



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
26.10.2016 Patentblatt 2016/43

(51) Int Cl.:
F04D 19/04^(2006.01) F04D 27/00^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15164305.3**

(22) Anmeldetag: **20.04.2015**

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

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

(72) Erfinder:
• **Stoll, Tobias**
35644 Hohenaar (DE)
• **Schweighöfer, Michael**
35641 Schöffengrund (DE)
• **Lohse, Martin**
35586 Wetzlar (DE)
• **Hofmann, Jan**
35305 Grünberg (DE)

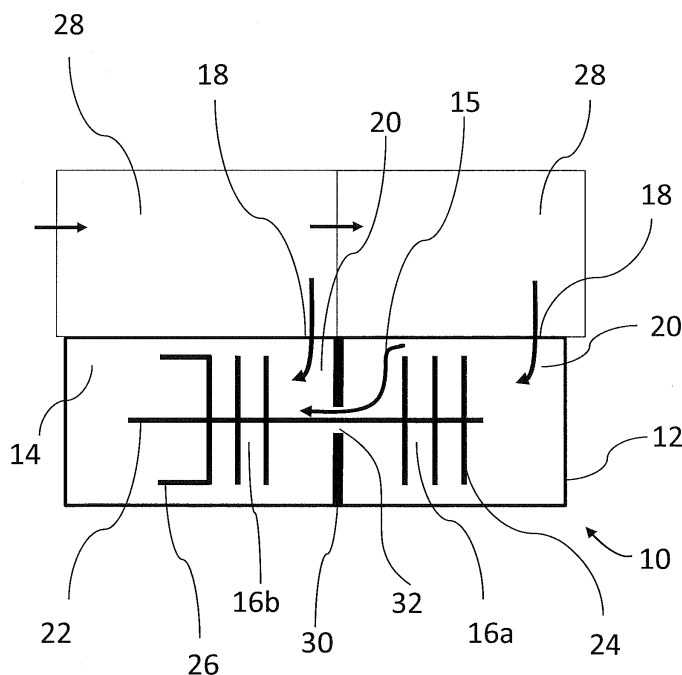
(74) Vertreter: **Manitz, Finsterwald & Partner GbR**
Martin-Greif-Strasse 1
80336 München (DE)

(54) **VAKUUMPUMPE**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe mit einem Gehäuse (12), das einen Pumpenraum (14) für ein zu pumpendes Gas einschließt, in dem mehrere hintereinander geschaltete Pumpstufen (16a, 16b) angeordnet sind, wobei die Pumpstufen (16a, 16b) jeweils einen Einlass (18) mit einem innerhalb des Gehäuses (12) gele-

genen Einlassbereich (20) aufweisen. Es ist mindestens ein Umlenkmittel (30, 34, 38, 40, 42) vorgesehen, das einen von einer vorgeschalteten Pumpstufe (16a) ausgehenden Strömungspfad (15) für das zu pumpende Gas bereitstellt, der von dem Einlassbereich (20) einer nachgeschalteten Pumpstufe (16b) wegführt.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, mit einem Gehäuse, das einen Pumpenraum für ein zu pumpendes Gas einschließt, in dem mehrere hintereinander geschaltete Pumpstufen angeordnet sind, wobei die Pumpstufen jeweils einen Einlass mit einem innerhalb des Gehäuses gelegenen Einlassbereich aufweisen.

[0002] Vakuumpumpen werden in unterschiedlichen technischen Prozessen eingesetzt, um ein für den jeweiligen Prozess notwendiges Vakuum zu schaffen. Eine Vakuumpumpe umfasst typischerweise ein Gehäuse, das einen Pumpenraum mit einer Rotorwelle einschließt. In dem Pumpenraum ist eine Pumpstruktur der Vakuumpumpe angeordnet, die ein in dem Pumpenraum bzw. in einem zu evakuierenden Bereich vorhandenes Gas von einem Einlass zu einem Auslass der Vakuumpumpe fördert und dadurch pumpt. Ein Antrieb für die Rotorwelle ist üblicherweise in einem von dem Pumpenraum getrennten Lagerraum angeordnet.

[0003] Turbomolekularpumpen sind Drehmomenttransferpumpen, bei denen in die Pumpe eintretende Gasmoleküle eines zu pumpenden Gases durch einen Aufprall auf die sich bewegenden Rotorblätter der Rotorwelle ein Drehmoment erhalten. Die Pumpe enthält üblicherweise mehrere Pumpstufen von in Reihe oder hintereinander angeordneten Rotor- und Statorscheiben. Jede Pumpstufe besteht also in der Regel zumindest aus je einer Rotor- und Statorscheibe, die paarweise angeordnet sind. Gegebenenfalls kann eine Pumpstufe auch nur aus einer Rotorscheibe bestehen, wobei dies insbesondere für die am stromabwärts gelegenen Ende befindliche Pumpstufe gilt. In diesem Fall endet die Pumpe mit einer Rotorscheibe. Neben dem Drehmoment erhalten die Gasmoleküle aufgrund der Stellung von Rotor- und Statorscheiben zueinander eine Bewegungskomponente parallel zur Achse der Pumpe, wobei die Achse grundsätzlich der Rotorwelle entspricht. Generell erhöhen mehrere Pumpstufen den Druck des Gases von dem Einlass zum Auslass der Pumpe.

[0004] Eine Turbomolekularpumpe arbeitet grundsätzlich nur effektiv in Druckbereichen im Molekularstrombereich und evakuiert nicht zu atmosphärischem Druck, sondern wird meist von einer Vorvakuumpumpe unterstützt. Der Arbeitsdruckbereich der Turbomolekularpumpe wird üblicherweise erweitert, indem eine von der gleichen Rotorwelle angetriebene Molekularpumpstufe, beispielsweise eine HolweckPumpstufe oder Siegbahn-Pumpstufe, an den Auslass der Turbomolekularpumpe innerhalb des Pumpgehäuses gekoppelt wird. Dies ermöglicht, Vorvakuumpumpen mit geringerer Leistung einzusetzen, da der Auslassdruck des Gases erhöht ist. In diesem Fall evakuiert die Kombination aus der Turbomolekularpumpstufe und der Molekularpumpstufe üblicherweise zu einem Druck von etwa 1 mbar, so dass die Vorvakuumpumpe zur Atmosphäre pumpt.

[0005] Vakuumpumpen mit mehreren Einlässen, so-

genannte Splitflowvakuumpumpen, ermöglichen das Pumpen von mehreren, insbesondere in Reihe hintereinander angeordneten, Kammern (Rezipienten) mit unterschiedlichen Drücken. Derartige Pumpen enthalten typischerweise zwei bis sechs Einlässe, die entlang der Achse der Pumpe beabstandet sind. Die Pumpen bestehen üblicherweise aus einem Stapel von hintereinander geschalteten Pumpstufen innerhalb des Pumpenraums. In der Regel umfassen die Pumpstufen eine Turbomolekularpumpeinheit aus zumindest einem Satz von Rotor- und Statorblättern und gegebenenfalls einer oder mehreren Molekularpumpen. Typischerweise stehen die höchste Pumpgeschwindigkeit und der niedrigste Druckbereich am ersten, d.h. am allen weiteren Einlässen vorgeschalteten Einlass zur Verfügung. Die nachgeschalteten Einlässe befinden sich entsprechend ihrer Reihenfolge in höheren Druckbereichen und liefern niedrigere Pumpgeschwindigkeiten. Es sind auch Splitflowvakuumpumpen bekannt, bei welchen die höchste Pumpgeschwindigkeit bzw. das höchste Saugvermögen an einem Einlass zur Verfügung steht, der zwischen zwei weiteren Einlässen angeordnet ist, d.h. an der mittleren Pumpstufe oder an einer der mittleren Pumpstufen. Die Ausgestaltung ist insbesondere von der jeweiligen Anwendung abhängig.

[0006] Im Allgemeinen besteht bei Vakuumpumpen mit mehreren Einlässen die Problematik, dass unterschiedliche Drücke an den Einlässen der hintereinander geschalteten Pumpstufen anliegen. Gasmoleküle aus einem vorgeschalteten (stromaufwärts angeordneten) zu evakuierenden Bereich, an dem ein niedrigerer Druck anliegt, können unter Umständen über einen nachgeschalteten (stromabwärts angeordneten) Einlass in einen diesem Einlass zugeordneten zu evakuierenden Bereich höheren Drucks gelangen und diesen kontaminieren. Dies kann insbesondere problematisch sein, wenn die zu evakuierenden Bereiche Teile eines wissenschaftlichen Instruments, beispielsweise eines Massenspektrometers, mit mehreren Druckbereichen sind. Das rückströmende Gas kann hier eine exakte Druckeinstellung erschweren. Handelt es sich bei dem aus einem stromaufwärts angeordneten Bereich gepumpten Gas um ein korrosives Gas, kann eine solche Kontamination mit der Zeit zu erheblichen irreversiblen Schäden führen.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Vakuumpumpe mit mehreren Einlässen bereitzustellen, welche die vorstehend beschriebenen Nachteile überwindet, d.h. eine Vakuumpumpe, mit welcher ein Gasaustausch zwischen den den Einlässen zugeordneten Rezipienten vermieden werden kann. Gleichzeitig soll die Vakuumpumpe mit geringem Aufwand herstellbar sein und zudem eine hohe Lebensdauer aufweisen.

[0008] Die Lösung der Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß durch eine Vakuumpumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

[0009] Die erfindungsgemäße Vakuumpumpe, welche vorzugsweise eine Turbomolekularpumpe ist, umfasst ein Gehäuse, das einen Pumpenraum für ein zu pum-

pendes Gas einschließt, in dem mehrere hintereinander geschaltete Pumpstufen angeordnet sind. Die Pumpstufen weisen jeweils einen Einlass mit einem innerhalb des Gehäuses gelegenen Einlassbereich auf. Ferner ist zumindest ein Umlenkmittel vorgesehen, das wenigstens einen von einer vorgeschalteten Pumpstufe ausgehenden Strömungspfad für das zu pumpende Gas bereitstellt, der von dem Einlassbereich einer nachgeschalteten Pumpstufe wegführt.

[0010] Mit anderen Worten, das Umlenkmittel verhindert, dass das zu pumpende Gas aus einer ersten vorgeschalteten Pumpstufe den Einlassbereich einer weiteren nachgeschalteten Pumpstufe anströmt, indem es das Gas umlenkt und so auf einen vom Einlassbereich wegführenden Strömungspfad zwingt. Bei dem Strömungspfad kann es sich insbesondere auch um einen weiteren oder alternativen Strömungspfad des zu pumpenden Gases handeln. Es kann demnach vorgesehen sein, dass dem zu pumpenden Gas zwei oder mehrere Strömungspfade zur Verfügung stehen, wobei zumindest einer von dem Einlassbereich der nachgeschalteten Pumpe wegführt.

[0011] Es wurde erkannt, dass durch ein solches Umlenkmittel ein Rückströmen des zu pumpenden Gases in einen dem nachgeschalteten Einlass zugeordneten Rezipienten gänzlich oder zumindest weitgehend vermieden wird. Dies ermöglicht insbesondere das Anlegen eines konstanten Drucks an Rezipienten, die einem stromabwärts gelegenen Einlass der Pumpe zugeordnet sind. Ferner wird durch das Umlenkmittel die Gefahr einer durch Gasaustausch zwischen den Rezipienten verursachten Kontamination zumindest weitgehend verhindert. Insbesondere wenn es sich bei dem zu pumpenden Gas um ein korrosives Gas handelt, wirkt sich dies positiv auf die Lebensdauer des nachgeschalteten Rezipienten aus. Darüber hinaus lässt sich die erfindungsgemäße Vakuumpumpe realisieren, ohne dass die axiale Bauhöhe oder der Leistungsbedarf vergrößert werden müsste.

[0012] Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen, der Beschreibung und in den Figuren angegeben.

[0013] Für die Bereitstellung des Umlenkmittels ist es grundsätzlich unerheblich, ob die erfindungsgemäße Vakuumpumpe genau zwei oder mehrere Pumpstufen aufweist. Die vorgeschaltete und die nachgeschaltete Pumpstufe können sowohl unmittelbar aufeinanderfolgen, also benachbart sein, als auch durch eine oder mehrere dazwischen angeordnete Pumpstufen getrennt sein. Bevorzugt weist eine erfindungsgemäße Vakuumpumpe zwei, besonders bevorzugt drei, insbesondere vier, Pumpstufen auf. Es sind jedoch auch fünf und mehr Pumpstufen denkbar.

[0014] Wie oben bereits erwähnt, umfasst eine Pumpstufe vorzugsweise zumindest je eine Rotor- und Statorscheibe, die paarweise angeordnet sind. Daneben kann eine Pumpstufe zusätzlich mindestens eine Molekularpumpstufe umfassen. Beispielsweise kann es sich dabei um Holweck- oder Siegbahnpumpstufen handeln, die

auch miteinander kombiniert werden können. Eine Pumpstufe kann ferner ausschließlich eine oder mehrere Molekularpumpstufen umfassen.

[0015] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vakuumpumpe umfasst das Umlenkmittel eine zwischen zwei Pumpstufen angeordnete Trennwand, durch die sich eine den Pumpstufen zugeordnete Rotorwelle erstreckt.

[0016] Die Rotorwelle ist dabei vorzugsweise allen Pumpstufen zugeordnet und wird insbesondere von nur einem Motor angetrieben. Wie oben bereits erwähnt, entspricht die Rotorwelle im Wesentlichen der Achse der Pumpe, entlang derer die Pumpstufen hintereinander angeordnet sind. Die den Pumpstufen zugeordneten Einlässe sind vorzugsweise ebenfalls entlang dieser Achse angeordnet. Die Einlässe müssen nicht notwendigerweise auf einer Linie parallel zur Achse der Pumpe liegen, sondern können auch gegeneinander versetzt angeordnet sein. Alle Einlässe können seitliche Einlässe sein, wobei dies aber nicht zwingend ist. Insbesondere kann der erste Einlass der Pumpe, welcher allen anderen Einlässen vorgeschaltet ist, stirnseitig angeordnet sein. Ebenso kann der letzte Einlass der Pumpe, welcher allen anderen Einlässen nachgeschaltet ist, stirnseitig angeordnet sein.

[0017] Die Trennwand besteht vorzugsweise aus demselben oder einem ähnlichen Material wie eine Statorscheibe und ist im Wesentlichen auch ähnlich aufgebaut. Des Weiteren kann die Trennwand geteilt, insbesondere diametral geteilt, ausgeführt sein. Die Herstellung einer solchen Trennwand kann z.B. durch Drahterosion oder durch eine Laserbearbeitung erfolgen. Grundsätzlich sind dem Fachmann auf dem Gebiet der Turbomolekularpumpen entsprechende Fertigungsverfahren und Materialien bekannt, weshalb an dieser Stelle auf weitere Ausführungen verzichtet wird.

[0018] Gemäß einer weiteren Ausführungsform führt die Rotorwelle unter Ausbildung eines Spalts durch eine Öffnung in der Trennwand, wobei der Strömungspfad für das zu pumpende Gas durch den Spalt verläuft. Die Trennwand bewirkt also, dass der Strömungspfad des zu pumpenden Gases im Wesentlichen zur Mitte des Pumpenraumes bzw. zur Achse der Pumpe umgelenkt wird. Auf diese Weise wird ein direktes Anströmen des Einlasses der nachgeschalteten Pumpstufe und damit ein Rückströmen des zu pumpenden Gases in den dem Einlass zugeordneten Rezipienten vermieden. Grundsätzlich ist dieser vorteilhafte Effekt umso stärker, je dichter die Trennwand an dem nachgeschalteten Einlass angeordnet ist. Es ist daher insbesondere bevorzugt, dass sich der nachgeschaltete Einlass unmittelbar an die Trennwand anschließt.

[0019] Um diesen Effekt noch weiter zu verstärken, ist bei einer bevorzugten Weiterbildung der Vakuumpumpe die Trennwand im Bereich der Rotorwelle axial in die nachgeschaltete Pumpstufe hinein verlängert. Mit besonderem Vorteil lässt sich dadurch der Strömungspfad des zu pumpenden Gases ganz oder zumindest weitge-

hend an dem Einlassbereich der nachgeschalteten Pumpstufe vorbeiführen oder zumindest näher an den Kompressionsbereich der nachgeschalteten Pumpstufe heranführen. Eine solche Verlängerung lässt sich beispielsweise durch einen an der Trennwand angebrachten oder einstückig mit der Trennwand ausgebildeten Hohlzylinder oder Rohrstutzen realisieren, der die Rotorwelle umschließt. Auf diese Weise kann mit einem nur geringen Herstellungsaufwand der Gasaustausch zwischen Pumpenraum und einem dem Einlass der nachgeschalteten Pumpstufe zugeordneten Rezipienten noch weiter verringert werden.

[0020] Des Weiteren kann der Spalt zusätzlich oder alternativ von pumpaktiven Strukturen begrenzt sein. Dabei kann es sich insbesondere um Holweck- und/oder Siegbahn-Pumpstufen handeln. Die pumpaktiven Strukturen sind vorzugsweise an der Rotorwelle ausgebildet und können in Abhängigkeit von dem jeweiligen erfindungsgemäßen Umlenk-Konzept entweder eine der Strömungsrichtung des zu pumpenden Gases entsprechende (in Richtung nachgeschalteter Pumpstufe) oder eine dieser entgegengesetzte Pumpwirkung zwischen den zwei Pumpstufen bereitstellen.

[0021] In Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vakuumpumpe, die als Umlenkmittel ausschließlich zumindest eine Trennwand umfassen, sind die dem Spalt zugeordneten pumpaktiven Strukturen vorzugsweise so konfiguriert, dass sie eine der Strömungsrichtung des zu pumpenden Gases entsprechende Pumpwirkung (in Richtung nachgeschalteter Pumpstufe) bereitstellen.

[0022] Wie unten noch ausführlicher beschrieben, können in erfindungsgemäßen Ausführungsformen zusätzlich zu der Trennwand weitere Umlenkmittel vorgesehen sein. In einem solchen Fall kann es insbesondere bevorzugt sein, dass die dem Spalt zugeordneten pumpaktiven Strukturen derart konfiguriert sind, dass sie eine der Strömungsrichtung des zu pumpenden Gases entgegengesetzte Pumpwirkung (in Richtung vorgeschalteter Pumpstufe) bereitstellen. Auf diese Weise lässt sich eine besonders effektive Gassperre zwischen zwei aufeinanderfolgenden Pumpstufen realisieren. Mit anderen Worten, es kann bevorzugt sein, dass die Trennwand bzw. eine in der Trennwand ausgebildete Öffnung für die Rotorwelle keinen unmittelbar in die nachgeschaltete Pumpstufe führenden Strömungspfad für das zu pumpende Gas bereitstellt.

[0023] Des Weiteren kann dem Spalt zusätzlich oder alternativ ein Strömungswiderstand zugeordnet sein. Der Strömungswiderstand ist bevorzugt vor dem Spalt, insbesondere auf der Seite der vorgeschalteten Pumpstufe, angeordnet. Besonders bevorzugt ist der Strömungswiderstand auf der Rotorwelle angebracht. Die Rotorwelle und der Strömungswiderstand können auch einstückig ausgeführt sein. Beispielsweise handelt es sich bei dem Strömungswiderstand um eine Scheibe oder Platte. Ein dem Spalt zugeordneter Strömungswiderstand ist insbesondere vorteilhaft, wenn die Trennwand eine gassperrende Wirkung zwischen zwei Pump-

stufen bereitstellen soll.

[0024] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vakuumpumpe definiert das Umlenkmittel einen aus dem Pumpenraum herausführenden Strömungspfad. Ein solches Umlenkmittel kann alternativ oder zusätzlich zu einer oder mehreren Trennwänden vorgesehen sein.

[0025] Derartige Umlenkmittel lassen sich unterteilen in solche, die den Strömungspfad für das zu pumpende Gas nach dem Verlassen des Pumpenraums wieder in diesen zurückführen, und in solche, bei denen der Strömungspfad nicht in den Pumpenraum zurückgeführt wird.

[0026] Vorzugsweise umfasst das Umlenkmittel, welches den Strömungspfad wieder in den Pumpenraum zurückführt, einen Auslass der vorgeschalteten Pumpstufe, der durch eine Leitung mit einem weiteren Einlass der nachgeschalteten Pumpstufe verbunden ist. Dabei ist es unerheblich, ob die vorgeschaltete und die nachgeschaltete Pumpstufe unmittelbar aufeinanderfolgen, also benachbart sind, oder ob sie durch eine oder mehrere dazwischen angeordnete Pumpstufen voneinander getrennt sind.

[0027] Bevorzugt ist der weitere Einlass im Verhältnis zu dem mit einem Rezipienten verbundenen Einlass der betreffenden nachgeschalteten Pumpstufe stromabwärts angeordnet bzw. nachgeschaltet. Ferner kann es bevorzugt sein, wenn beide Einlässe im Wesentlichen an entgegengesetzten axialen Endbereichen der Pumpstufe, d.h. mit größtmöglichem axialen Abstand voneinander, angeordnet sind. Besonders bevorzugt ist der weitere Einlass der nachgeschalteten Pumpstufe an einer Stelle besonders hoher Kompression (Pumpwirkung) angeordnet. Mit anderen Worten, der weitere Einlass mündet vorzugsweise an einer Stelle hoher Pumpwirkung in den Pumpenraum. An einer solchen Stelle kann insbesondere eine an der Rotorwelle angebrachte Holweck- und/oder Siegbahn-Pumpstufe der betreffenden nachgeschalteten Pumpstufe angeordnet sein. Auf diese Weise wird ein Rückströmen des zu pumpenden Gases besonders sicher vermieden.

[0028] Die Leitung, die mit dem Auslass verbunden ist, verläuft bei einer Ausführungsform innerhalb des Gehäuses und außerhalb des Pumpenraumes. Die Leitung hat vorzugsweise einen geschlossenen Querschnitt und ist insbesondere im Wesentlichen gasdicht von dem Pumpenraum getrennt. Eine gasleitende Verbindung mit dem Pumpenraum besteht also bevorzugt nur über den Auslass und den weiteren Einlass. Die Leitung verläuft besonders bevorzugt parallel zu der Achse der Pumpe, wobei sie sich über die gesamte Länge der Pumpe erstrecken kann. Die Leitung kann allerdings auch den Pumpenraum spiralförmig entlang der Achse der Pumpe umlaufen. Bei der Leitung handelt es sich insbesondere um eine Bohrung oder einen Kanal. Es ist jedoch auch denkbar, dass die Leitung ein Rohr oder einen Schlauch umfasst.

[0029] Des Weiteren kann die Leitung den Auslass der

vorgeschalteten Pumpstufe mit mehr als einer nachgeschalteten Pumpstufe verbinden. Insbesondere können alle nachgeschalteten Pumpstufen jeweils über einen weiteren Einlass mit dem Auslass der vorgeschalteten Pumpstufe verbunden sein.

[0030] Eine zwischen Pumpenraum und Gehäuse verlaufende Leitung bietet den Vorteil einer kompakten Pumpenkonstruktion. Zusätzliche externe Gasleitungen entfallen, wodurch insbesondere auch das Handling der Pumpe erleichtert wird. Zudem können grundsätzlich bekannte Pumpentypen herangezogen werden, deren Gehäuse sich für das Bereitstellen einer entsprechenden Leitung eignet.

[0031] Gemäß einer weiteren Ausführungsform verläuft die Leitung, die mit dem Auslass der vorgeschalteten Pumpstufe verbunden ist, außerhalb des Pumpengehäuses.

[0032] Bei dem Auslass und/oder dem weiteren Einlass handelt es sich dann vorzugsweise um einen Flansch, mit dem eine lösbare Verbindung zu der Leitung hergestellt werden kann. Bei der Leitung handelt es sich beispielsweise um ein Rohr und/oder einen Schlauch, insbesondere einen Wellschlauch. In einer Ausführungsform kann die Leitung von einer Außenwand des Gehäuses und einem auf die Außenwand aufgesetzten Bauteil begrenzt sein, das insbesondere aus dem gleichen oder einem ähnlichen Material besteht wie das Gehäuse. Das Bauteil kann selbst gehäuseartig ausgebildet sein. Beispielsweise kann die außerhalb des Gehäuses verlaufende Leitung von einem in einem Metallblock ausgebildeten Kanal gebildet sein. Der Metallblock kann mit dem Pumpengehäuse fest verschraubt werden, wodurch sich die Leitung besonders zuverlässig abdichten lässt. Vorzugsweise ist der Metallblock unter Verwendung bekannter, standardisierter Dichtungen mit dem Auslass und/oder dem weiteren Einlass verbunden, d.h. insofern unter Ausbildung einer oder mehrerer herkömmlicher Flanschverbindungen an dem Pumpengehäuse angebracht. Insbesondere besteht der Metallblock aus Aluminium.

[0033] Eine außerhalb des Gehäuses verlaufende Leitung bietet den Vorteil, dass sich der durch die Leitung definierte Strömungspfad bei einer Vakuumpumpe mit mehr als zwei Pumpstufen variieren lässt. Verfügen alle oder zumindest die meisten nachgeschalteten Pumpstufen über einen weiteren Einlass und alle oder zumindest die meisten vorgeschalteten Pumpstufen über einen Auslass, lassen sich zwischen den Pumpstufen beliebige Verbindungen bereitstellen. Die erfindungsgemäße Vakuumpumpe kann auf diese Weise an die Art der Rezipienten sowie an die Art des zu pumpenden Gases angepasst werden.

[0034] Ein Umlenkmittel, welches den Strömungspfad des zu pumpenden Gases nach dem Verlassen des Pumpenraums nicht wieder in diesen zurückführt, umfasst vorzugsweise einen Auslass der vorgeschalteten Pumpstufe, an den eine externe Einrichtung anschließbar ist. Die externe Einrichtung umfasst bevor-

zugt eine Vorvakuumpumpe. Im Idealfall findet bei dieser Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vakuumpumpe überhaupt kein Gasaustausch mehr zwischen den Rezipienten statt.

5 **[0035]** Die Verbindung zwischen dem Auslass und der externen Einrichtung erfolgt z.B. durch Rohre und/oder Schläuche, insbesondere Wellschläuche.

[0036] Bei einer bevorzugten Weiterbildung ist dem Auslass der vorgeschalteten Pumpstufe eine Molekularpumpstufe, beispielsweise eine Siegbahn- und/oder Holweck-Pumpstufe, zugeordnet. Dies bewirkt eine hohe Kompression in unmittelbarer Nähe zum Auslass, wodurch das zu pumpende Gas mit höherem Druck ausgestoßen werden kann. Es kann vorgesehen sein, dass 10 allen Auslässen der Pumpe eine Molekularpumpstufe zugeordnet ist.

15 **[0037]** Besonders bevorzugte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vakuumpumpe umfassen Umlenkmittel, die sowohl einen aus dem Pumpenraum herausführenden Strömungspfad definieren als auch mindestens eine Trennwand umfassen, wie sie oben beschrieben wurde.

[0038] Die Erfindung betrifft außerdem ein Vakuumsystem mit einer mehrere zu evakuierende Kammern umfassenden Einrichtung und zumindest einer erfindungsgemäßen Vakuumpumpe, wobei die Kammern hintereinander angeordnet sind und jeweils einen Gasauslass aufweisen, der im Pumpbetrieb mit einem Einlass einer der Pumpstufen der Vakuumpumpe verbunden ist. 20 25 30

[0039] Die vorstehenden und weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden anhand der nachstehenden Beschreibung der beispielhaften Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen, in der identische Bezugszeichen zur Darstellung identischer Elemente verwendet werden, näher erläutert. Es zeigen: 35

40 Fig. 1 eine Vakuumpumpe gemäß einer Ausführungsform der Erfindung in schematischer Darstellung im Querschnitt,

45 Fig. 2a und 2b jeweils eine Detailansicht eines Spalts einer erfindungsgemäßen Vakuumpumpe in schematischer Darstellung im Querschnitt,

50 Fig. 3 bis 6 jeweils eine Vakuumpumpe gemäß einer Ausführungsform der Erfindung in schematischer Darstellung im Querschnitt, und

55 Fig. 7 und 8 jeweils ein Vakuumpumpensystem mit einer Vakuumpumpe gemäß einer Ausführungsform der Erfindung in schematischer Darstellung im Querschnitt.

[0040] Die in Fig. 1 gezeigte Vakuumpumpe 10 umfasst einen von einem Gehäuse 12 umschlossenen Pumpenraum 14, durch den sich eine Rotorwelle 22 erstreckt, welcher eine vorgeschaltete Pumpstufe 16a und eine nachgeschaltete Pumpstufe 16b zugeordnet sind. Jede Pumpstufe 16a, 16b umfasst mehrere paarweise angeordnete Rotor- und Statorscheiben 24, d.h. jede der beiden Pumpstufen 16a, 16b ist oder umfasst eine Turbomolekularpumpstufe. Die beiden Pumpstufen 16a, 16b gemeinsame Rotorwelle 22 ist an ihrem in Fig. 1 rechten Ende, also im Bereich niedrigeren Drucks, durch ein passives Permanentmagnetlager und am entgegengesetzten Ende durch eine geschmiertes Wälzlager drehbar gelagert.

[0041] Die nachgeschaltete Pumpstufe 16b umfasst zusätzlich zu der Turbomolekularpumpstufe eine Molekularpumpstufe 26, bei der es sich insbesondere um eine Holweck-Pumpstufe handelt. Die beiden Pumpstufen 16a und 16b weisen jeweils einen Einlass 18 mit einem Einlassbereich 20 auf, wobei jedem Einlass 18 ein zu evakuierender Bereich 28 zugeordnet ist. Die Strömungsrichtung bzw. ein erfindungsgemäß bereitgestellter Strömungspfad 15 des zu evakuierenden Gases sind mit Pfeilen angedeutet.

[0042] Die hintereinander geschalteten Pumpstufen 16a und 16b sind durch eine Trennwand 30 voneinander getrennt. Die Rotorwelle 22 erstreckt sich unter Ausbildung eines Spalts 32 durch eine Öffnung in der Trennwand 30 hindurch. Der Strömungspfad 15 des zu pumpenden Gases verläuft durch den Spalt 32. Dadurch wird ein direktes Anströmen des Einlassbereichs 20 der nachgeschalteten Pumpstufe 16b vermieden.

[0043] Fig. 2a zeigt eine vergrößerte Querschnittsdarstellung der Trennwand 30 im Bereich ihrer Öffnung. Die Trennwand 30 ist axial in die nachgeschaltete Pumpstufe (links der Trennwand 30) hinein verlängert. Die Verlängerung ist durch einen an der Trennwand 30 angebrachten Hohlzylinder 31, der die Rotorwelle 22 umschließt, realisiert. Der Strömungspfad des zu evakuierenden Gases ist mit einem Pfeil angedeutet. Überträgt man die Detailansicht gemäß Fig. 2a auf Fig. 1, wird deutlich, dass der der nachgeschalteten Pumpstufe 16b zugeordnete Einlassbereich 20 durch die Verlängerung eine noch bessere Abschirmung erfährt.

[0044] Fig. 2b zeigt eine vergrößerte Querschnittsdarstellung der Trennwand 30 im Bereich ihrer Öffnung gemäß einer weiteren Ausgestaltung. Dem Spalt 32 ist ein Strömungswiderstand 34 zugeordnet, der auf der Seite einer vorgeschalteten Pumpstufe an der Rotorwelle 22 angebracht ist. Anhand des durch den Pfeil angedeuteten Strömungspfades 15 ist erkennbar, dass der Durchtritt des Gases durch den Spalt 32 erschwert ist. Diese Ausführungsform ist bevorzugt, wenn die zwischen zwei Pumpstufen angeordnete Trennwand 30 im Wesentlichen gassperrend ausgebildet sein soll. Dies ist insbesondere der Fall, wenn ein weiteres Umlenkmittel vorgesehen ist, das einen aus dem Pumpenraum herausführenden Strömungspfad definiert (vgl. Fig. 3 bis 8).

[0045] Fig. 3 zeigt eine Vakuumpumpe 10, die im Unterschied zu der Vakuumpumpe gemäß Fig. 1 einen Kanal 40 umfasst, der zwischen dem Gehäuse 12 und dem Pumpenraum 14 parallel zur Rotorwelle 22 angeordnet ist. Der Kanal 40 ist durch eine statische Komponente 13 des Gehäuses 12 von dem Pumpenraum 14 im Wesentlichen gasdicht getrennt. Der Kanal 40 verbindet den Auslass 36 der vorgeschalteten Pumpstufe 16a mit einem weiteren Einlass 38 der nachgeschalteten Pumpstufe 16b. Der weitere Einlass 38 ist in unmittelbare Nähe zu einer Molekularpumpstufe 26 angeordnet. Die erhöhte Kompression an dieser Stelle verhindert ein Rückströmen des zu pumpenden Gases in den Kanal 40. Der durch Pfeile dargestellte Strömungspfad 15 des zu pumpenden Gases wird somit aus dem Pumpenraum 14 herausgeführt und stromabwärts auf Höhe der nachgeschalteten Pumpstufe 16b dem Pumpenraum 14 wieder zugeführt. Das Anströmen des der Pumpstufe 16b zugeordneten Einlassbereichs 20 wird so vermieden.

[0046] Des Weiteren sind in dieser Ausführungsform die Pumpstufen 16a und 16b durch eine Trennwand 30 voneinander getrennt. Die Trennwand 30 ist in dieser Ausführungsform gassperrend ausgebildet. Zur Verdeutlichung dieses Umstands ist ein Spalt zwischen der Rotorwelle 22 und der deren Öffnung begrenzenden Trennwand 30 nicht angedeutet. Es kann eine Konfiguration wie in Fig. 2b dargestellt vorgesehen sein. Zusätzlich oder alternativ zu dem Strömungswiderstand 34 können dem Spalt 32 ferner pumpaktive Strukturen, beispielsweise Holweck- und/oder Siegbahnpumpstufen, zugeordnet sein. Die von den pumpaktiven Strukturen bereitgestellte Pumpwirkung verläuft dann entgegen der Strömungsrichtung des zu pumpenden Gases, also in Richtung der vorgeschalteten Pumpstufe 16a.

[0047] Fig. 4 zeigt ebenfalls eine Vakuumpumpe 10 mit einem Umlenkmittel, das einen aus dem Pumpenraum 14 herausführenden Strömungspfad 15 definiert. Der Unterschied zu der Vakuumpumpe gemäß Fig. 3 besteht darin, dass der Strömungspfad durch eine Leitung bereitgestellt wird, die außerhalb des Gehäuses 12 verläuft. Der Auslass 36 der vorgeschalteten Pumpstufe 16a ist durch einen Schlauch oder ein Rohr 42 mit dem weiteren Einlass 38 der nachgeschalteten Pumpstufe 16b verbunden. Sowohl bei dem Auslass 36 als auch bei dem Einlass 38 handelt es sich insbesondere um einen Flansch, mit dem eine lösbare Verbindung zu dem Schlauch bzw. Rohr 42 bereitgestellt werden kann.

[0048] Die Vakuumpumpe 10 umfasst ferner einen Pumpenauslass 37, der vorzugsweise mit einer Vorvakuumpumpe verbunden ist (nicht gezeigt). In Bezug auf die Ausgestaltung der Trennwand 30 und den Verlauf des Strömungspfades kann auf die Ausführungen zu der Fig. 3 verwiesen werden.

[0049] Fig. 5 zeigt eine Vakuumpumpe 10 mit einem Umlenkmittel, das einen aus dem Pumpenraum 14 herausführenden Strömungspfad 15 bereitstellt. Bei dem Umlenkmittel handelt es sich um den Auslass 36 der vorgeschalteten Pumpstufe 16a, der an eine externe Ein-

richtung, insbesondere eine Vorvakuumpumpe (nicht gezeigt) anschließbar ist. Gegebenenfalls können beide Auslässe 36, 37 mit derselben externen Einrichtung verbunden sein. Im Übrigen kann auf die Ausführungen zu der Fig. 4 verwiesen werden.

[0050] Fig. 6 zeigt eine Vakuumpumpe 10, bei der im Unterschied zu der Vakuumpumpe gemäß Fig. 5 dem Auslass 36 der vorgeschalteten Pumpstufe 16a eine Molekularpumpstufe 26, beispielsweise eine Holweck- oder eine Siegbahnpumpstufe, zugeordnet ist. Diese erzeugt eine besonders hohe Kompression, so dass am Auslass 36 der Pumpstufe 16a das zu pumpende Gas mit erhöhtem Druck ausgestoßen werden kann. Im Übrigen kann auf die Ausführungen zu der Fig. 5 verwiesen werden.

[0051] Fig. 7 zeigt ein Vakuumpumpsystem 50 mit einer erfindungsgemäßen Vakuumpumpe 10, deren Gehäuse 12 einen Pumpenraum 14 mit drei Pumpstufen 16a, 16b und 16c aufweist. Die Rotorwelle 22 der Pumpe 10 ist parallel zu den Rezipienten oder Kammern 28 des mittels der erfindungsgemäßen Pumpe 10 zu evakuierenden Kammersystems angeordnet.

[0052] Jeder der Pumpstufen 16a, 16b und 16c ist ein Einlass 18, an den sich ein zu evakuierender Bereich 28 anschließt, zugeordnet. Die Pumpstufe 16b ist der Pumpstufe 16a nachgeschaltet, der Pumpstufe 16c jedoch vorgeschaltet. Zwischen den Pumpstufen 16b und 16c ist eine Trennwand 30 angeordnet. Ferner umfasst die Vakuumpumpe 10 ein weiteres Umlenkmittel, wie es in den Fig. 3 oder 4 beschrieben worden ist. Dieses Umlenkmittel ist hier lediglich durch den dadurch bereitgestellten Strömungspfad 15 angedeutet.

[0053] Bei dieser Konfiguration wird ein Gasaustausch zwischen dem der Pumpstufe 16c zugeordneten Bereich 28 einerseits und den der Pumpstufen 16b und 16a zugeordneten Bereichen 28 verhindert.

[0054] Der Pumpenauslass 37 ist bei dieser Ausführungsform stirnseitig angeordnet und mit einer Vorvakuumpumpe 44 verbunden. Des Weiteren ist ein Rezipient 28, der nicht mit dem Pumpenraum 14 verbunden ist, an die Vorvakuumpumpe 44 angeschlossen. Bei dem Vakuumpumpsystem 50 bzw. dem zu evakuierenden Kammersystem handelt es sich insbesondere um ein Massenspektrometer.

[0055] Fig. 8 zeigt ein Vakuumpumpsystem 52 mit einer erfindungsgemäßen Vakuumpumpe 10, deren Rotorwelle 22 senkrecht zu den Rezipienten oder Kammern 28 angeordnet ist. Die Vakuumpumpe 10 umfasst eine Trennwand 30 sowie ein weiteres Umlenkmittel, wie es in den Fig. 3 oder 4 beschrieben worden ist und das hier wiederum lediglich durch den bereitgestellten Strömungspfad 15 angedeutet ist.

[0056] Der der Pumpstufe 16a zugeordnete Einlass 18 ist stirnseitig angeordnet. Der der Pumpstufe 16b zugeordnete Einlass 18 ist durch eine Gehäusekomponente 19 mit dem Rezipienten 28 verbunden. Bei der Gehäusekomponente 19 kann es sich insbesondere um einen Metallblock handeln, der mit einem entsprechenden Kanal versehen ist und mit dem Gehäuse 12 sowie dem zu

evakuierenden Kammersystem fest verschraubt werden kann.

[0057] Der niedrigste Druckbereich des Vakuumpumpsystems 52 wird durch eine separate Turbomolekularpumpe 46 bereitgestellt, deren Einlass 17 mit dem Rezipienten 28 verbunden ist. Beide Pumpen 10, 46 haben einen stirnseitigen Auslass 37 und sind mit derselben Vorvakuumpumpe 44 verbunden. Im Übrigen kann auf die Ausführungen zu der Fig. 7 verwiesen werden. Bei dem Vakuumpumpsystem 52 bzw. dem zu evakuierenden Kammersystem handelt es sich ebenfalls insbesondere um ein Massenspektrometer.

[0058] Wie vorstehend bereits erwähnt, kann ein Strömungspfad durch den Spalt zwischen Trennwand und Rotorwelle z.B. gemäß den Fig. 1 und 2 mit einem außerhalb des Pumpenraumes verlaufenden Strömungspfad z.B. gemäß den Fig. 3 bis 8 kombiniert werden, so dass ein insbesondere relativ kleinerer Anteil des Gases entlang der Rotorwelle in die nachgeschaltete Pumpstufe strömt, ein insbesondere relativ größerer Anteil des Gases aber um einen relevanten Teil der nachgeschalteten Pumpstufe herum geführt wird.

Bezugszeichenliste

[0059]

10	Vakuumpumpe
12	Gehäuse
13	statische Komponente
14	Pumpenraum
15	Strömungspfad
16a, 16b, 16c	Pumpstufen
17	Einlass für separate Turbomolekularpumpe
18	Einlass
19	Gehäusekomponente
20	Einlassbereich
22	Rotorwelle
24	Stator-/Rotorscheiben-Paar
26	Molekularpumpstufe
28	zu evakuierende Kammer, Rezipient
30	Trennwand
31	Hohlzylinder
32	Spalt
34	Strömungswiderstand
36	Auslass
37	Pumpenauslass
38	weiterer Einlass
40	Kanal, Bohrung
42	Rohr, Schlauch
44	Vorvakuumpumpe
46	separate Turbomolekularpumpe
50,52	Vakuumpumpsystem

Patentansprüche

1. Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe,
mit einem Gehäuse (12), das einen Pumpenraum (14) für ein zu pumpendes Gas einschließt, in dem mehrere hintereinander geschaltete Pumpstufen (16a, 16b) angeordnet sind,
wobei die Pumpstufen (16a, 16b) jeweils einen Einlass (18) mit einem innerhalb des Gehäuses (12) gelegenen Einlassbereich (20) aufweisen, und wobei mindestens ein Umlenkmittel (30, 34, 38, 40, 42) vorgesehen ist, das zumindest einen von einer vorgeschalteten Pumpstufe (16a) ausgehenden Strömungspfad (15) für das zu pumpende Gas bereitstellt, der von dem Einlassbereich (20) einer nachgeschalteten Pumpstufe (16b) wegführt. 5
2. Vakuumpumpe nach Anspruch 1, wobei das Umlenkmittel eine zwischen zwei Pumpstufen (16a, 16b) angeordnete Trennwand (30) umfasst, durch die sich eine den Pumpstufen (16a, 16b) zugeordnete Rotorwelle (22) erstreckt. 10
3. Vakuumpumpe nach Anspruch 2, wobei die Rotorwelle (22) unter Ausbildung eines Spalts (32) durch eine Öffnung in der Trennwand (30) hindurchführt. 15
4. Vakuumpumpe nach Anspruch 3, wobei der Strömungspfad (15) durch den Spalt (32) verläuft. 20
5. Vakuumpumpe nach Anspruch 3 oder 4, wobei die Trennwand (30) im Bereich der Rotorwelle (22) axial in die nachgeschaltete Pumpstufe (16b) hinein verlängert ist. 25
6. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei der Spalt (32) von pumpaktiven Strukturen begrenzt ist. 30
7. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 3 bis 6, wobei dem Spalt (32) als Umlenkmittel ein Strömungswiderstand (34) zugeordnet ist. 35
8. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Umlenkmittel einen aus dem Pumpenraum (14) herausführenden Strömungspfad definiert. 40
9. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Umlenkmittel einen Auslass (36) der vorgeschalteten Pumpstufe (16a) umfasst, der durch eine Leitung (40, 42) mit einem weiteren Einlass (38) der nachgeschalteten Pumpstufe (16b) verbunden ist und/oder an den eine externe Einrichtung anschließbar ist. 45
10. Vakuumpumpe nach Anspruch 9, wobei die Leitung (40) innerhalb des Gehäuses (12) und außerhalb des Pumpenraumes (14) verläuft. 50
11. Vakuumpumpe nach Anspruch 9, wobei die Leitung (42) außerhalb des Gehäuses (12) verläuft. 55
12. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei dem Auslass (36) zumindest eine Molekularpumpstufe (26) zugeordnet ist.
13. Vakuumsystem mit einer mehrere zu evakuierende Kammern (28) umfassenden Einrichtung und zumindest einer Vakuumpumpe (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Kammern (28) hintereinander angeordnet sind und jeweils einen Gasauslass aufweisen, der im Pumpbetrieb mit einem Einlass (18) einer der Pumpstufen (16a, 16b, 16c) der Vakuumpumpe (10) verbunden ist.

Fig. 1

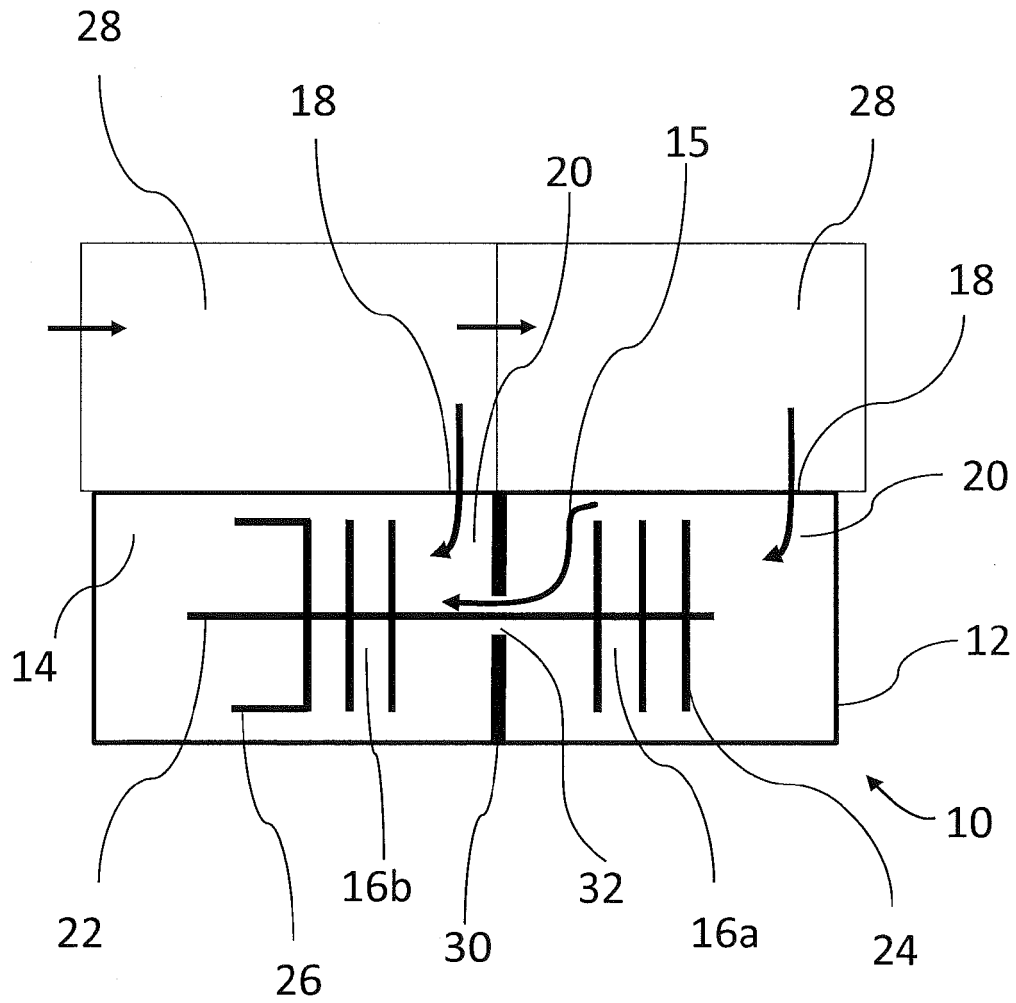


Fig. 2a

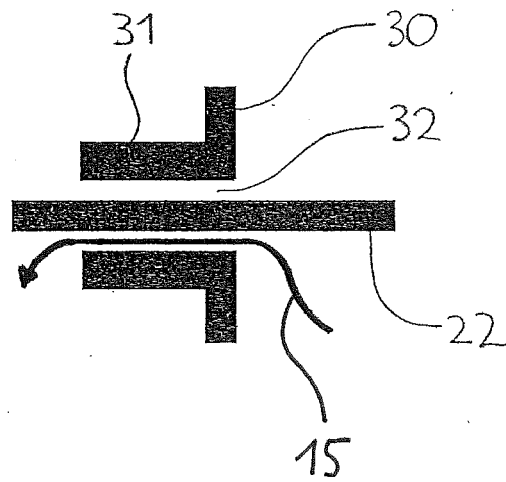


Fig. 2b

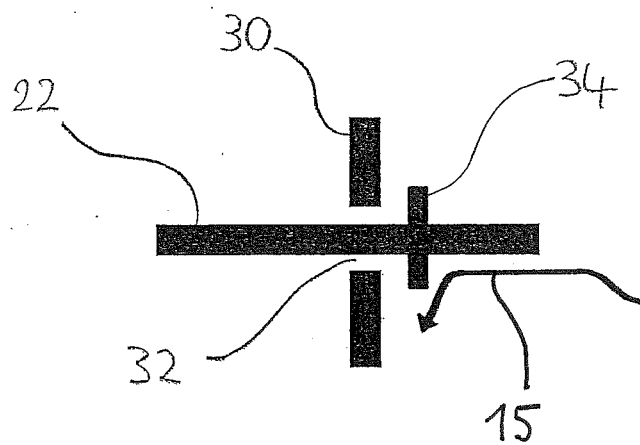


Fig. 3

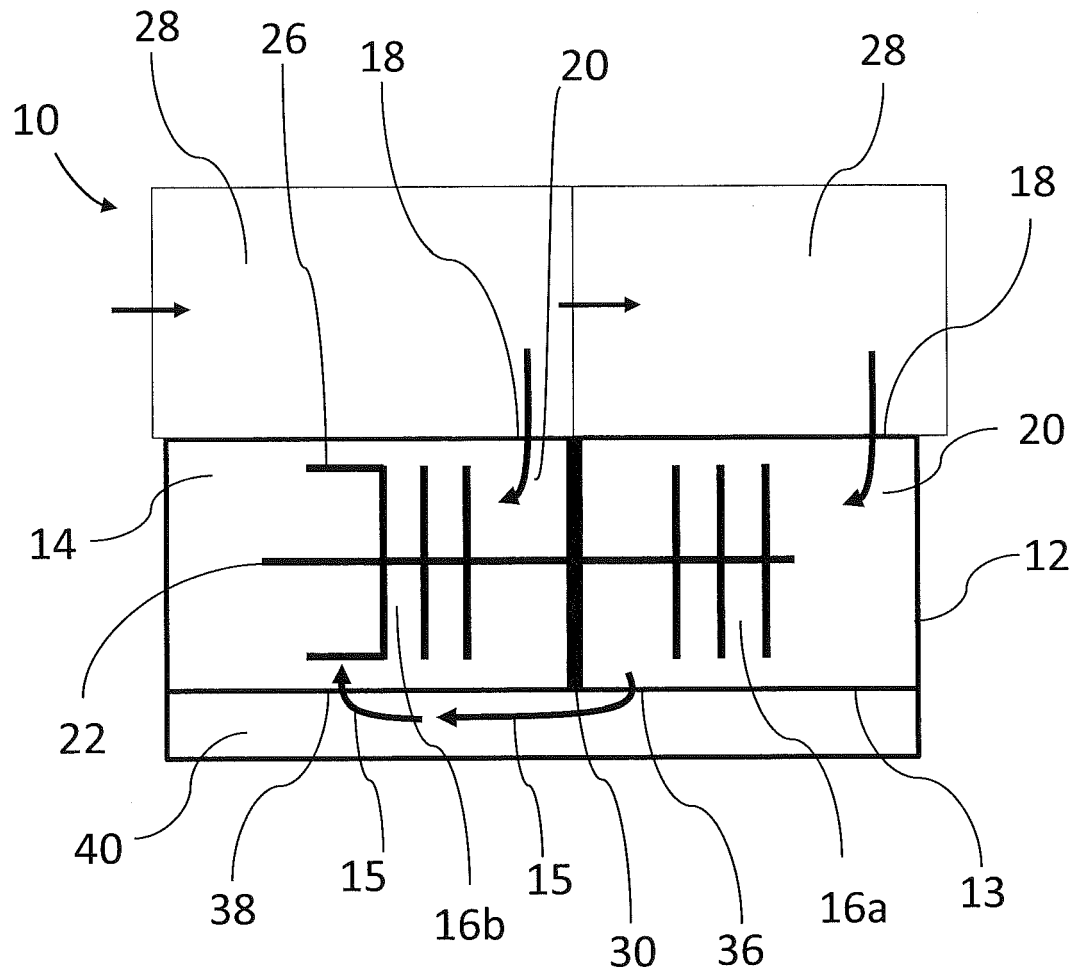


Fig. 4

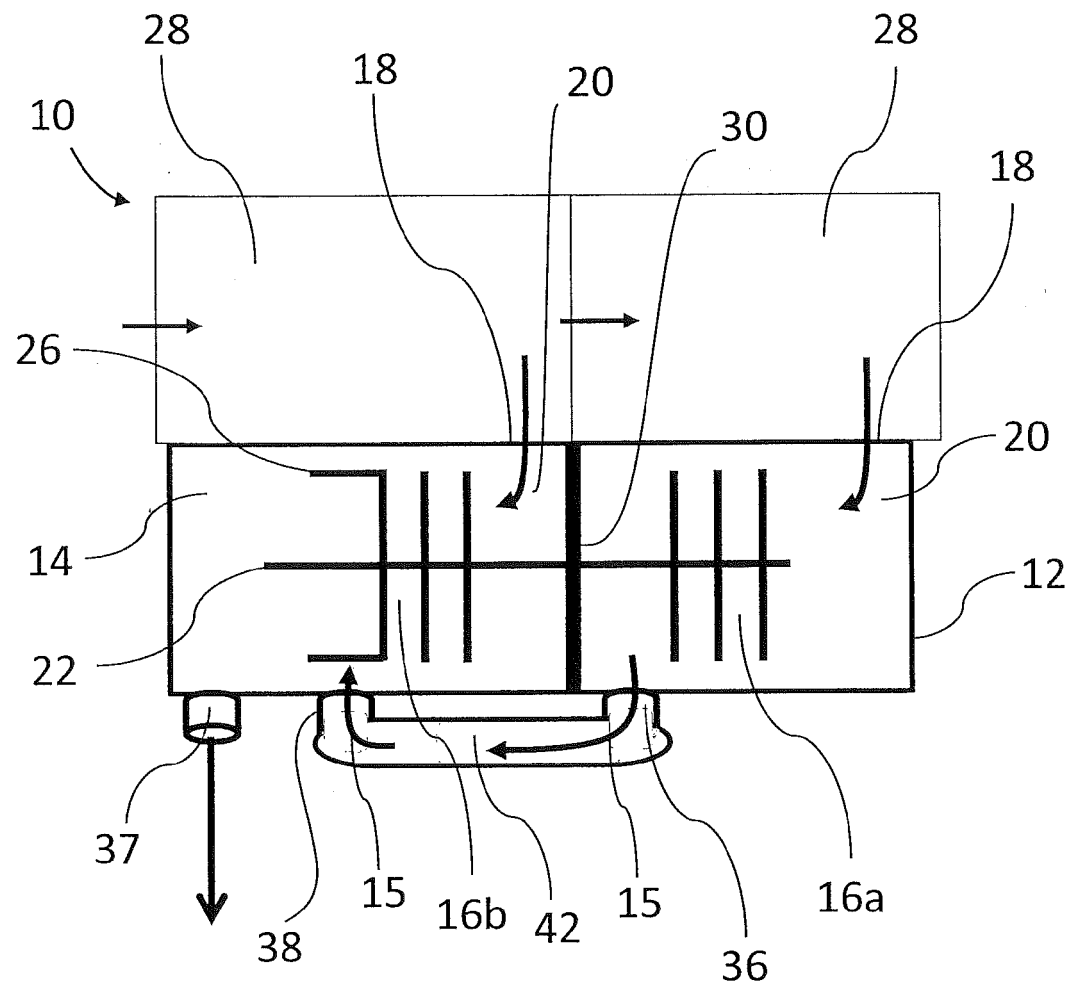


Fig. 5

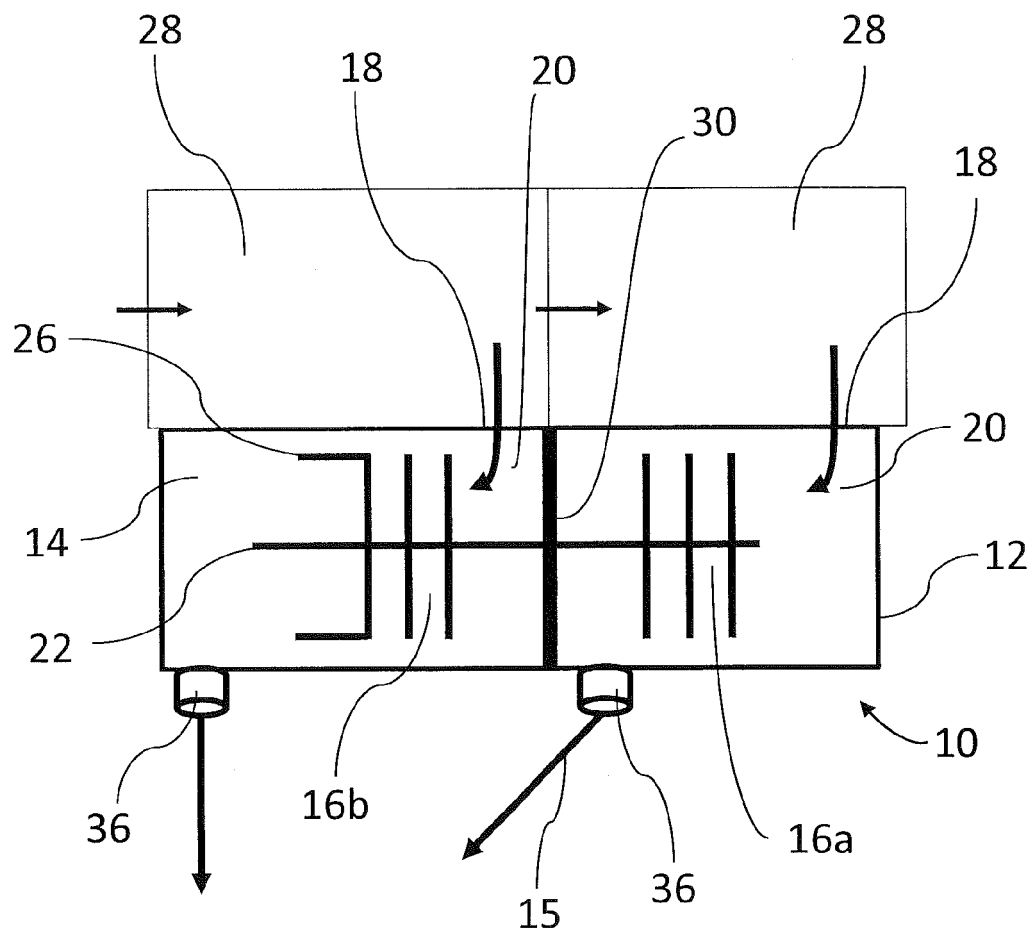


Fig. 6

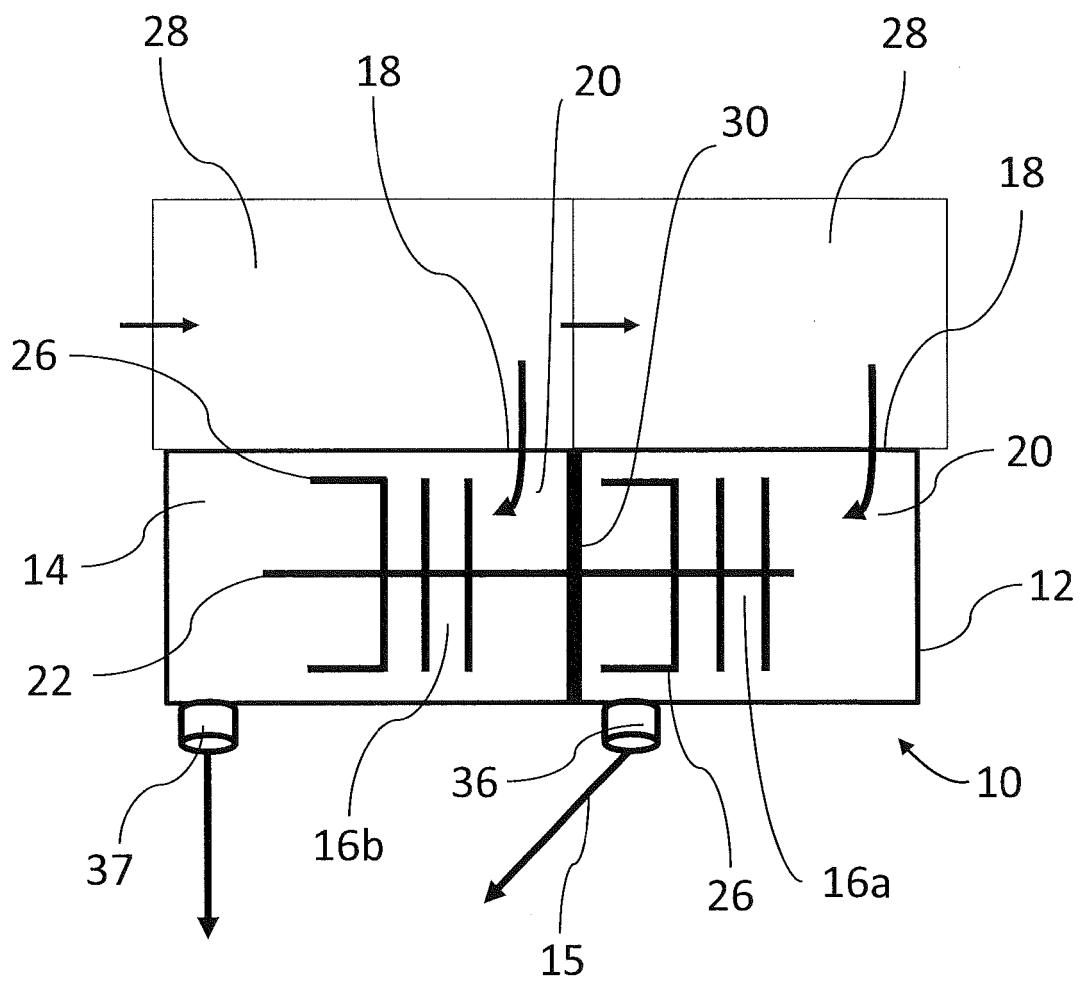


Fig. 7

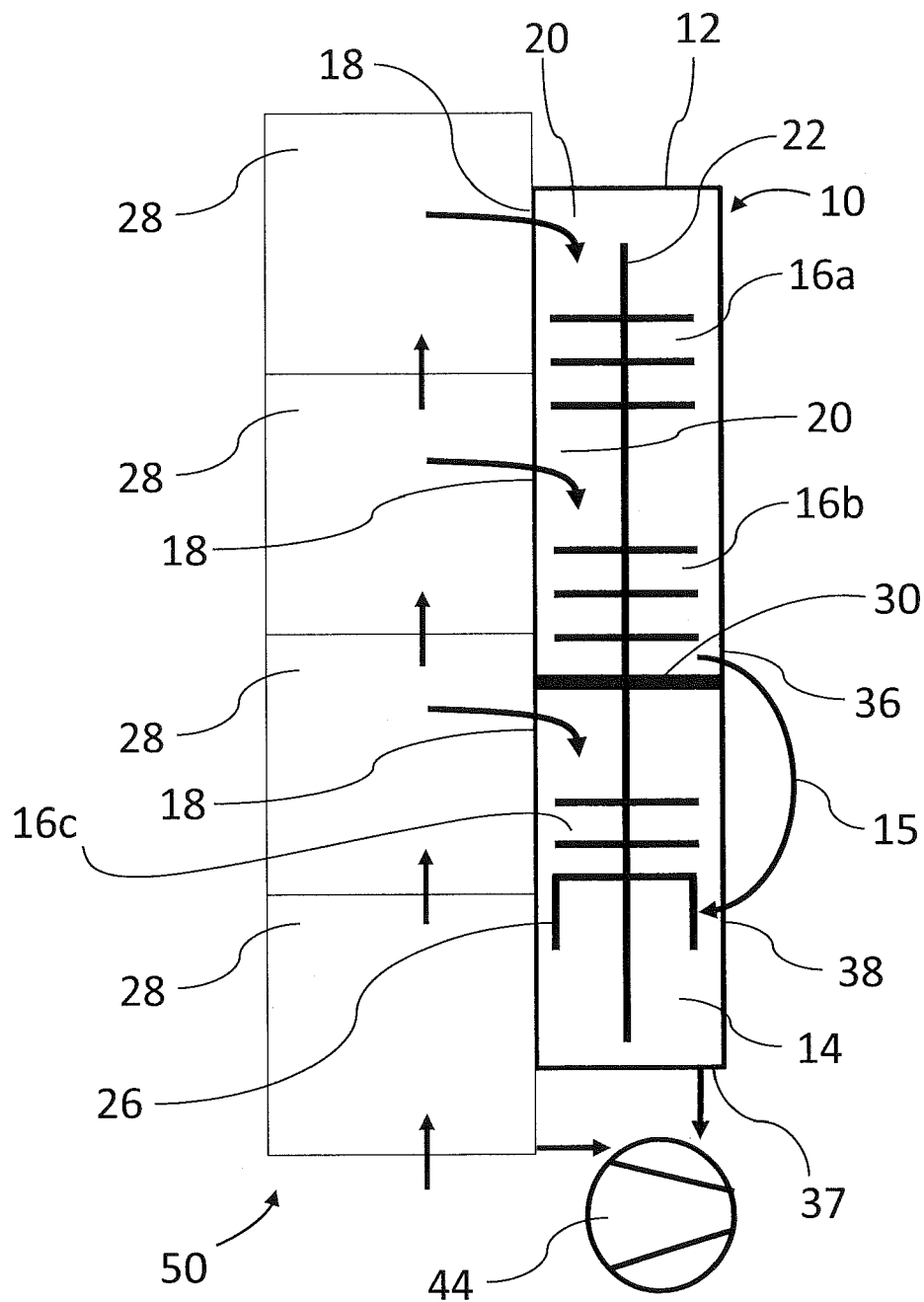
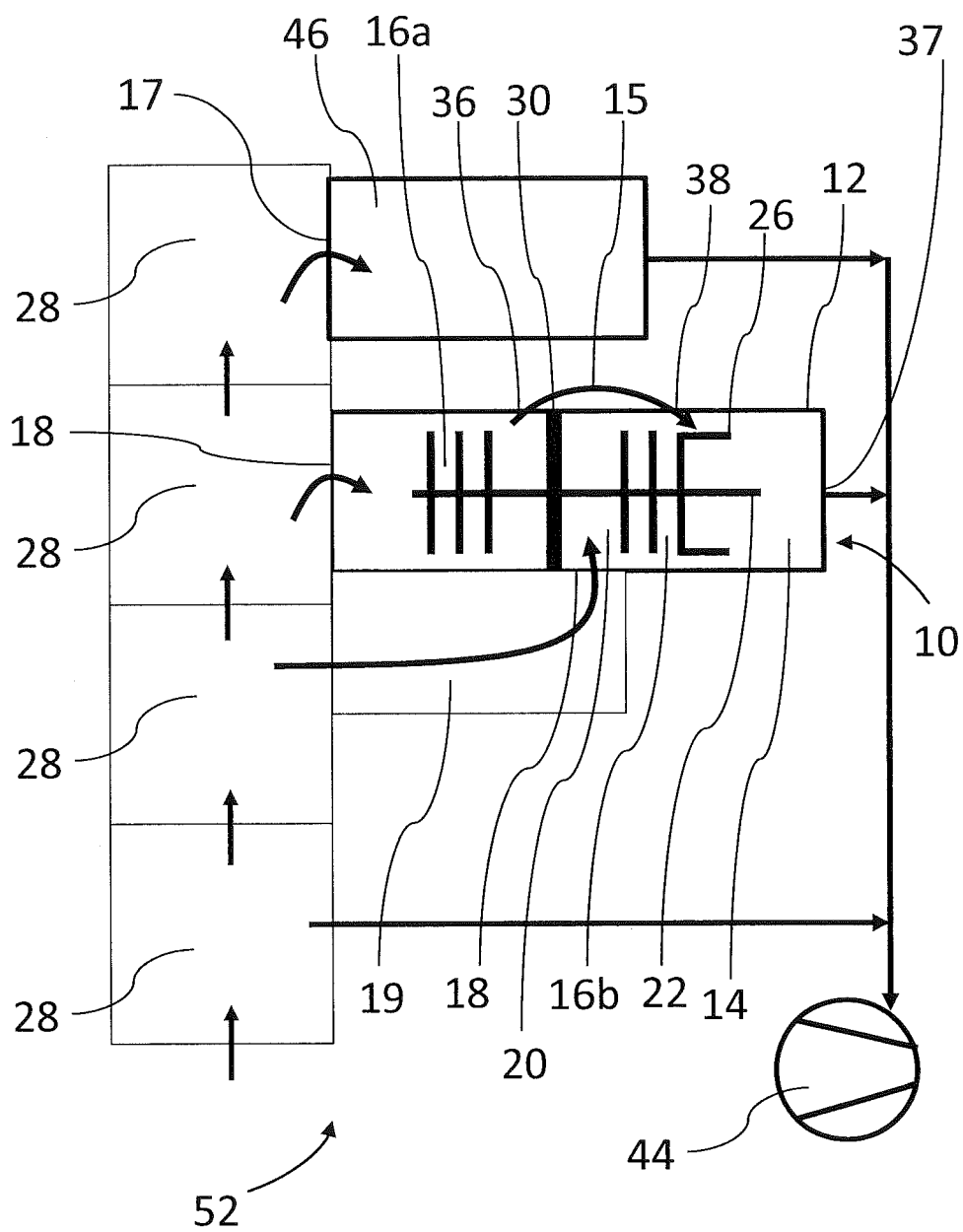


Fig. 8





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 15 16 4305

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 42 28 313 A1 (LEYBOLD AG [DE]) 3. März 1994 (1994-03-03)	1-7,12,13	INV. F04D19/04
Y	* Spalte 2, Zeile 5 - Spalte 3, Zeile 6 * * Spalte 3, Zeile 49 - Zeile 56; Abbildung 2 *	10,11	F04D27/00
	* Spalte 4, Zeile 25 - Zeile 40; Abbildung 5 *		
X	----- WO 2006/048603 A1 (BOC GROUP PLC [GB]; STONES IAN DAVID [GB]) 11. Mai 2006 (2006-05-11)	1,2,8,9,12,13	
	* Seite 8, Zeile 23 - Seite 9, Zeile 3; Abbildung 3 *		
	* Seite 12, Zeile 18 - Seite 13, Zeile 3; Abbildungen 9-10 *		
	* Seite 13, Zeile 11 - Zeile 25; Abbildung 9 *		
Y	----- DE 60 2004 008089 T2 (EDWARDS LTD [GB]) 17. April 2008 (2008-04-17)	10	
A	* Absatz [0029] - Absatz [0030]; Abbildung 2 *	1,12,13	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
	* Absatz [0032]; Abbildung 3 *		F04D G01M
Y	----- WO 2005/113986 A1 (BOC GROUP PLC [GB]; STONES IAN DAVID [GB]) 1. Dezember 2005 (2005-12-01)	11	
A	* Seite 11, Zeile 30 - Seite 12, Zeile 18; Abbildung 3 *	1,12,13	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 25. September 2015	Prüfer Di Giorgio, F
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 15 16 4305

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

25-09-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4228313 A1	03-03-1994	DE 4228313 A1	03-03-1994
		DE 59302940 D1	18-07-1996
		EP 0657025 A1	14-06-1995
		JP 3140060 B2	05-03-2001
		JP H08500675 A	23-01-1996
		US 5585548 A	17-12-1996
		WO 9405990 A1	17-03-1994
-----	-----	-----	-----
WO 2006048603 A1	11-05-2006	EP 1807626 A1	18-07-2007
		JP 2008518155 A	29-05-2008
		US 2009035123 A1	05-02-2009
		WO 2006048603 A1	11-05-2006
-----	-----	-----	-----
DE 602004008089 T2	17-04-2008	AT 369496 T	15-08-2007
		CN 1860300 A	08-11-2006
		DE 602004008089 T2	17-04-2008
		EP 1668257 A1	14-06-2006
		JP 4806636 B2	02-11-2011
		JP 2007507659 A	29-03-2007
		US 2007020116 A1	25-01-2007
		WO 2005033522 A1	14-04-2005
-----	-----	-----	-----
WO 2005113986 A1	01-12-2005	AT 462081 T	15-04-2010
		CA 2563248 A1	01-12-2005
		CN 1957182 A	02-05-2007
		EP 1756429 A1	28-02-2007
		JP 5053842 B2	24-10-2012
		JP 5378432 B2	25-12-2013
		JP 2007538197 A	27-12-2007
		JP 2011106466 A	02-06-2011
		US 2008063541 A1	13-03-2008
		WO 2005113986 A1	01-12-2005
-----	-----	-----	-----

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