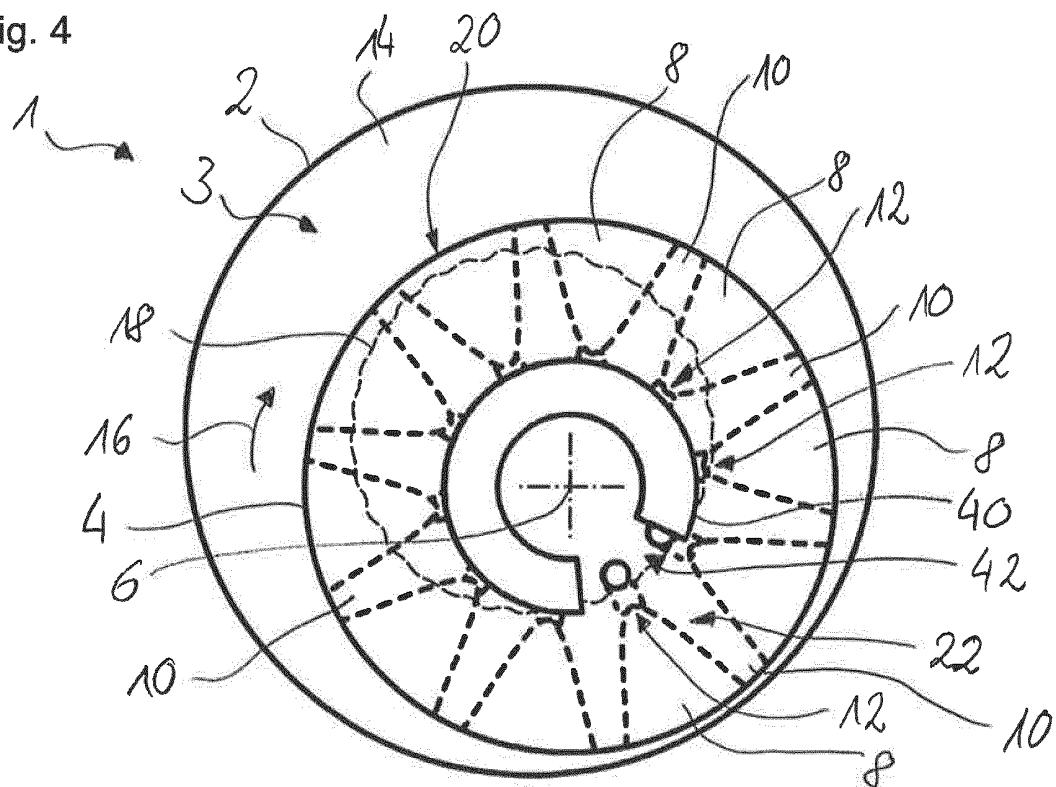


Fig. 5

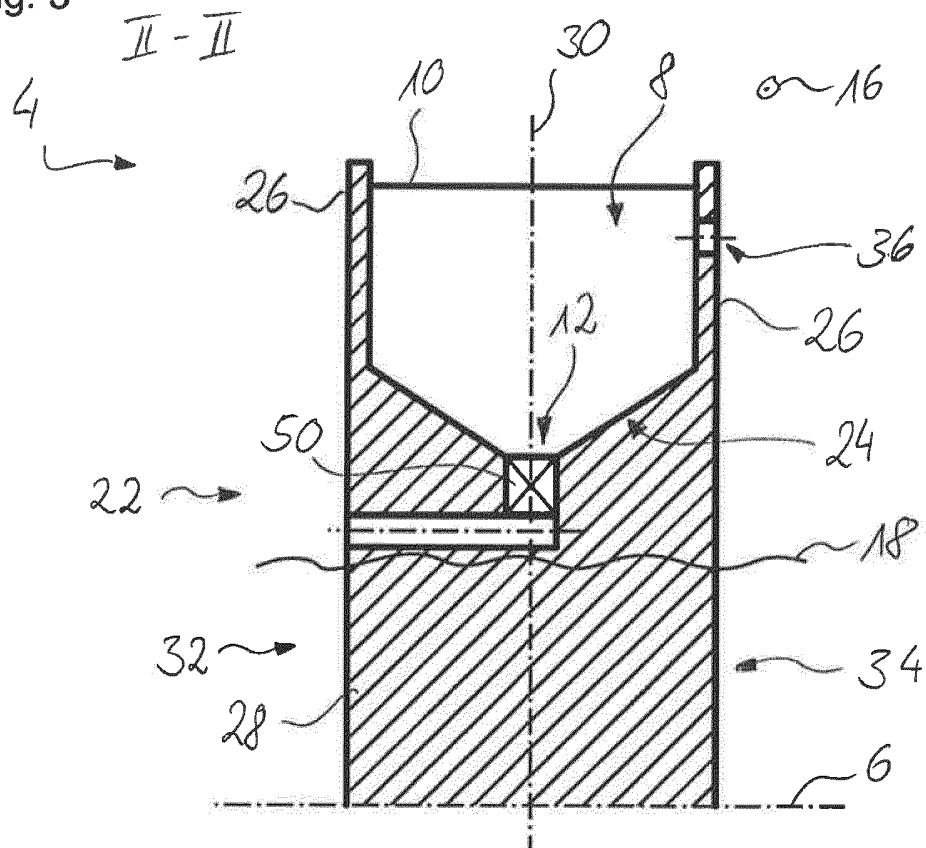


Fig. 6

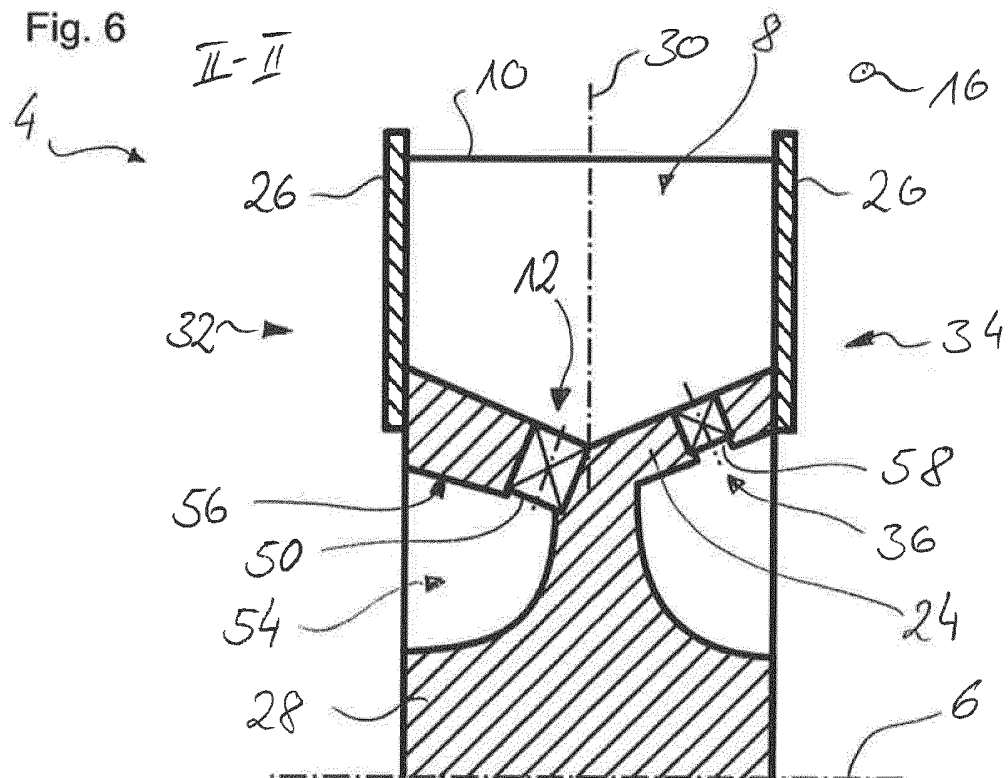


Fig. 7

