

(19)



(11)

EP 2 975 268 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
20.01.2016 Patentblatt 2016/03

(51) Int Cl.:
F04D 19/04^(2006.01) F04D 29/08^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15174432.3**

(22) Anmeldetag: **30.06.2015**

(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

(72) Erfinder:
• **Stoll, Tobias**
35644 Hohenahr (DE)
• **Watz, Robert**
35781 Weilburg (DE)
• **Schweighöfer, Michael**
35641 Schöffengrund (DE)

(30) Priorität: **17.07.2014 DE 102014110078**

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

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

(54) **VAKUUMSYSTEM**

(57) Vakuumsystem mit wenigstens einer Vakuumpumpe (23, 23a, 23b) und wenigstens einem Rezipienten (25), wobei ein Auslass (37) des Rezipienten (25) mit einem Einlass (33) der Vakuumpumpe (23, 23a, 23b) derart lösbar verbunden oder verbindbar ist, dass eine im Auslass (37) vorgesehene Auslassöffnung (39) mit einer im Einlass (33) vorgesehenen Einlassöffnung (41) ausgerichtet ist und ein um die Auslassöffnung (39) herum verlaufender Abschnitt (43) des Auslasses (37) einem um die Einlassöffnung (41) herum verlaufenden Abschnitt (45) des Einlasses (33) gegenüberliegt, und dass

zwischen dem Einlassabschnitt (45) und dem Auslassabschnitt (43) eine um die Einlassöffnung (41) herum verlaufende erste Dichtung (47) und radial außerhalb der ersten Dichtung (47) eine um die Einlassöffnung (41) herum verlaufende zweite Dichtung (49) angeordnet sind, und wobei wenigstens eine Absaugung (53) zum Evakuieren wenigstens eines Volumens (51, 51 a, 51 b), das zwischen den beiden Dichtungen (47, 49) eingeschlossen ist, vorgesehen ist, wobei die erste Dichtung (47) aus einem weichen metallischen Material oder als eine Flachdichtung aus einem Elastomer ausgebildet ist.

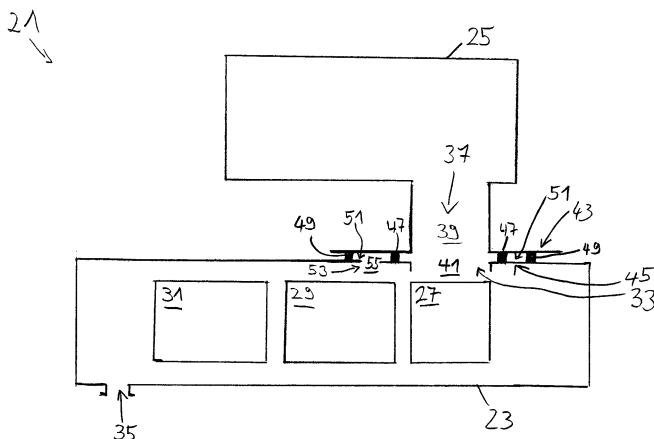


Fig. 1

EP 2 975 268 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Vakuumsystem mit wenigstens einer Vakuumpumpe und wenigstens einem Rezipienten, wobei ein Auslass des Rezipienten mit einem Einlass der Vakuumpumpe derart lösbar verbunden oder verbindbar ist, dass eine im Auslass vorgesehene Auslassöffnung mit einer im Einlass vorgesehenen Einlassöffnung ausgerichtet ist und ein um die Auslassöffnung herum verlaufender Abschnitt des Auslasses einem um die Einlassöffnung herum verlaufenden Abschnitt des Einlasses gegenüberliegt, und dass zwischen dem Einlassabschnitt und dem Auslassabschnitt eine um die Einlassöffnung herum verlaufende erste Dichtung und radial außerhalb der ersten Dichtung eine um die Einlassöffnung herum verlaufende zweite Dichtung angeordnet sind, und wobei wenigstens eine Absaugung zum Evakuieren wenigstens eines zwischen der ersten Dichtung und der zweiten Dichtung liegenden Volumens vorgesehen ist.

[0002] Bei einem Vakuumsystem der eingangs genannten Art dichtet die erste Dichtung den zwischen der Einlassöffnung und der Auslassöffnung verlaufenden Verbindungskanal gegenüber dem zwischen den beiden Dichtungen liegenden Volumen ab. Außerdem dichtet die radial außen liegende, zweite Dichtung das Volumen zur Atmosphäre hin ab. Da das Volumen über die Absaugung evakuiert werden kann, muss die erste Dichtung den Verbindungskanal nicht gegenüber dem Atmosphärendruck abdichten, sondern nur gegenüber dem in dem Volumen herrschenden niedrigeren Druck. Dadurch können im Verbindungskanal bzw. im Rezipienten besonders niedrige Drücke erreicht werden.

[0003] Allerdings tritt bei derartigen aus dem Stand der Technik bekannten Vakuumsystemen das Problem auf, dass sich im Rezipienten dauerhaft Drücke im Bereich des Ultrahochvakuums (UHV), insbesondere Drücke, die dauerhaft kleiner als 10^{-9} hPa sind, nur schwer realisieren lassen.

[0004] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Vakuumsystem bereitzustellen, bei dem im Rezipienten dauerhaft Drücke im Bereich des Ultrahochvakuums (UHV), insbesondere Drücke, die dauerhaft kleiner als 10^{-9} hPa sind, erreichbar sind.

[0005] Die Aufgabe wird durch ein Vakuumsystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und insbesondere dadurch gelöst, dass das Vakuumsystem der eingangs genannten Art dadurch weitergebildet wird, dass die erste Dichtung aus einem weichen metallischen Material oder als eine Flachdichtung aus Elastomer ausgebildet ist.

[0006] Da erfindungsgemäß die erste Dichtung aus einem weichen metallischen Material bzw. als Flachdichtung aus Elastomer ausgestaltet ist, ist die erste Dichtung allenfalls nur geringfügig aus, so dass - insbesondere bei entsprechender Auslegung der Vakuumpumpe - im Rezipienten dauerhaft Drücke im UHV-Bereich und insbesondere unter 10^{-9} hPa erzeugt werden können.

[0007] Vorzugweise handelt es sich bei dem Einlassabschnitt der Vakuumpumpe um einen Teil des Gehäuses der Vakuumpumpe und bei dem Auslassabschnitt des Rezipienten handelt es sich vorzugsweise um einen Teil des Gehäuses des Rezipienten.

[0008] Durch die Verwendung eines weichen metallischen Materials für die erste Dichtung ist die erste Dichtung insbesondere weicher als das Gehäuse der Vakuumpumpe bzw. des Rezipienten. Eine derartige zwischen dem Einlassabschnitt der Vakuumpumpe und dem Auslassabschnitt des Rezipienten angeordnete erste Dichtung kann somit verformt werden, zum Beispiel durch Gegeneinanderpressen der beiden Abschnitte, ohne dass wesentliche Verformungen am Einlass- oder Auslassabschnitt verursacht werden. Durch derartige Beschädigungen bzw. Verformungen bewirkte Vakuumschlechterungen können somit vermieden werden.

[0009] Besonders vorteilhaft ist es, wenn eine aus weichem metallischem Material ausgebildete erste Dichtung in Kombination mit einer Vakuumpumpe und/oder einem Rezipienten mit einem Aluminiumgehäuse eingesetzt wird. Damit kann erreicht werden, dass die erste Dichtung eine deutlich geringere Härte aufweist als der Einlassabschnitt und/oder der Auslassabschnitt. Die erste Dichtung verursacht somit keine oder nur geringfügige Beschädigungen bzw. Verformungen am Einlass- bzw. Auslassabschnitt.

[0010] Bevorzugt weist das metallische Material eine Brinellhärte (HB) auf, die geringer ist als HB 35, bevorzugt geringer als HB 30, weiter bevorzugt geringer als HB 25 und noch weiter bevorzugt höchstens HB 20 beträgt. Dadurch kann sichergestellt werden, dass die aus metallischem Material ausgebildete erste Dichtung eine deutlich geringere Härte aufweist als eine Vakuumpumpe bzw. ein Rezipient mit einem Gehäuse aus Aluminium.

[0011] Bei dem metallischen Material handelt es sich insbesondere um eine Aluminiumlegierung, insbesondere um EN AW 1050a H111. Dadurch kann eine weiche und kostengünstige erste Dichtung mit einer geringen Ausgasung realisiert werden.

[0012] Die erste Dichtung aus metallischem Material ist vorzugsweise als Flachdichtung ausgeführt. Dadurch kann bei guter Dichtwirkung ein Materialersparnis erzielt werden.

[0013] Vorzugsweise handelt es sich bei dem Elastomer um Polytetrafluorethylen (PTFE) oder FKM oder Viton. Die als Flachdichtung aus einem der genannten Materialien ausgebildete erste Dichtung weist eine geringe Permeabilität und Ausgasung auf, so dass im Rezipienten dauerhaft Drücke im UHV-Bereich und insbesondere unter 10^{-9} hPa erreicht werden können.

[0014] Die Flachdichtung aus Elastomer kann auch als Formdichtung ausgebildet sein, so dass der hierin verwendete Begriff "Flachdichtung" auch Formdichtungen umfassen soll.

[0015] Die aus weichem metallischem Material oder als Flachdichtung aus einem Elastomer ausgestaltete

erste Dichtung weist vorzugsweise eine Höhe von maximal 2 mm, weiter bevorzugt eine Höhe zwischen 0,03 und 1,5 mm, noch weiter bevorzugt eine Höhe zwischen 0,05 und 1 mm, und nochmals weiter bevorzugt eine Höhe zwischen 0,05 und 0,5 mm auf. Mit einer derartigen Dichtung kann bei geringer Ausgasung eine gute Abdichtwirkung erreicht werden.

[0016] Die - vorzugsweise aus weichem metallischem Material ausgestaltete - erste Dichtung kann zwischen dem Einlassabschnitt und dem Auslassabschnitt um 0,05 mm bis 0,5 mm, bevorzugt um 0,05 bis 0,1 mm, insbesondere flächig, verpresst sein. Durch eine derart geringfügige Verpressung der ersten Dichtung kann, insbesondere auch aufgrund der Absaugung und der radial außerhalb der ersten Dichtung vorgesehenen zweiten Dichtung, bereits eine ausreichend hohe Abdichtung erreicht werden, um im Rezipienten ein Vakuum im UHV-Bereich dauerhaft zu erzeugen. Die geringe Pressung der ersten Dichtung weist dabei den Vorteil auf, dass Beschädigungen am Einlass- oder Auslassabschnitt vermieden werden können.

[0017] Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist die zweite Dichtung aus einem Elastomer, insbesondere aus FKM oder Viton, und bevorzugt in Form eines O-Rings ausgebildet. Die zweite Dichtung kann somit kostengünstig realisiert werden. Nach einer Ausgestaltung der Erfindung umfasst die Absaugung wenigstens eine Absaugöffnung, die im Einlassabschnitt vorgesehen ist. Über die Absaugöffnung kann eine Evakuierung des Volumens zwischen der ersten und zweiten Dichtung erfolgen. Die Absaugöffnung kann über einen Kanal mit einer Pumpstufe der Vakuumpumpe verbunden sein, so dass das Volumen mittels der Pumpstufe ausgepumpt werden kann. Bei der Pumpstufe kann es sich insbesondere um eine Zwischenpumpstufe handeln, die nachgeordnet zu der Pumpstufe angeordnet ist, mittels der der Rezipient ausgepumpt wird. Dabei handelt es sich bei dem Kanal insbesondere um einen Zwischeneinlass in die Zwischenpumpstufe. Die Absaugöffnung kann aber auch mit einer separaten Vakuumpumpe in Verbindung stehen.

[0018] Bevorzugt umfasst die Absaugung wenigstens eine Absaugöffnung, die im Auslassabschnitt vorgesehen ist. Die Absaugöffnung im Auslassabschnitt kann zum Beispiel über einen Kanal mit einer Pumpstufe der Vakuumpumpe verbunden sein, so dass das zwischen der ersten und der zweiten Dichtung liegende Volumen über die Pumpstufe ausgepumpt werden kann. Dabei kann die Pumpstufe eine Zwischenpumpstufe sein, die der Pumpstufe nachgeordnet ist, mittels der der Rezipient ausgepumpt wird. Die Absaugöffnung im Auslassabschnitt kann jedoch auch mit einer separaten Vakuumpumpe in Verbindung stehen.

[0019] Vorzugsweise ist am Einlassabschnitt eine um die Einlassöffnung umlaufende Aufnahme für die erste Dichtung ausgebildet. Die erste Dichtung kann in die Aufnahme eingelegt werden. Die Aufnahme ist dabei bevorzugt derart tief ausgebildet, dass die darin aufgenommene Dichtung aus ihr hervorsticht, so dass die Dichtung

mit dem gegenüberstehenden Auslassabschnitt verpresst werden kann.

[0020] Die Aufnahme kann insbesondere in Form einer um die Einlassöffnung umlaufenden Einsenkung oder Nut ausgestaltet sein. Die Aufnahme kann somit besonders einfach hergestellt werden.

[0021] Vorzugsweise ist in der Aufnahme, bevorzugt in deren Mitte, eine um die Einlassöffnung herumlaufende Schneidkante ausgebildet.

[0022] In der entsprechenden Weise kann am Auslassabschnitt eine um die Auslassöffnung herum verlaufende, vorzugsweise in Form einer Nut ausgebildete, Aufnahme für die erste Dichtung vorgesehen sein. In der Aufnahme, vorzugsweise in deren Mitte, kann wiederum eine um die Auslassöffnung herumlaufende Schneidkante ausgebildet sein. Die Aufnahme im Einlassabschnitt und/oder die Aufnahme im Auslassabschnitt kann aber auch ohne Schneidkante ausgestaltet sein, wodurch eine flächige Verpressung der ersten Dichtung möglich ist.

[0023] Die im Auslassabschnitt und/oder im Einlassabschnitt vorgesehene jeweilige Aufnahme kann derart ausgestaltet sein, dass sie sich mit zunehmender Tiefe verjüngt. Die jeweilige Aufnahme kann somit insbesondere zur Aufnahme einer von der Grundform her rauteartig ausgestalteten Formdichtung vorgesehen sein, wobei durch die verjüngte Form der Aufnahme erreicht werden kann, dass keine allzu großen Montagekräfte auf die erste Dichtung wirken. Dadurch kann insbesondere eine mögliche durch die Montagekräfte verursachte Beschädigung bzw. Verformung an der Vakuumpumpe bzw. am Rezipienten vermieden werden.

[0024] Der Einlassabschnitt und/oder der Auslassabschnitt kann/können derart ausgestaltet sein, dass beim Zusammenziehen des Einlassabschnitts und des Auslassabschnitts wenigstens eine Kante der dazwischen angeordneten ersten Dichtung gequetscht wird. Dadurch kann bei geringer Verpressung der ersten Dichtung eine ausreichende Dichtwirkung erzielt werden. Die Quetschung der ersten Dichtung kann insbesondere dadurch erreicht werden, dass am Einlassabschnitt und/oder am Auslassabschnitt eine jeweilige Quetschkante oder ein die Quetschung verursachender Radius ausgebildet ist.

[0025] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die beiden Dichtungen einstückig miteinander ausgebildet sind. Durch die Verwendung der beiden einstückig ausgebildeten Dichtungen kann insbesondere Montagezeit zum Verbinden des Einlasses der Vakuumpumpe mit dem Auslass des Rezipienten eingespart werden.

[0026] Insbesondere können die beiden Dichtungen in Form einer metallischen Flachdichtung oder einer Elastomer-Flachdichtung ausgebildet sein. Dadurch kann bei geringer Ausgasung eine gute Dichtwirkung erreicht werden. Durch die flache Ausbildung kann außerdem Material eingespart werden.

[0027] Nach einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist das Gehäuse der Vakuumpumpe, insbesondere einschließlich des Einlassabschnitts, aus Aluminium ausgebildet. Im Vergleich zur Fertigung des Gehäuses

ses aus Edelstahl können Kosten eingespart werden.

[0028] Bevorzugt ist das Gehäuse des Rezipienten, insbesondere einschließlich des Auslassabschnitts, aus Aluminium ausgebildet. Im Vergleich zur Verwendung von Edelstahl können ebenfalls Kosten eingespart werden.

[0029] Nach einer Weiterbildung der Erfindung weist der Einlass wenigstens zwei Einlassöffnungen auf, wobei der Einlassabschnitt die Einlassöffnungen umgibt. Dementsprechend kann der Auslass des Rezipienten ebenfalls wenigstens zwei Auslassöffnungen aufweisen, die der Auslassabschnitt umgibt. Dabei kann bei mit der Vakuumpumpe verbundenem Rezipienten jeweils eine Auslassöffnung mit jeweils einer Einlassöffnung ausgerichtet sein.

[0030] Besonders bevorzugt ist um jede der wenigstens zwei Einlassöffnungen eine jeweilige erste Dichtung vorgesehen, die den zwischen der jeweiligen Einlassöffnung und der damit ausgerichteten Auslassöffnung verlaufenden Verbindungskanal zwischen Vakuumpumpe und Rezipienten abdichtet.

[0031] Vorzugsweise ist radial außerhalb der wenigstens zwei ersten Dichtungen eine um die wenigstens zwei ersten Dichtungen herum verlaufende zweite Dichtung vorgesehen. Außerdem umgibt die zweite Dichtung vorzugsweise eine radial außerhalb der ersten Dichtungen liegende Absaugung. Das Volumen, das zwischen den wenigstens zwei ersten Dichtungen und der zweiten Dichtung eingeschlossen wird, kann somit mittels der Absaugung evakuiert werden.

[0032] Nach einer Weiterbildung der Erfindung sind die wenigstens zwei ersten Dichtungen einstückig miteinander ausgebildet. Dadurch kann die Montage des Vakuumsystems vereinfacht werden.

[0033] Die Erfindung betrifft außerdem eine Doppeldichtung zum Abdichten einer Verbindung zwischen einem Auslass eines Rezipienten und einem Einlass einer Vakuumpumpe, wobei bei der Verbindung eine im Auslass vorgesehene Auslassöffnung mit einer im Einlass vorgesehenen Einlassöffnung ausgerichtet ist und ein um die Auslassöffnung herum verlaufender Abschnitt des Auslasses einem um die Einlassöffnung herum verlaufenden Abschnitt des Einlasses gegenüberliegt, wobei die Doppeldichtung eine erste Dichtung und eine zweite Dichtung aufweist, die derart zwischen dem Einlassabschnitt und dem Auslassabschnitt angeordnet oder anordenbar sind, dass die zweite Dichtung radial außerhalb der ersten Dichtung um die Einlassöffnung herum verläuft und die beiden Dichtungen wenigstens ein Volumen einschließen, das über wenigstens eine Absaugung evakuiert werden kann, und wobei die beiden Dichtungen einstückig miteinander ausgebildet sind.

[0034] Insbesondere kann die Doppeldichtung (und somit die beiden einstückig miteinander ausgebildeten Dichtungen) wenigstens eines der Merkmale aufweisen, die hierin im Zusammenhang mit der ersten Dichtung und/oder der zweiten Dichtung offenbart sind.

[0035] Vorzugsweise ist die Doppeldichtung - und so-

mit die beiden einstückig miteinander ausgebildeten Dichtungen - in Form einer metallischen Flachdichtung oder einer Elastomer-Flachdichtung ausgebildet. Dadurch kann bei hoher Dichtigkeit eine geringe Ausgasung der Doppeldichtung erreicht werden.

[0036] Bei der metallischen Flachdichtung handelt es sich bevorzugt um eine Dichtung aus einer Aluminiumlegierung, insbesondere aus EN AW 1050a H111.

[0037] Die Elastomer-Flachdichtung besteht bevorzugt aus PTFE, FKM oder Viton.

[0038] Die Flachdichtung weist bevorzugt eine Höhe von maximal 2 mm, bevorzugt eine Höhe zwischen 0,03 und 1,5 mm, weiter bevorzugt eine Höhe zwischen 0,05 und 1 mm, und noch weiter bevorzugt eine Höhe zwischen 0,05 und 0,5 mm auf.

[0039] Die vorliegende Erfindung betrifft außerdem eine Dichtungseinrichtung zum Abdichten einer Verbindung zwischen einem Auslass eines Rezipienten mit wenigstens zwei Auslassöffnungen und einem Einlass einer Vakuumpumpe mit wenigstens zwei Einlassöffnungen, wobei bei der Verbindung jeweils eine Auslassöffnung mit jeweils einer Einlassöffnung ausgerichtet ist und ein um die Auslassöffnungen herum verlaufender Abschnitt des Auslasses einem um die Einlassöffnungen herum verlaufenden Abschnitt des Einlasses gegenüberliegt, wobei die Dichtungseinrichtung wenigstens zwei Dichtungen aufweist, die zwischen dem Einlassabschnitt und dem Auslassabschnitt derart angeordnet oder anordenbar sind, dass jeweils eine der Dichtungen um jeweils eine der Einlassöffnungen herum verläuft, und wobei die wenigstens zwei Dichtungen einstückig miteinander ausgebildet sind.

[0040] Bevorzugt ist jede der wenigstens zwei Dichtungen vom Material und/oder der Dimensionierung her wie die vorstehend erwähnte erste Dichtung ausgebildet. Bei der Vakuumpumpe handelt es sich insbesondere um eine Turbomolekularpumpe, insbesondere um eine Turbomolekularpumpe mit mehr als einem Vakuum-Port. Eine derartige Vakuumpumpe wird auch als Split-Flow-Vakuumpumpe bezeichnet.

[0041] Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren beispielhaft beschrieben. Es zeigen, jeweils schematisch,

- 45 Fig. 1 eine geschnittene Ansicht eines erfindungsgemäßen Vakuumsystems,
- Fig. 2 eine seitliche Ansicht einer Vakuumpumpe,
- 50 Fig. 3 einen Längsschnitt gemäß der Linie A-A in Fig. 2,
- Fig. 4 einen Längsschnitt im Bereich eines UHV-Ports der Vakuumpumpe von Fig. 2,
- 55 Fig. 5 eine vergrößerte Schnittansicht des in Fig. 3 und 4 mit B gekennzeichneten Bereichs,

- Fig. 6 eine weitere vergrößerte Schnittansicht des in Fig. 3 und 4 mit B gekennzeichneten Bereichs,
- Fig. 7 noch eine weitere vergrößerte Schnittansicht des in Fig. 3 und 4 mit B gekennzeichneten Bereichs,
- Fig. 8 noch eine weitere vergrößerte Schnittansicht des in Fig. 3 und 4 mit B gekennzeichneten Bereichs,
- Fig. 9 eine geschnittene Teilansicht einer anderen Variante eines erfindungsgemäßen Vakuumsystems,
- Fig. 10 eine seitliche Ansicht einer weiteren Vakuumpumpe, und
- Fig. 11 eine seitliche Ansicht noch einer weiteren Vakuumpumpe.

[0042] Das in Fig. 1 gezeigte Vakuumsystem 21 umfasst eine Vakuumpumpe 23 und einen Rezipienten 25. Bei der Vakuumpumpe 23 handelt es sich um eine Turbomolekularpumpe mit einer ersten Pumpstufe 27, einer zweiten Pumpstufe 29 und einer dritten Pumpstufe 31. Die Pumpstufen 27, 29 und 31 sind in Serie angeordnet und zum Pumpen eines Fluids, wie etwa Luft, aus dem Rezipienten 25 und von einem Einlass 33 der Vakuumpumpe 23 zu einem Auslass 35 der Vakuumpumpe 23, an den eine weitere Vakuumpumpe angeschlossen sein kann, vorgesehen.

[0043] Bei der ersten Pumpstufe 27 kann es sich um eine turbomolekulare Pumpstufe mit mehreren an einer Rotorwelle befestigten Rotorscheiben und in axialer Richtung zwischen den Rotorscheiben angeordneten Statorscheiben handeln. Bei der zweiten Pumpstufe 29 und der dritten Pumpstufe 31 kann es sich um ineinander geschachtelte Holweck-Stufen handeln. Allerdings sind auch andere Konfigurationen möglich. Beispielsweise kann die zweite Pumpstufe 29 eine weitere turbomolekulare Pumpstufe sein, während nur die dritte Pumpstufe 31 eine Holweck-Pumpstufe ist.

[0044] Wie Fig. 1 zeigt, ist ein Auslass 37 des Rezipienten 25 an den Einlass 33 der Vakuumpumpe 23 angeschlossen. Dabei ist in an sich bekannter Weise eine im Auslass 37 vorgesehene Auslassöffnung 39 mit einer am Einlass 33 vorgesehenen Einlassöffnung 41 ausgerichtet. Außerdem ist ein, im gezeigten Beispiel als Flansch ausgebildeter Auslassabschnitt 43 um die Auslassöffnung 39 herum vorgesehen, der einem um die Einlassöffnung 41 herum verlaufenden Einlassabschnitt 45 gegenüber steht.

[0045] Zwischen dem Einlassabschnitt 45 und dem Auslassabschnitt 43 ist eine um die Einlassöffnung 41 herum verlaufende erste, innere Dichtung 47 angeordnet. Radial außerhalb der ersten Dichtung 47 ist eine ebenfalls um die Einlassöffnung 41 herum verlaufende

zweite, äußere Dichtung 49 angeordnet. Durch die beiden Dichtungen 47, 49 wird der sich zwischen der Auslassöffnung 39 und der Einlassöffnung 41 erstreckende Verbindungskanal zwischen der Vakuumpumpe 23 und dem Rezipienten 25 abgedichtet.

[0046] Die beiden Dichtungen 47, 49 schließen ein Volumen 51 ein, das bei dem gezeigten Beispiel außerdem von den Außenwänden des Einlassabschnitts 45 und des Auslassabschnitts 43 begrenzt wird. Zum Evakuieren des Volumens 51 ist eine Absaugung 53 vorgesehen, die wenigstens eine Absaugöffnung 55 aufweist, über die das Volumen 51 mit der zweiten Pumpstufe 29 in Verbindung steht. Das Volumen 51 kann somit von der zweiten Pumpstufe 29 und der nachgeordneten dritten Pumpstufe 31 evakuiert werden.

[0047] Es sind auch andere Varianten zur Evakuierung des Volumens 51 möglich. Beispielsweise kann das Volumen 51 nur über die dritte Pumpstufe 31 oder über eine separate Vakuumpumpe evakuiert werden.

[0048] Die äußere, zweite Dichtung 49 dichtet das Volumen 51 gegen Atmosphäre ab. Da im Volumen 51 somit ein Unterdruck herrscht, muss die innere, erste Dichtung 47 den Verbindungskanal zwischen den Öffnungen 39, 41 nicht gegenüber der Atmosphäre, sondern nur gegenüber dem im Volumen 51 herrschenden Unterdruck abdichten. Dadurch sind im Rezipienten 25 niedrigere Drücke erzielbar, insbesondere im Vergleich zur Verwendung von nur einer einzigen Dichtung anstelle der beiden Dichtung 47, 49 mit der Zwischenabsaugung 55.

[0049] Ferner ist bei dem Vakuumsystem 21 die erste Dichtung 47 aus einem weichen metallischen Material oder als eine Flachdichtung aus einem Elastomer ausgebildet. Dadurch kann sichergestellt werden, dass die erste Dichtung 47 nur geringfügig ausgast, so dass im Rezipienten besonders niedrige Drücke im UHV-Bereich, insbesondere unter 10^{-9} mbar erreicht und dauerhaft gehalten werden können.

[0050] An der Ausbildung der ersten Dichtung 47 aus einem weichen metallischen Material oder als Flachdichtung aus Elastomer ist außerdem vorteilhaft, dass bereits eine ausreichende Dichtwirkung eintritt, wenn der Auslassabschnitt 43 und der Einlassabschnitt 45 mit geringen Anpresskräften aneinander gedrückt werden, da aufgrund der Weichheit des Dichtungsmaterials bereits bei geringen Anpresskräften eine Verformung des Dichtungsmaterials und eine damit verbundene Abdichtwirkung eintritt. Außerdem wird eine Beschädigung oder Verformung des Auslassabschnitts 43 bzw. des Einlassabschnitts 45 aufgrund der Weichheit des Dichtungsmaterials vermieden.

[0051] Besonders bevorzugt handelt es sich bei dem weichen metallischen Material für die erste Dichtung 47 um eine Aluminiumlegierung, wie etwa EN AW 1050a H111. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn das Gehäuse der Vakuumpumpe 23 und/oder der Rezipient 25 aus Aluminium ausgestaltet ist/sind, da dann sichergestellt ist, dass die erste Dichtung 47 deutlich weicher ist als der Auslassabschnitt 43 und/oder der Einlassab-

schnitt 45.

[0052] Außerdem kann die aus weichem metallischem Material ausgebildete erste Dichtung 47 als Flachdichtung ausgestaltet sein. Da die erste Dichtung 47 nicht gegen Atmosphäre abdichten muss, ist nur noch ein sehr geringer Umformgrad der Dichtung notwendig, um eine ausreichende Dichtwirkung zu erreichen. Die erste Dichtung 47 kann beispielweise zwischen dem Einlassabschnitt 45 und dem Auslassabschnitt 43 flächig verpresst werden, wobei bereits eine Verformung von 0,1 mm bis 0,5 mm oder sogar nur von 0,05 mm bis 0,1 mm schon zu einer hinreichenden Dichtwirkung führen kann. Insbesondere bei sehr schmal ausgeführten Dichtstellen kann der Umformgrad aber auch größer sein, zum Beispiel bis 0,5 mm, da hierbei die Verpresskräfte ebenfalls gering gehalten werden können.

[0053] Ist die erste Dichtung 47 als Flachdichtung aus einem Elastomer ausgebildet, so kann sie insbesondere aus PTFE, FKM oder Viton bestehen.

[0054] Die erste Dichtung 47 aus weichem metallischem Material oder aus Elastomer weist bevorzugt eine Höhe von maximal 2 mm auf. Bevorzugt liegt die Höhe zwischen 0,03 mm und 1,5 mm, noch weiter bevorzugt zwischen 0,05 mm und 1 mm und noch weiter bevorzugt zwischen 0,05 mm und 0,5 mm. Bei einer derart flach ausgeführten ersten Dichtung 47 ist die Ausgasung gering, wodurch im Rezipienten 25 ein geringer Enddruck im UHV-Bereich erreicht und gehalten werden kann.

[0055] Die zweite Dichtung 49 kann als O-Ring aus einem Elastomer, wie etwa PTFE, FKM oder Viton, ausgebildet sein.

[0056] Die Vakuumpumpe 23a der Fig. 2 und 3 ist eine als Split-Flow-Pumpe ausgestaltete Turbomolekularpumpe. Split-Flow-Pumpen sind an sich bekannt.

[0057] Die Vakuumpumpe 23a kann insbesondere in der gleichen Weise aufgebaut sein wie die Vakuumpumpe der Fig. 1. Allerdings weist die Vakuumpumpe 23a zusätzlich zu dem Einlass 33 noch einen auch als Anzapfung bezeichneten Zwischeneinlass 57 auf, an den ein anderer Rezipient oder eine Kammer des an den Einlass 33 angeschlossenen Rezipienten (nicht gezeigt) angeschlossen werden kann.

[0058] Bei der Vakuumpumpe 23a bildet der Einlass 33 einen sogenannten UHV-Port, da ein an diesen Einlass 33 angeschlossener Rezipient auf ein Vakuum im UHV-Bereich evakuiert werden kann.

[0059] Mit der Vakuumpumpe 23a kann, wie vorstehend mit Bezug auf die Fig. 1 beschrieben wurde, in Kombination mit einem an den Einlass 33 angeschlossenen Rezipienten 25 ein Vakuumsystem gebildet werden. Dabei werden - wie auch in der vergrößerten Darstellung des von dem Einlass 33 gebildeten UHV-Ports der Fig. 4 zu sehen ist, zur Abdichtung des Verbindungskanals zwischen der Auslassöffnung 39 des Auslasses 37 des Rezipienten 25 (vgl. Fig. 1) und der Einlassöffnung 41 des Einlasses 33 der Vakuumpumpe 23a wiederum eine erste, innere Dichtung 47 und eine zweite, äußere Dichtung 49 mit einer dazwischen liegenden Absaugung 53

mit der Absaugöffnung 55 verwendet.

[0060] Die vorstehenden Ausführungen zur ersten Dichtung 47 und zur zweiten Dichtung 49 gelten entsprechend für die Vakuumpumpe 23a. Insbesondere ist, wie bei der Vakuumpumpe der Fig. 1, die erste Dichtung 47 aus einem weichen metallischen Material oder als eine Flachdichtung aus Elastomer ausgestaltet.

[0061] Zur Aufnahme der Dichtungen 47, 49 kann eine jeweilige um die Einlassöffnung 41 herumlaufende Aufnahme 57, 59 im Einlassabschnitt 45 vorgesehen sein. Außerdem ist im Einlassabschnitt 45 zwischen den Dichtungen 47, 49 ein mit der Absaugöffnung 55 in Verbindung stehender Sammelkanal 61 ausgebildet, insbesondere eingefräst. Über den Sammelkanal 61 kann das bei angeschlossenem Rezipienten 25 zwischen den Dichtungen 47 und 49 eingeschlossene Volumen 51 (vgl. Fig. 1) in verbesserter Weise über die Absaugung 53 evakuiert werden.

[0062] Die Fig. 5 bis 8 zeigen jeweilige vergrößerte Schnittansichten des in Fig. 3 und 4 mit B gekennzeichneten Bereichs des Einlasses 33 und somit des UHV-Ports.

[0063] Wie in Fig. 5 gezeigt ist, kann am Einlassabschnitt 45 und insbesondere in etwa in der Mitte der Aufnahme 57 eine Schneidkante 63 ausgebildet sein. Die Schneidkante 63 wirkt mit der ersten Dichtung 47 derart zusammen, dass auch bei geringer Pressung der ersten Dichtung 47 eine ausreichende Dichtwirkung erzielt wird.

[0064] Eine derartige mit der ersten Dichtung 47 zusammenwirkende Schneidkante 63 kann auch am Auslassabschnitt 43 des Auslasses 37 des Rezipienten 25 vorgesehen sein. Dabei kann die Schneidkante 63 ebenfalls in etwa in der Mitte einer am Auslassabschnitt 43 vorgesehenen Aufnahme für die erste Dichtung 47 ausgebildet sein (nicht gezeigt).

[0065] Bei der in Fig. 6 dargestellten Abwandlung ist in der Aufnahme 57 keine Schneidkante ausgebildet. Die erste Dichtung 47 lässt sich somit über die gesamte Breite der Aufnahme 57 gesehen flächig verpressen, wodurch ebenfalls eine ausreichende Abdichtwirkung erzielt wird. Die in Fig. 6 gezeigte Abwandlung wird bevorzugt in Verbindung mit einer als Flachdichtung aus Elastomer ausgebildeten ersten Dichtung 47 eingesetzt, während die Ausgestaltung der Fig. 5 bevorzugt bei einer ersten Dichtung 47 aus einem weichen metallischen Material eingesetzt wird.

[0066] Bei der in Fig. 7 gezeigten Abwandlung ist die Aufnahme 57 im Einlassabschnitt 45 in Form einer Stufe ausgebildet, die sich von der Einlassöffnung 41 weg nach radial außen erstreckt. Am Auslassabschnitt 43 des Rezipienten 25 ist seitlich neben der Auslassöffnung 39 eine Erhöhung 65 ausgebildet. Radial außerhalb der Erhöhung schließt sich eine Aufnahme 59 für die erste Dichtung 57 an, auf die radial noch weiter außen ein tiefer liegender Bereich 67 folgt. Im Übergangsbereich zwischen der Erhöhung 65 und der Aufnahme 59 ist ein Radius 69 ausgebildet. Wie Fig. 7 zeigt, liegt die erste Dichtung 47 zwischen der Aufnahme 57 des Einlassab-

schnitts 45 und der Aufnahme 59 des Auslassabschnitts 43. Durch den Radius 69 wird die dem Radius 69 zugewandte, um die Einlassöffnung 41 umlaufende Kante der ersten Dichtung 47 zusammengepresst bzw. zusammengequetscht. Somit kann auf einfache Weise eine ausreichende Dichtwirkung selbst bei einer geringen Anpressung erzeugt werden.

[0067] Bei der Abwandlung der Fig. 8 ist sowohl am Einlassabschnitt 45 als auch am Auslassabschnitt 43 eine um die Einlassöffnung 41 bzw. Auslassöffnung 39 herum verlaufende, in Form einer Nut ausgebildete, Aufnahme 57, 59 für die erste Dichtung 47 ausgebildet. Sowohl die Aufnahme 57 am Einlassabschnitt 45 als auch die Aufnahme 59 am Auslassabschnitt 43 verjüngt sich mit zunehmender Tiefe, so dass die beiden Aufnahmen 57, 59 bevorzugt zur Aufnahme einer ersten Dichtung 47 vorgesehen sind, die von der Grundform her einen rautenförmigen Querschnitt aufweist.

[0068] Aufgrund der Verjüngung weist ein Endbereich 71 der ersten Dichtung 47, der dem Einlassabschnitt 45 zugewandt ist, einen geringen Querschnitt auf. Beim Zusammenpressen der ersten Dichtung 47 zum Erreichen einer Dichtwirkung verformt sich insbesondere dieser Endbereich plastisch oder elastisch. Aufgrund des geringen Querschnitts des Endbereichs 71 kann bereits mit geringen Montagekräften eine ausreichende Dichtwirkung erzielt werden. Entsprechendes gilt für den Endbereich 73 der ersten Dichtung 47, der dem Auslassabschnitt 43 zugewandt ist.

[0069] Bei der in Fig. 9 dargestellten Variante eines erfindungsgemäßen Vakuumsystems 21 a sind die erste Dichtung 47 und die zweite Dichtung 49 einstückig miteinander ausgebildet. Die beiden Dichtungen 47, 49 bilden somit eine zusammenhängende Doppeldichtung.

[0070] Wie die Fig. 9 zeigt, schließen die beiden Dichtungen 47, 49 ein erstes Volumen 51 a ein, das außerdem vom Einlassabschnitt 45 begrenzt wird. Die beiden Dichtungen 47, 49 schließen ferner ein zweites Volumen 51 b ein, das außerdem vom Auslassabschnitt 43 begrenzt wird. Sowohl im Einlassabschnitt 45 als auch im Auslassabschnitt 43 ist eine jeweilige Absaugung 53 vorgesehen, die wie die vorstehend beschriebene Absaugung ausgestaltet sein kann. Insbesondere die Absaugung 53 im Rezipienten ist dabei bevorzugt mit einer separaten Vakuumpumpe gekoppelt, um das Volumen 51 b zu evakuieren.

[0071] Die von den beiden Dichtungen 47, 49 gebildete Doppeldichtung ist in einer am Einlassabschnitt 45 vorgesehenen Aufnahme 57 und einer am Auslassabschnitt 43 vorgesehenen Aufnahme 59 aufgenommen. In jeder Aufnahme 57, 59 ist eine in radialer Richtung gesehen innerhalb der Absaugung 53 liegende, um die Öffnungen 39, 41 umlaufende Schneidkante 63 vorgesehen. Die Schneidkanten 63 dichten in Kombination mit der ersten Dichtung 47 den zwischen den Öffnungen 39, 41 verlaufenden Verbindungskanal gegenüber dem Volumen 51 a und dem Volumen 51 b ab.

[0072] Jede Aufnahme 57, 59 umfasst außerdem eine

in radialer Richtung außerhalb der Absaugung 53 liegende, um die Öffnungen 39, 41 herumlaufende Schneidkante 63, die in Kombination mit der zweiten Dichtung 49 das Volumen 51 a bzw. das Volumen 51 b gegen Atmosphäre abdichtet.

[0073] Die von den beiden Dichtungen 47 und 49 ausgebildete Doppeldichtung kann als metallische Flachdichtung oder als Elastomer-Flachdichtung ausgebildet sein.

[0074] Die in Fig. 10 gezeigte Vakuumpumpe 23b ist wie die Vakuumpumpe der Fig. 2 aufgebaut. Allerdings weist bei der Vakuumpumpe 23b der Fig. 10 der Einlass 33 zwei Einlassöffnungen 41 auf, die von dem Einlassabschnitt 45 umgeben sind. Wie Fig. 10 zeigt, ist jede Einlassöffnung 41 von einer ersten Dichtung 47 umgeben, die um die jeweilige Einlassöffnung 41 herum verläuft. Radial außerhalb der beiden ersten Dichtungen 47 und der Absaugung 53 mit der Absaugöffnung 55 ist die zweite Dichtung 49 vorgesehen, die die beiden ersten Dichtungen 47 somit umschließt. Im Einlassabschnitt 45 ist im Bereich zwischen den Dichtungen 47, 49 der Sammelkanal 61 vorgesehen.

[0075] Zur Bildung eines Vakuumsystems kann an den Einlass 33 ein Rezipient mit einem Auslass angeschlossen werden, der zwei Auslassöffnungen aufweist, die bei an die Vakuumpumpe 23b angeschlossenem Rezipienten mit den beiden Einlassöffnungen 41 ausgerichtet sind (nicht gezeigt).

[0076] Für die ersten und zweiten Dichtungen 47, 49 gelten die vorstehend gemachten Ausführungen entsprechend. Außerdem können ebenfalls entsprechende Aufnahmen 57, 59 für die Dichtungen 47, 49 vorgesehen sein.

[0077] Bei der in Fig. 11 gezeigten abgewandelten Vakuumpumpe 23b liegen gegenüber der Vakuumpumpe der Fig. 10 die Einlassöffnungen 41 näher beieinander. Dadurch können die beiden ersten Dichtungen 47 einstückig miteinander ausgebildet sein. Eine einstückige Ausbildung der beiden ersten Dichtungen 47 ist aber auch bei der Ausgestaltung der Fig. 10 möglich.

[0078] Wie vorstehend mit Bezug auf die Fig. 9 ausgeführt wurde, können die ersten und zweiten Dichtungen 47, 49 bei den Varianten der Fig. 10 und 11 ebenfalls einstückig miteinander ausgeführt sein.

Bezugszeichenliste

[0079]

21, 21a	Vakuumsystem
23, 23a, 23b	Vakuumpumpe
25	Rezipient
27	erste Pumpstufe
29	zweite Pumpstufe
31	dritte Pumpstufe
33	Einlass
35	Auslass
37	Auslass

39	Auslassöffnung
41	Einlassöffnung
43	Auslassabschnitt
45	Einlassabschnitt
47	erste Dichtung
49	zweite Dichtung
51	Volumen
51a, 52b	Volumen
53	Absaugung
55	Absaugöffnung
57	Aufnahme
59	Aufnahme
61	Sammelkanal
63	Schneidkante
65	Erhöhung
67	Bereich
69	Radius
71	Endbereich
73	Endbereich

Patentansprüche

1. Vakuumsystem mit wenigstens einer Vakuumpumpe (23, 23a, 23b) und wenigstens einem Rezipienten (25),
wobei ein Auslass (37) des Rezipienten (25) mit einem Einlass (33) der Vakuumpumpe (23, 23a, 23b) derart lösbar verbunden oder verbindbar ist, dass eine im Auslass (37) vorgesehene Auslassöffnung (39) mit einer im Einlass (33) vorgesehenen Einlassöffnung (41) ausgerichtet ist und ein um die Auslassöffnung (39) herum verlaufender Abschnitt (43) des Auslasses (37) einem um die Einlassöffnung (41) herum verlaufenden Abschnitt (45) des Einlasses (33) gegenüberliegt, und dass zwischen dem Einlassabschnitt (45) und dem Auslassabschnitt (43) eine um die Einlassöffnung (41) herum verlaufende erste Dichtung (47) und radial außerhalb der ersten Dichtung (47) eine um die Einlassöffnung (41) herum verlaufende zweite Dichtung (49) angeordnet sind, und wobei wenigstens eine Absaugung (53) zum Evakuieren wenigstens eines Volumens (51, 51 a, 51 b), das zwischen den beiden Dichtungen (47, 49) eingeschlossen ist, vorgesehen ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
die erste Dichtung (47) aus einem weichen metallischen Material oder als eine Flachdichtung aus einem Elastomer ausgebildet ist.
2. Vakuumsystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
das metallische Material eine Brinellhärte aufweist, die geringer ist als HB 35, bevorzugt geringer als HB 30, weiter bevorzugt geringer als HB 25 und noch weiter bevorzugt höchstens HB 20 beträgt, und/oder dass es sich bei dem metallischen Material um eine

Aluminiumlegierung, insbesondere um EN AW 1050a H111, handelt.

3. Vakuumsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die erste Dichtung (47) aus metallischem Material als Flachdichtung ausgeführt ist.
4. Vakuumsystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
es sich bei dem Elastomer um PTFE, FKM oder Viton handelt.
5. Vakuumsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die erste Dichtung (47) eine Höhe von maximal 2 mm, bevorzugt eine Höhe zwischen 0,03 und 1,5 mm, noch weiter bevorzugt eine Höhe zwischen 0,05 und 1 mm, und noch weiter bevorzugt eine Höhe zwischen 0,05 und 0,5 mm aufweist, und/oder dass die erste Dichtung (47) zwischen dem Einlassabschnitt (45) und dem Auslassabschnitt (43) um 0,05 mm bis 0,5 mm, bevorzugt um 0,05 bis 0,1 mm, insbesondere flächig, verpresst ist.
6. Vakuumsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die zweite Dichtung (49) aus einem Elastomer, insbesondere aus PTFE, FKM oder Viton, und bevorzugt in Form eines O-Rings ausgebildet ist.
7. Vakuumsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Absaugung (53) wenigstens eine im Einlassabschnitt (45) vorgesehene Absaugöffnung (55) umfasst, und/oder die Absaugung (53) wenigstens eine im Auslassabschnitt (43) vorgesehene Absaugöffnung (55) umfasst.
8. Vakuumsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
am Einlassabschnitt (45) und/oder am Auslassabschnitt (43) eine um die Einlassöffnung (41) bzw. Auslassöffnung (39) herum verlaufende, insbesondere in Form einer Nut ausgebildete, Aufnahme (57) für die erste Dichtung (47) vorgesehen ist, wobei insbesondere in der Aufnahme (57), vorzugsweise in deren Mitte, eine um die Einlassöffnung (41) bzw. Auslassöffnung (43) herum verlaufende Schneidkante (63) ausgebildet ist, und/oder dass sich die Aufnahme (57) mit zunehmender Tiefe verjüngt.
9. Vakuumsystem nach einem der vorhergehenden

Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Einlassabschnitt (45) und/oder der Auslassabschnitt (43) derart ausgestaltet ist/sind, dass beim Zusammenziehen des Einlassabschnitts (45) und des Auslassabschnitts (43) wenigstens eine, insbesondere um die Einlassöffnung herumlaufende, Kante der dazwischen angeordneten ersten Dichtung (47) gequetscht wird.

10. Vakuumsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die beiden Dichtungen (47, 49) einstückig miteinander ausgebildet sind, insbesondere in Form einer metallischen Flachdichtung oder einer Elastomer-Flachdichtung.

11. Vakuumsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Gehäuse der Vakuumpumpe (23, 23a, 23b), insbesondere einschließlich des Einlassabschnitts (45), aus Aluminium ausgebildet ist, und/oder das Gehäuse des Rezipienten (25), insbesondere einschließlich des Auslassabschnitts (43), aus Aluminium ausgebildet ist.

12. Vakuumsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Einlass (33) wenigstens zwei Einlassöffnungen (41) aufweist, die der Einlassabschnitt (45) umgibt, um jede der wenigstens zwei Einlassöffnungen (41) eine jeweilige erste Dichtung (47) vorgesehen ist, und

die zweite Dichtung (49) radial außerhalb der wenigstens zwei ersten Dichtungen (47) um die wenigstens zwei ersten Dichtungen (47) herum verläuft, wobei insbesondere die wenigstens zwei ersten Dichtungen (47) einstückig miteinander ausgebildet sind.

13. Doppeldichtung zum Abdichten einer Verbindung zwischen einem Auslass (37) eines Rezipienten (25) und einem Einlass (33) einer Vakuumpumpe (23, 23a, 23b),

wobei bei der Verbindung eine im Auslass (37) vorgesehene Auslassöffnung (39) mit einer im Einlass (33) vorgesehenen Einlassöffnung (41) ausgerichtet ist und ein um die Auslassöffnung (39) herum verlaufender Abschnitt (43) des Auslasses (37) einem um die Einlassöffnung (41) herum verlaufenden Abschnitt (45) des Einlasses (33) gegenüberliegt, wobei die Doppeldichtung eine erste Dichtung (47) und eine zweite Dichtung (49) aufweist, die zwischen dem Einlassabschnitt (45) und dem Auslassabschnitt (43) derart angeordnet oder anordenbar sind, dass die zweite Dichtung (49) radial außerhalb der

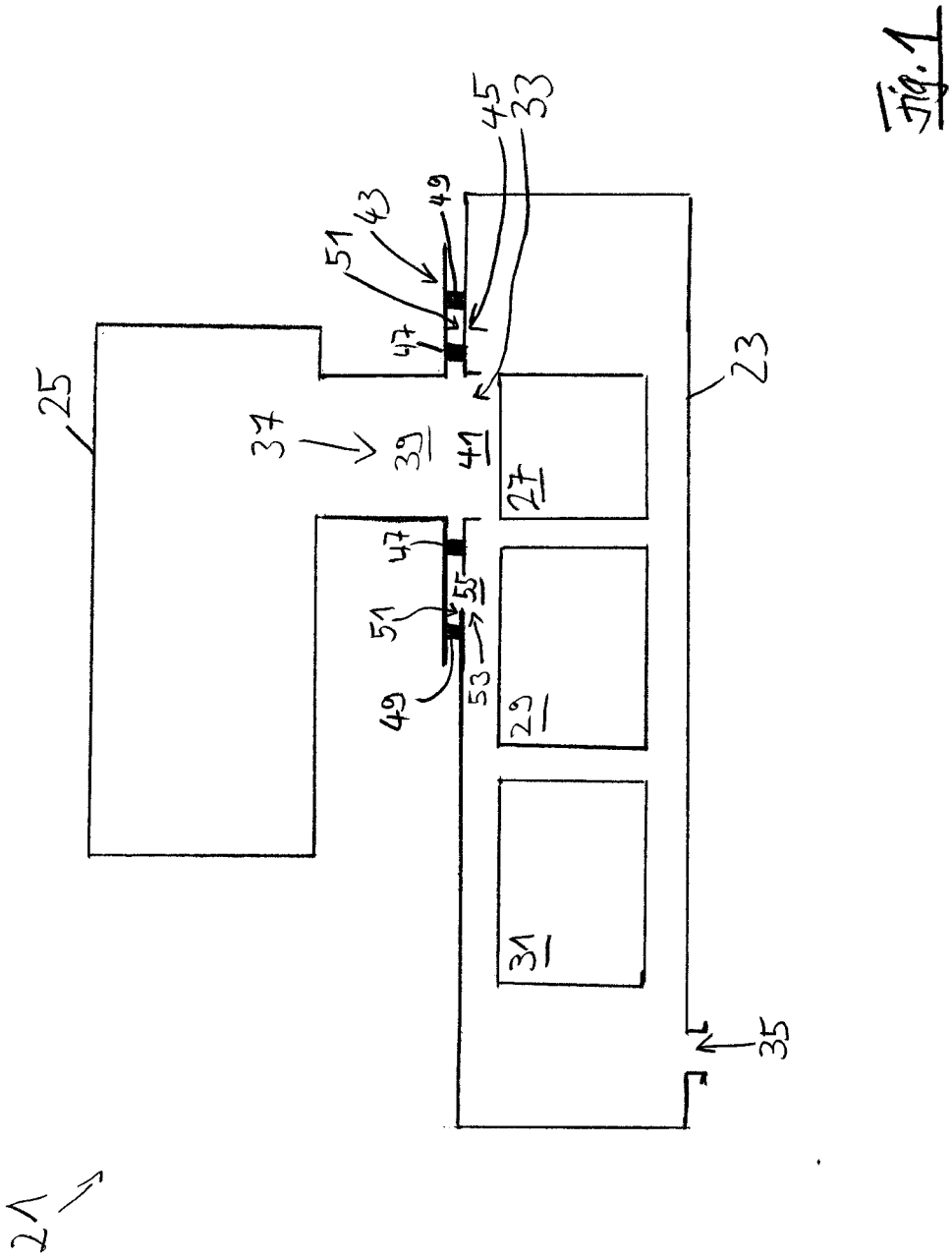
ersten Dichtung (47) um die Einlassöffnung (41) herum verläuft und die beiden Dichtungen (47, 49) wenigstens ein Volumen (51 a, 51 b) einschließen, das über wenigstens eine Absaugung (53) evakuierbar ist,

dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Dichtungen (47, 49) einstückig miteinander ausgebildet sind.

14. Doppeldichtung nach Anspruch 13,

dadurch gekennzeichnet, dass die beiden einstückig ausgebildeten Dichtungen (47, 49) als eine metallische Flachdichtung oder als eine Elastomer-Flachdichtung ausgebildet ist.

15. Dichtungseinrichtung zum Abdichten einer Verbindung zwischen einem Auslass (37) eines Rezipienten (25) mit wenigstens zwei Auslassöffnungen (39) und einem Einlass (33) einer Vakuumpumpe (23b) mit wenigstens zwei Einlassöffnungen (41), wobei bei der Verbindung jeweils eine Auslassöffnung (39) mit jeweils einer Einlassöffnung (41) ausgerichtet ist und ein um die Auslassöffnungen (39) herum verlaufender Abschnitt (43) des Auslasses (37) einem um die Einlassöffnungen (41) herum verlaufenden Abschnitt (45) des Einlasses (33) gegenüberliegt, wobei die Dichtungseinrichtung wenigstens zwei Dichtungen (47) aufweist, die zwischen dem Einlassabschnitt (45) und dem Auslassabschnitt (43) derart angeordnet oder anordenbar sind, dass jeweils eine der Dichtungen (47) um jeweils eine der Einlassöffnungen (41) herum verläuft, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens zwei Dichtungen (47) einstückig miteinander ausgebildet sind.



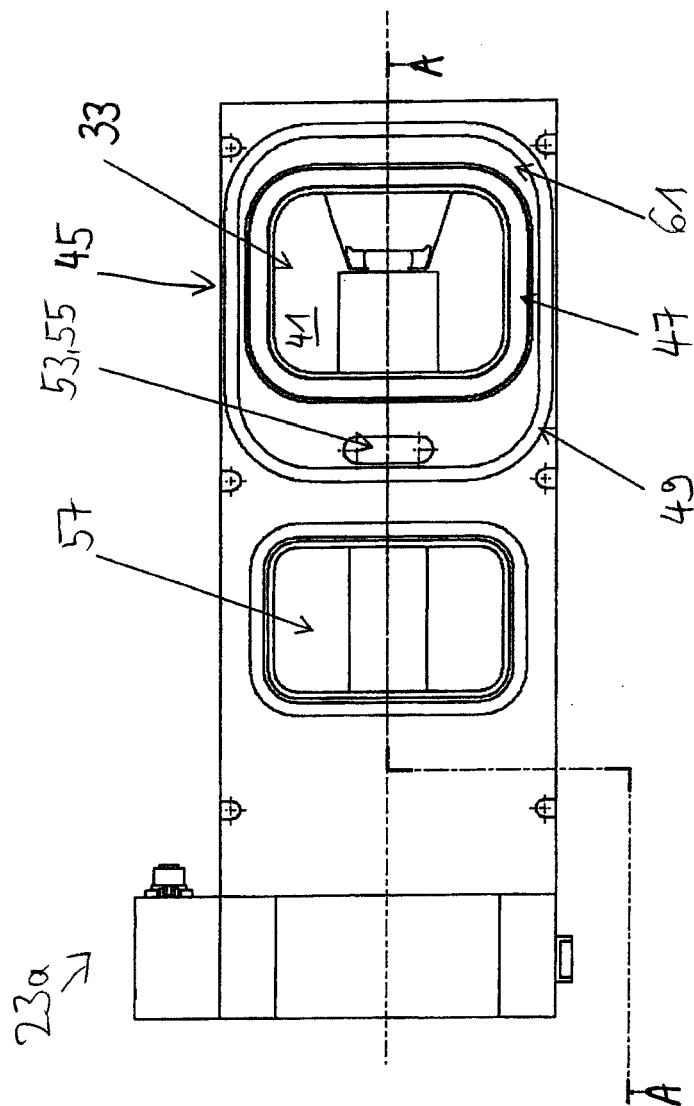
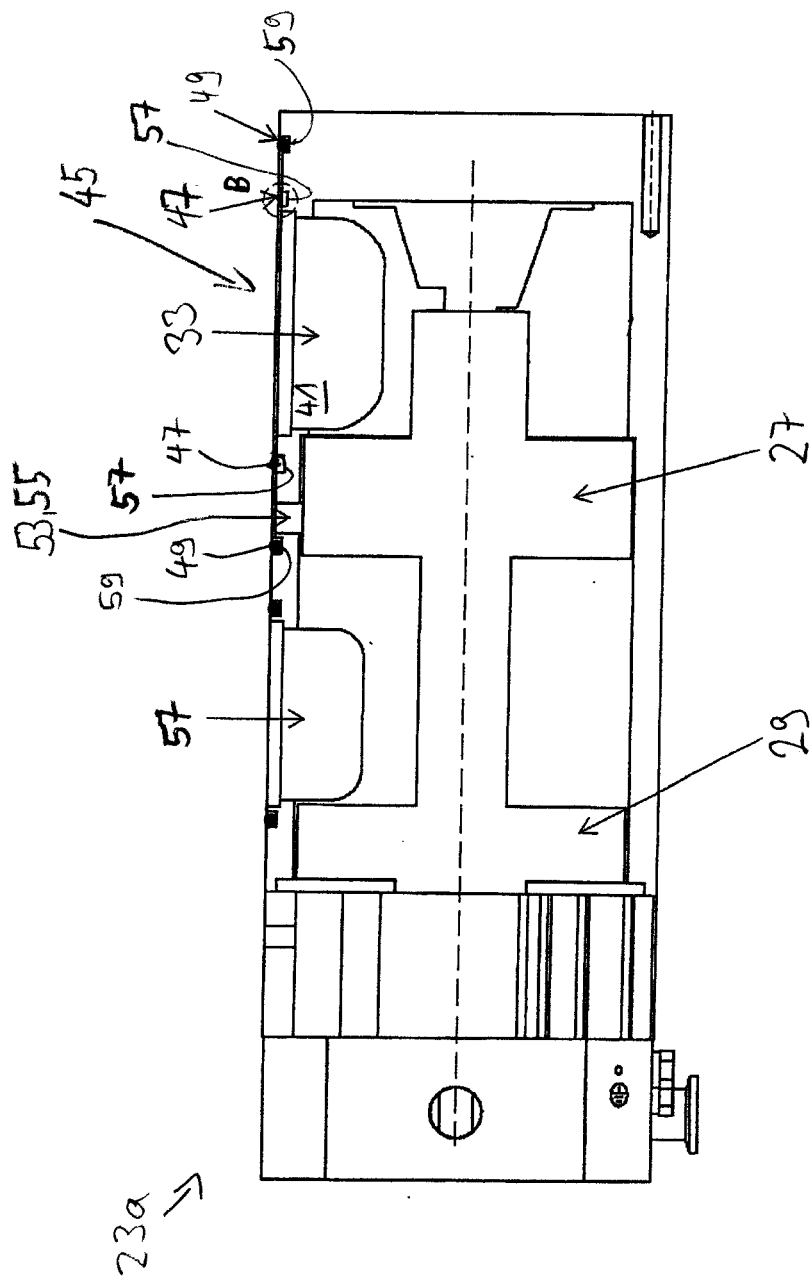


Fig. 2



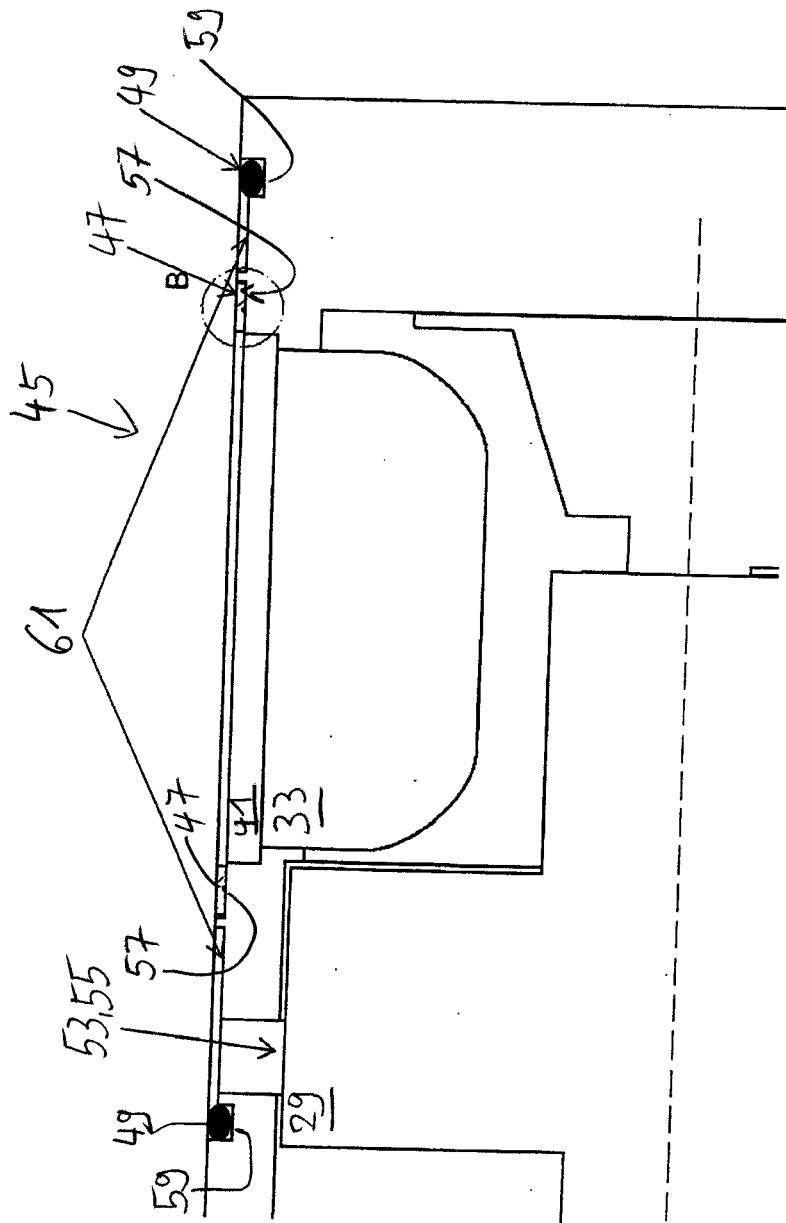


Fig. 4

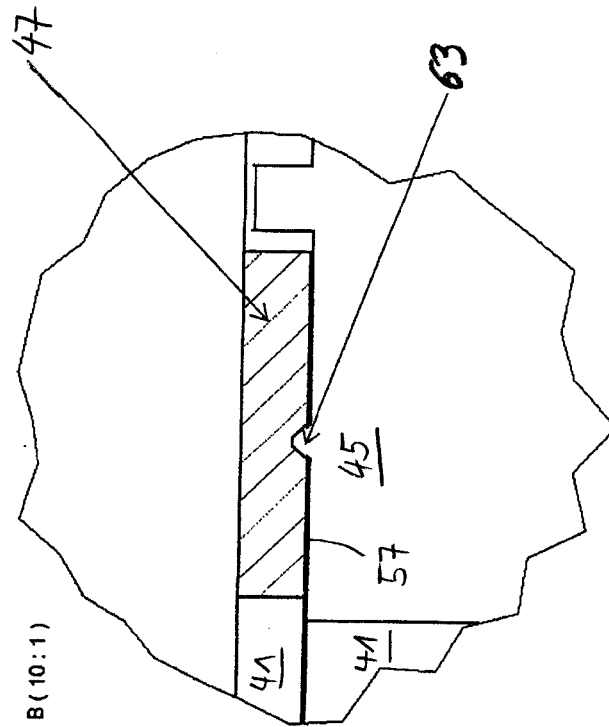


Fig. 5

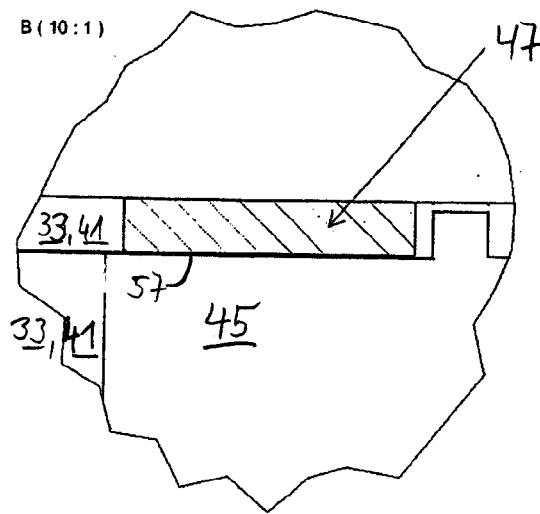


Fig. 6

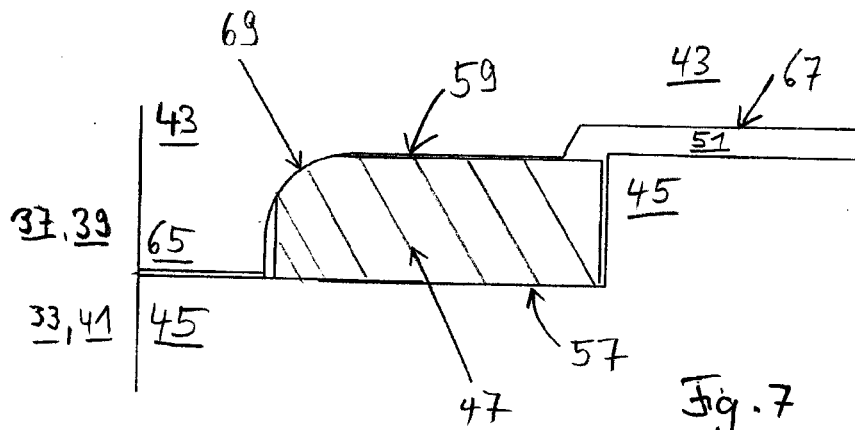


Fig. 7

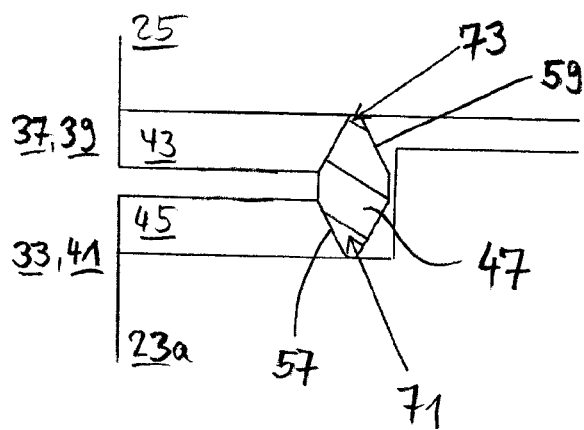


Fig. 8

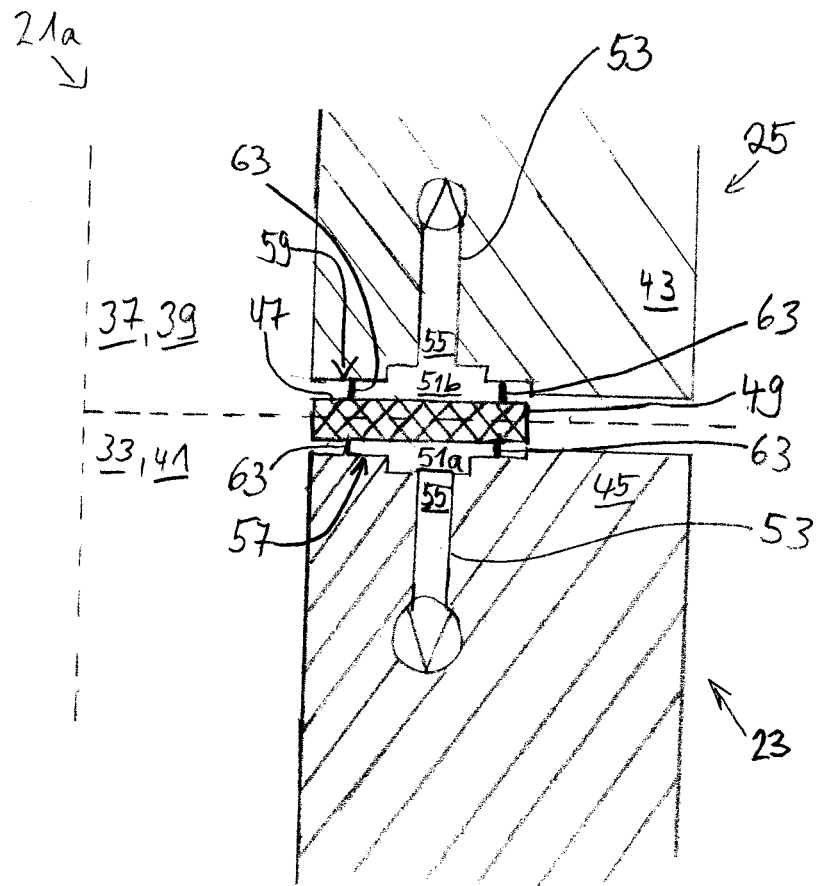


Fig. 9

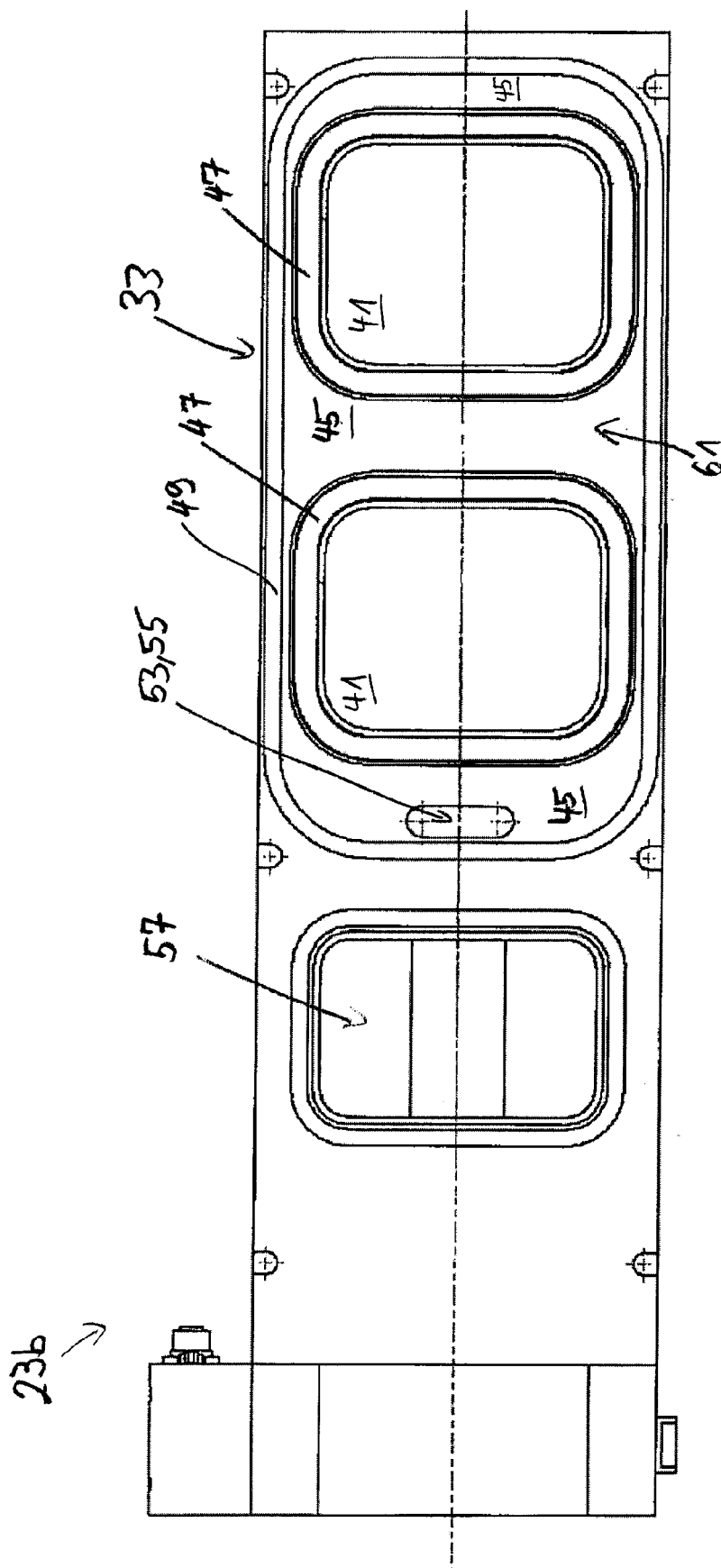


Fig. 10

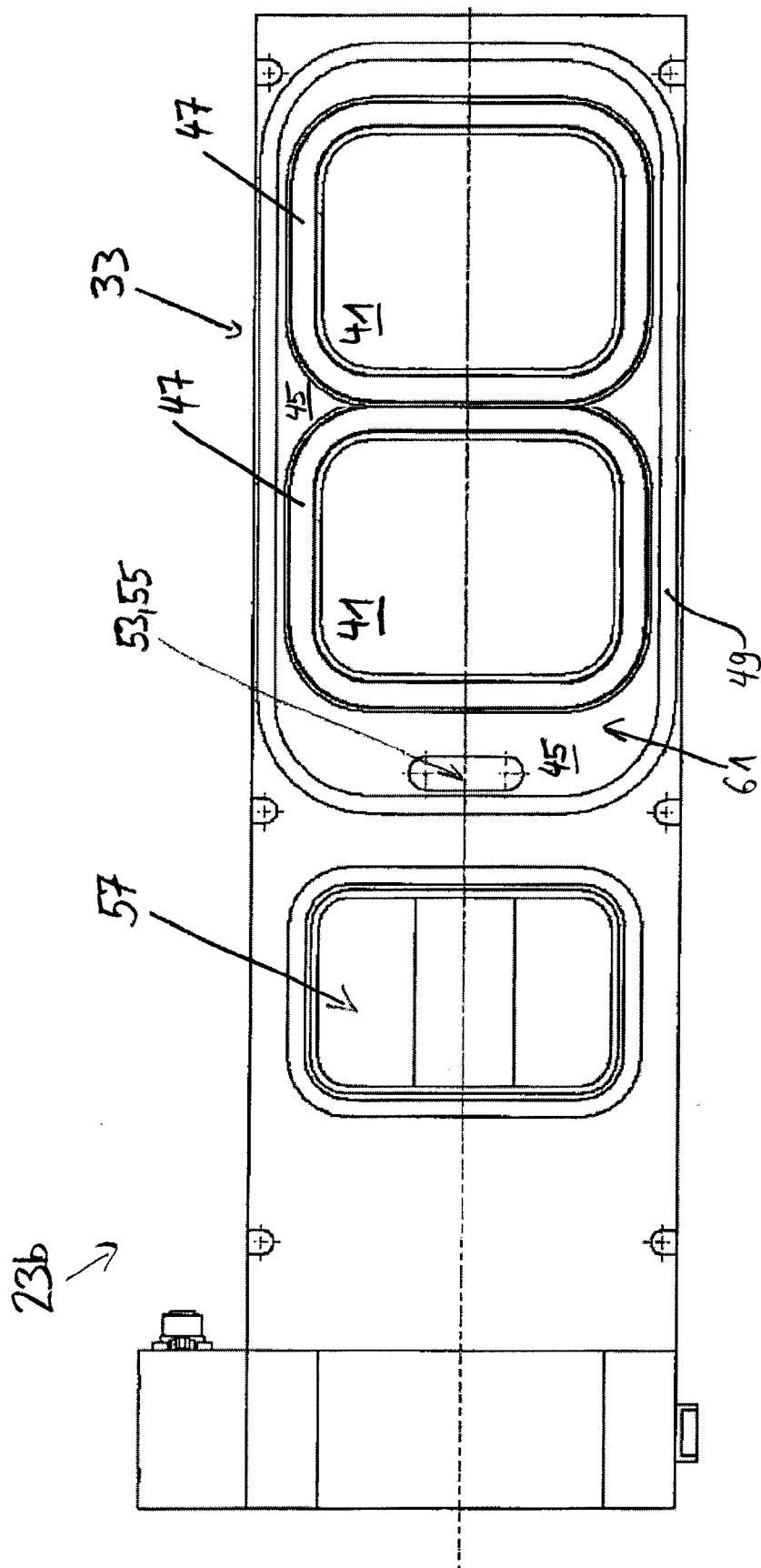


Fig. 11