

(19)



(11)

EP 2 902 637 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
05.08.2015 Patentblatt 2015/32

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

(21) Anmeldenummer: **15150410.7**

(22) Anmeldetag: **08.01.2015**

(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

(72) Erfinder:
• **Stoll, Tobias**
 35644 Hohenahr (DE)
• **Hofmann, Jan**
 35305 Grünberg (DE)
• **Burggraf, Thorsten**
 35594 Runkel (DE)
• **Keller, Jürgen**
 35614 Aßlar (DE)

(30) Priorität: **03.02.2014 DE 102014101257**

(71) Anmelder: **Pfeiffer Vacuum GmbH**
35614 Aßlar (DE)

(74) Vertreter: **Knefel, Cordula**
Wertherstrasse 16
35578 Wetzlar (DE)

(54) **VAKUUMPUMPE**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe (1) mit wenigstens einer Holweckpumpstufe (70) mit wenigstens einem Holweckstator (74) und wenigstens einem

Holweckrotor (72), bei der in dem Holweckstator (74) der wenigstens einen Holweckpumpstufe (70) wenigstens ein Gaseinlass (80, 82) vorgesehen ist.

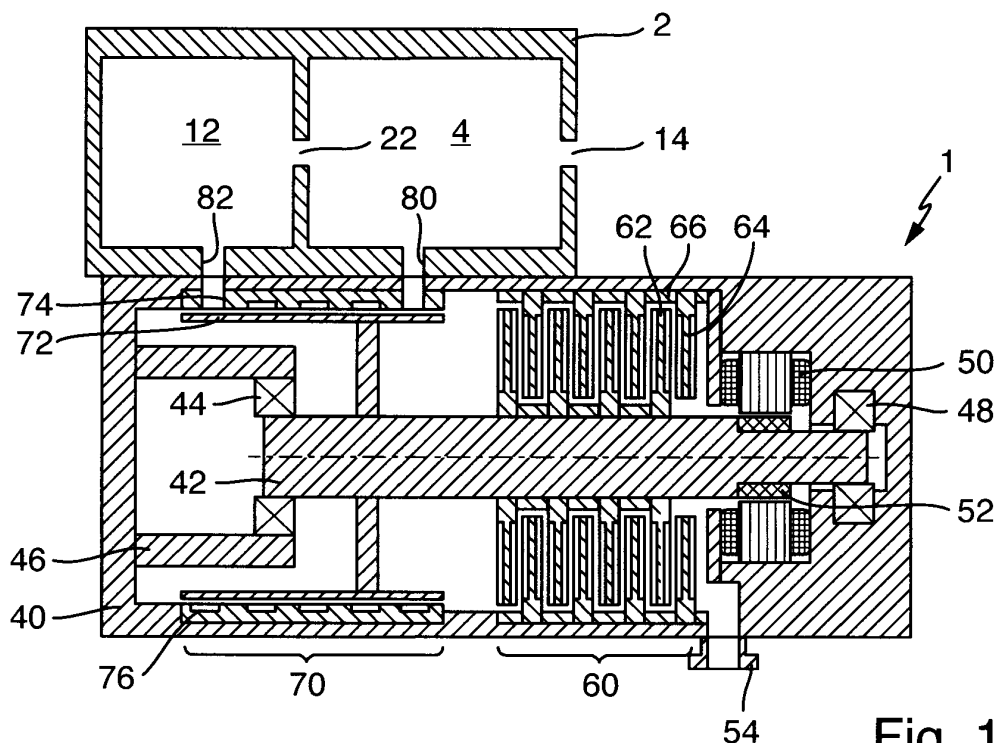


Fig. 1

EP 2 902 637 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe mit wenigstens einer Holweckpumpstufe mit wenigstens einem Holweckstator und wenigstens einem Holweckrotor.

[0002] Zum Stand der Technik (EP 1 668 255 B1) gehört eine Vakuumpumpe, die zwei Turbomolekularpumpstufen und eine Holweckpumpstufe aufweist und zur Evakuierung von Kammern eines Massenspektrometers eingesetzt wird.

[0003] Bei dieser zum Stand der Technik gehörenden Vakuumpumpe ist vor dem Holweckstator ein Einlass aus einer zu evakuierenden Kammer vorgesehen und das einströmende Gas wird vollständig durch die Holweckpumpstufe geleitet.

[0004] Diese zum Stand der Technik gehörende Vakuumpumpe weist den Nachteil auf, dass die hohe Gaslast einen hohen Druck erzeugt, der durch Gasreibung bedingt zu einer sehr hohen Leistungsaufnahme und hohen Temperaturen führt.

[0005] Das der Erfindung zugrundeliegende technische Problem besteht darin, die Gaslast zu pumpen, jedoch mit reduzierter Leistungsaufnahme.

[0006] Dieses technische Problem wird durch eine Vakuumpumpe mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0007] Die erfindungsgemäße Vakuumpumpe mit wenigstens einer Holweckpumpstufe mit wenigstens einem Holweckstator und wenigstens einem Holweckrotor zeichnet sich dadurch aus, dass in dem Holweckstator der wenigstens einen Holweckpumpstufe wenigstens ein Gaseinlass vorgesehen ist.

[0008] Diese erfindungsgemäße Ausführung einer Vakuumpumpe weist den Vorteil auf, dass die Holweckstufe, die eine axiale Baulänge aufweist, es ermöglicht, einen oder mehrere Anzapfungen (Interstageports) in axialer Länge zu verteilen. Dies hat den Vorteil, dass die hohe Gaslast der entsprechenden Kammer, die dem Einlass zugeordnet ist, nicht komplett durch eine Anzapfung der Holweckstufe strömt, sondern sich aufteilt, so dass ein Teil des Gasstromes einen kürzeren Weg durch die Holweckstufe nimmt. Hierdurch reduziert sich die Gasreibung und besonders die Leistungsaufnahme und die Temperatur.

[0009] Es ist vorteilhaft, wenigstens einen Gaseinlass in dem Holweckstator vorzusehen. Hierdurch wird schon erreicht, dass die hohe Gaslast nicht komplett durch die gesamte Holweckstufe strömt.

[0010] Vorteilhaft ist es, wenigstens zwei Einlässe in axialer Richtung des Holweckstators vorzusehen, da hierdurch eine bessere Aufteilung erzielt werden kann.

[0011] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung sind in tangentialer Richtung des Holweckstators wenigstens zwei Einlässe vorgesehen.

[0012] Das bedeutet, dass in axialer Richtung des Holweckstators wenigstens ein Gaseinlass vorgesehen ist. Die Gaseinlässe in axialer Richtung, die auf ein und dem-

selben Druckniveau angeordnet sind, können sich jedoch auf mehrere Einlässe verteilen, die vorteilhaft tangentialsymmetrisch im Holweckstator angeordnet sind. Sie können jedoch auch asymmetrisch, bezogen auf den radialen Umfang angeordnet sein.

[0013] Der wenigstens eine Einlass kann als Bohrung und/oder Langloch und/oder Schlitz ausgebildet sein. Diese Ausführungsformen können den kundenspezifischen Anforderungen angepasst werden. Damit ist jede beliebige Geometrie möglich.

[0014] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Einlässe gleiche oder unterschiedliche Querschnitte aufweisen.

[0015] Vorteilhaft weisen die Einlässe unterschiedliche Querschnitte auf, da hierdurch eine optimierte Pumpwirkung eingestellt werden kann.

[0016] Im Hochvakuumbereich sind die Öffnungen der Einlässe vorteilhaft größer als die Öffnungen im Vorvakuumbereich.

[0017] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist jeder Einlass mit lediglich einer zu evakuierenden Kammer verbunden.

[0018] Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, dass mehrere Einlässe mit lediglich einer zu evakuierenden Kammer verbunden sind. Vorteilhaft ist auch, dass mit mehreren Anzapfungen ein niedrigerer Druck in der Kammer erreicht wird. Durch unterschiedliche Einlassgeometrien kann daher auch ein vom Anwender gewünschtes Druckprofil in der Kammer erreicht werden.

[0019] Die Anordnung von wenigstens einem Einlass im Bereich des Holweckstators hat den Vorteil, dass neben den Einlässen weitere Verdichtungsstufen vorhanden sind, was sich, wie schon ausgeführt, positiv auf die Gasreibung sowie die Leistungsaufnahme und die Temperatur auswirkt.

[0020] Durch einen zweiten Einlass wird also die Gasreibung in der Holweckstufe vermindert. Diese Verminderung kann auch dazu genutzt werden, wiederum eine höhere Gaslast zu pumpen, um die gleiche Gasreibung wie im Stand der Technik zu erreichen.

[0021] In der Vakuumpumpe ist vorteilhaft wenigstens eine zusätzliche Turbomolekularpumpstufe vorgesehen.

[0022] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung sind in dem Holweckstator wenigstens zwei Einlässe angeordnet und der Einlass, der in axialer Richtung der Vakuumpumpe näher an der Turbomolekularpumpstufe angeordnet ist, ist als ein im Bereich molekularer Strömung angeordneter Einlass ausgebildet.

[0023] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung sind in dem Holweckstator wenigstens zwei Einlässe angeordnet und der Einlass, der in axialer Richtung der Vakuumpumpe weiter entfernt von der Turbomolekularpumpstufe angeordnet ist, ist vorteilhaft als ein im Bereich der Knudsen-Strömung angeordneter Einlass ausgebildet.

[0024] Der Übergang von der viskosen Strömung zur molekularen Strömung wird Knudsen-Strömung ge-

nannt. Die Knudsen-Strömung herrscht im Feinvakuumbereich von 0,1 Pascal bis 100 Pascal.

[0025] Liegt die Knudsen-Zahl zwischen 0,01 und 0,5 spricht man von Knudsen-Strömung. Da viele Prozessdrücke im Feinvakuumbereich liegen, ist diese Strömungsart in technischen Vakuumanwendungen entsprechend häufig vertreten.

[0026] Bei Knudsen-Zahlen größer als 0,5 findet eine Wechselwirkung der Teilchen untereinander praktisch nicht mehr statt. Es herrscht Molekularströmung. Die mittlere freie Weglänge ist deutlich größer als die Weite des Strömungskanal. In diesem Fall entspricht die Weite des Strömungskanal typischerweise dem Querschnitt des Einlasses.

[0027] Die molekulare Strömung herrscht im Gegensatz zur viskosen Strömung vor, wenn die mittlere freie Weglänge der Gasteilchen deutlich größer ist als der Durchmesser der Strömung, das heißt, wenn die Knudsen-Zahl deutlich größer als 1 ist. Die molekulare Strömung ist im Hochvakuumbereich (10^{-3} bis 10^{-7} hPa) und Ultrahochvakuumbereich (kleiner 10^{-7} hPa) vorherrschend.

[0028] Die Knudsenzahl K_n ist das Verhältnis von mittlerer freier Weglänge ($\bar{l}$) und dem Durchmesser (d) eines Strömungskanal:

$$K_n = \frac{\bar{l}}{d} .$$

[0029] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung sind die Einlässe in Richtung des Holweckrotors sich verjüngend ausgebildet. Durch diese in radialer Richtung vorhandene Verjüngung der Einlässe erhält man eine Optimierung der Einlaufströmung, wodurch sich die Leistung der Pumpstufe deutlich verbessert.

[0030] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung weist der Holweckstator Kanäle auf und der wenigstens eine Einlass ist im Bereich eines Kanalgrundes angeordnet. Hierdurch bleibt die pumpaktive Struktur des Holweckstators erhalten, obwohl ein Einlass im Bereich des Holweckstators vorgesehen ist.

[0031] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist der wenigstens eine Einlass ausschließlich in einem Kanalgrund angeordnet. Hierdurch ist gewährleistet, dass die Kanäle des Holweckstators nicht verändert werden und hierdurch eine optimale Pumpwirkung erzielt wird.

[0032] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass sämtliche Einlässe im Bereich eines Kanalgrundes angeordnet sind.

[0033] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich anhand der zugehörigen Zeichnung, in der mehrere Ausführungsbeispiele einer erfindungsgemä-

ßen Vakuumpumpe nur beispielhaft dargestellt sind. In der Zeichnung zeigen:

- 5 Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine Vakuumpumpe mit Holweckpumpstufe;
- Fig. 2 eine Prinzipdarstellung einer Vakuumpumpe im Längsschnitt;
- 10 Fig. 3 ein geändertes Ausführungsbeispiel;
- Fig. 4 einen Längsschnitt durch einen Holweckstator;
- Fig. 5 einen Querschnitt durch einen Holweckstator,
- 15 Fig. 6 ein Berechnungsbeispiel einer zum Stand der Technik gehörenden Holweckpumpstufe;
- 20 Fig. 7 ein Berechnungsbeispiel für eine Holweckpumpstufe gemäß der Erfindung.

[0034] In Fig. 1 ist eine Vakuumpumpe 1 und ein Kammergesamtheit 2 dargestellt. In einem Kammergehäuse 2 sind eine Vorvakuumkammer 4 und eine Hochvakuumkammer 12 vorgesehen, welche über eine Hochvakuumblende 22 miteinander verbunden sind. Durch eine Vorvakuumblende 14 kann beispielsweise ein Teilchenstrahl in die Vorvakuumkammer 4 gelangen.

[0035] Mit dem Kammergehäuse 2 ist ein Pumpengehäuse 40 der Vakuumpumpe 1 vakuumdicht und lösbar verbunden. In einem Pumpengehäuse 40 ist eine Welle 42 angeordnet, welche von einem hochvakuumseitigen Lager 44 und einem vorvakuumseitigen Lager 48 drehbar unterstützt wird.

[0036] Dabei sind beliebige Lagerungen denkbar. Die Lagerung kann zum Beispiel durch zwei Wälzlager realisiert werden, weiterhin kann das vorvakuumseitige Lager als Wälzlager ausgeführt sein und das hochvakuumseitige Lager als Permanentmagnetlager. Auch eine vollmagnetische Lagerung ist möglich.

[0037] Auf der Welle 42 ist ein Permanentmagnet 52 vorgesehen, der mit dem magnetischen Feld einer Antriebsspule 50 zusammenwirkt und damit die Welle 42 in schnelle Drehung versetzt. Schnell bedeutet im Rahmen einer solchen Vakuumpumpe 1, dass die pumpaktiven Bauteile eine Pumpwirkung aufgrund molekularer Mechanismen entfalten und die Drehzahl bei einigen 10.000 Umdrehungen pro Minute liegen.

[0038] Die Vakuumpumpe 1 weist einen ersten Einlass 80 und einen zweiten Einlass 82 auf. Der erste Einlass 80 ist mit der Vorvakuumkammer 4 verbunden, während der zweite Einlass 82 mit der Hochvakuumkammer 12 verbunden ist. Das durch den ersten Einlass 80 in die Vakuumpumpe 1 eintretende Gas gelangt in eine Pumpstufe 70, ebenso wie der zweite Einlass 82. Diese Pumpstufe 70 ist als Holweckpumpstufe ausgebildet mit einem Holweckstator 74 und einem Holweckzylinder 72. Der Holweckstator 74 weist im Wesentlichen einen dickwan-

digen Hohlzylinder mit gewindeartigen, an seiner Innenseite verlaufenden Kanälen 76 mit viereckigem Querschnitt auf. Innerhalb dieses Zylinders läuft ein mit der Welle 42 verbundener Holweckzylinder 72. Der Holweckzylinder 72 kann aus einem Compound-Material, wie zum Beispiel kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK) hergestellt sein, kann aber auch aus einem Metall, idealerweise einer Aluminiumlegierung bestehen. Dieser umgibt wenigstens teilweise das hochvakuumseitige Lager 44 und einen Lagerträger 46, der dieses Lager 44 am Pumpengehäuse 10 fixiert.

[0039] In der Vakuumpumpe 1 ist eine weitere Pumpstufe 60 vorgesehen. Die Pumpstufe 60 ist als Turbomolekularpumpstufe gestaltet und weist daher jeweils mit einem Schaufelkranz versehene Rotorscheiben 62 und Statorscheiben 64 auf. Diese sind durch Distanzringe 66 axial beabstandet. Die Pumpstufe 60 kann eine Mehrzahl von Rotor- und Statorscheiben umfassen, je nach gefordertem Druckverhältnis zwischen Ansaugbereich und Ausstoßbereich der Pumpstufe. Das Gas wird von der Pumpstufe 60 an einen Auslass 54 der Vakuumpumpe 1 übergeben und verlässt durch diesen die Vakuumpumpe 1.

[0040] Die Turboscheiben 62 können zum Beispiel einzeln auf die Welle 42 gefügt werden, aber auch einstückige Turboscheiben (Glockenrotor) sind möglich.

[0041] Durch den Einlass 80 wird die Vorvakuumkammer 4 evakuiert. Durch den Einlass 82 wird die Hochvakuumkammer 12 evakuiert. Die Einlässe 80 und 82 befinden sich auf verschiedenen Druckniveaus der Holweckpumpstufe 70. Das Druckniveau der Hochvakuumkammer 12 liegt unterhalb des Druckniveaus der Vorvakuumkammer 4.

[0042] Das von der Pumpstufe 70 ausgestoßene Gas wird von der Pumpstufe 60 weitergefordert in Richtung Auslass 54.

[0043] Durch die Anordnung der Einlässe 80 und 82 im Bereich des Holweckstators 74 wird erreicht, dass die hohe Gaslast der Kammer 4 nicht komplett durch die Holweckpumpstufe 70 strömt, sondern lediglich durch einen Teil, so dass der Gasstrom, der durch den Einlass 80 einströmt, einen kürzeren Weg durch die Holweckstufe nimmt. Hierdurch reduziert sich die Gasreibung und besonders die Leistungsaufnahme und die Temperatur.

[0044] Fig. 2 zeigt die Vakuumpumpe 1 mit einem Kammergehäuse 2. Teile, die mit Fig. 1 übereinstimmen, sind mit gleichen Bezugszahlen versehen. In dem Kammergehäuse 2 sind drei Kammern 5, 6, 7 angeordnet. Zwischen den Kammern 5, 6 ist eine Blende 3 und zwischen den Kammern 6, 7 eine Blende 8 angeordnet. In der Blende 3 und in der Blende 8 sind jeweils Öffnungen vorgesehen, so dass in Richtung der dargestellten Pfeile A, B das Gas in die benachbarten Kammern gelangen kann.

[0045] Die Holweckpumpstufe 70 mit dem Holweckstator 74 weist zwei Einlässe 11, 13 auf, durch die das Gas aus der Kammer 6 in Richtung der Pfeile C, D in die Holweckpumpstufe 70 gelangen kann. Diese mehreren

Einlässe 11, 13 weisen den Vorteil auf, dass sie in axialer Länge der Vakuumpumpstufe 70 verteilt angeordnet sind. Dies hat den Vorteil, dass die hohe Gaslast der entsprechenden Kammer 6 nicht komplett durch einen Einlass 11 der Holweckstufe 70 strömt, sondern sich aufteilt, so dass ein Teil des Gasstromes einen kürzeren Weg durch die Holweckstufe 70 nimmt. Dadurch reduziert sich die Gasreibung und besonders die Leistungsaufnahme und die Temperatur.

[0046] In der Kammer 7 ist ein weiterer Auslass 9 vorgesehen, so dass die Kammer 7 von der Turbomolekularpumpstufe 60 evakuiert wird.

[0047] Durch die Vorvakuumblende 14 kann ein Teilchenstrahl in die Vakuumkammer 5 gelangen.

[0048] Das aus der Kammer 6 in die Holweckpumpstufe 70 austretende Gas wird von der Holweckpumpstufe 70, bestehend aus Holweckstator 74 und Holweckrotor 72, in Richtung der Turbomolekularpumpstufe 60 gefördert und über einen Auslass 54 ausgestoßen.

[0049] Fig. 3 zeigt die Vakuumpumpe 1 mit einem Kammersystem 2. Gleiche Teile sind mit gleichen Bezugszahlen versehen.

[0050] In der Kammer 6 ist eine zusätzliche Blende 15 angeordnet, so dass durch den Einlass 11 im Bereich des Holweckstators 74 circa 80 % des Gases aus der Kammer 6 evakuiert werden und über den Einlass 13 circa 20 %.

[0051] Vorteilhaft weist der Einlass 11 einen größeren Querschnitt auf als der Einlass 13. Das bedeutet, dass der Einlass, der in axialer Richtung näher an der Turbomolekularpumpstufe 60 angeordnet ist, einen kleineren Querschnitt aufweist als der Einlass, der weiter entfernt von der Turbomolekularpumpstufe 60 angeordnet ist.

[0052] Wie in Fig. 4 dargestellt, weist der Holweckstator 74 Kanäle 76 auf. Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist der Einlass 11 im Bereich eines Kanals 76 angeordnet, um im Wesentlichen die Struktur des Holweckstators 74 nicht zu verändern und hierdurch eine optimierte Pumpwirkung zu erzielen.

[0053] Fig. 5 zeigt den Holweckstator 74 mit den Kanälen 76. Radialsymmetrisch verteilt sind Einlässe 11, 16, 17 in dem Holweckstator 74 angeordnet. Diese Einlässe 11, 16, 17 sind in axialer Richtung des Holweckstators 74 gesehen auf einem Druckniveau, das heißt auf gleicher Höhe liegend angeordnet. Der Einlass 16 ist beispielhaft in Richtung Holweckrotor 72 sich verjüngend ausgebildet, die Einlässe können jedoch auch wie der Einlass 11 im Querschnitt zylindrisch ausgebildet sein.

[0054] Die Vakuumpumpe kann durch hohe Gasreibung sehr heiß werden. Daher muss in bestimmten Anwendungsfällen die Wärme mittels Kühlung abgeführt werden. Denkbare Kühlungen sind hier eine Konvektionskühlung, eine gezwungene Luftkühlung mittels Lüfter oder eine Wasserkühlung.

[0055] Fig. 6 zeigt eine Kammer 12, in der eine Gaslast Q von 5 mbar l/s (Liter pro Sekunde) strömt. Die Kammer 12 besitzt eine Anzapfung 82 zu einer Holweckstufe 72,

74. Die einzige Anzapfung 82 hat einen inversen Strömungswiderstand, beziehungsweise Leitwert L von 4 l/s. In der pumpenden Holweckstufe 72, 74 gibt es auf der axialen Höhe der Anzapfung ein nominelles Saugvermögen S_0 von 10 l/s.

[0056] Zusammen mit dem Leitwert der Anzapfung 82 gibt es ein effektives Saugvermögen S_{eff} von 2,86 l/s in der Kammer 12. Damit resultiert ein Kammerdruck p_{Kammer} von 1,75 mbar.

[0057] In der Holweckstufe 72, 74 selbst stellt sich ein Druck (Holweckdruck) p_{HW} von 0,5 mbar ein. Am Auslass der Holweckstufe beträgt das Saugvermögen am Auslass $S_{0Auslass} = 5$ l/s. Damit beträgt der Druck in der Holweckstufe (Auslassdruck Holweckstufe) $p_{Auslass} = 1$ mbar.

[0058] Die Pumprichtung verläuft in Richtung des Pfeiles E.

[0059] Gemäß Fig. 7 ist eine erfindungsgemäße Ausführungsform mit zwei Auslässen 80, 82 dargestellt. In der Kammer 12 strömt eine Gaslast Q von 5 mbar l/s. Die Kammer 12 weist die zwei Anzapfungen 80, 82 zu der Holweckstufe 72, 74 auf. Die obere Anzapfung 82 hat einen inversen Strömungswiderstand beziehungsweise Leitwert L_1 von 4 l/s. In der pumpenden Holweckstufe 72, 74 gibt es auf der axialen Höhe der oberen Anzapfung ein nominelles Saugvermögen S_{0-1} von 10 l/s. Zusammen mit dem Leitwert der oberen Anzapfung 82 gibt es ein effektives Saugvermögen S_{eff-1} von 2,86 l/s bei der oberen Anzapfung 82 der Kammer 12.

[0060] Die untere Anzapfung 80 hat einen inversen Strömungswiderstand beziehungsweise Leitwert L_2 von 4 l/s. In der pumpenden Holweckstufe 72, 74 gibt es auf der axialen Höhe der unteren Anzapfung ein nominelles Saugvermögen S_{0-1} von 5 l/s.

[0061] Zusammen mit dem Leitwert der unteren Anzapfung 80 gibt es ein effektives Saugvermögen S_{eff-2} von 2,22 l/s bei der unteren Anzapfung 80 der Kammer 12.

[0062] Damit resultiert ein Gesamtsaugvermögen S_{effGes} in der Kammer von 5,08 l/s. Damit resultiert ein Kammerdruck p_{Kammer} von 0,98 mbar. Die Gaslast beträgt durch die obere Anzapfung $Q_1 = 2,81$ mbar l/s. Die Gaslast durch die untere Anzapfung beträgt $Q_2 = 2,19$ mbar l/s. Damit beträgt der Druck an der oberen Anzapfung in der Holweckstufe $p_{HW1} = 0,281$ mbar. Der Druck an der unteren Anzapfung in der Holweckstufe beträgt $p_{HW2} = 1$ mbar.

[0063] Damit erhält man einen niedrigeren Kammerdruck, eine kleinere Gaslast in dem oberen Teil der Holweckstufe, einen niedrigeren Druck entlang der Holweckstufe und eine geringere Gasreibung in der gesamten Holweckstufe.

Bezugszahlen

[0064]

1 Vakuumpumpe

2	Kammergehäuse
3	Blende
4	Vorvakuumkammer
5	Kammer
5	6 Kammer
7	Kammer
8	Blende
9	Auslass
10	Pumpengehäuse
10	11 Einlass
12	Hochvakuumkammer
13	Einlass
14	Vorvakuumblende
15	Blende
15	16 Einlass
17	Einlass
22	Hochvakuumblende
40	Pumpengehäuse
42	Welle
20	44 Lager
46	Lagerträger
48	Lager
50	Antriebsspule
52	Permanentmagnet
25	54 Auslass
60	Turbomolekularpumpstufe
62	Rotorscheibe
64	Statorscheibe
66	Distanzring
30	70 Holweckpumpstufe
72	Holweckzylinder
74	Holweckstator
76	Kanäle
80	Einlass
35	82 Einlass
A	Pfeil
B	Pfeil
C	Pfeil
D	Pfeil
40	E Pfeil

Patentansprüche

1. Vakuumpumpe mit wenigstens einer Holweckpumpstufe mit wenigstens einem Holweckstator und wenigstens einem Holweckrotor, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Holweckstator (74) der wenigstens einen Holweckpumpstufe (70) wenigstens ein Gaseinlass (11, 13, 16, 17) vorgesehen ist.
2. Vakuumpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in axialer Richtung des Holweckstators (74) wenigstens zwei Einlässe (11, 13) vorgesehen sind.
3. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch**

- gekennzeichnet, dass** in tangentialer Richtung des Holweckstators (74) wenigstens zwei Einlässe (11, 13, 16, 17) vorgesehen sind.
4. Vakuumpumpe nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens zwei Einlässe (11, 13, 16, 17) tangentialsymmetrisch oder asymmetrisch im Holweckstator (74) angeordnet sind. 5
 5. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine Einlass (11, 13, 16, 17) als Bohrung und/oder Langloch und/oder Schlitz ausgebildet ist. 10
 6. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einlässe (11, 13, 16, 17) gleiche oder unterschiedliche Querschnitte aufweisen. 15
 7. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Einlass (11, 13) mit lediglich einer zu evakuierenden Kammer verbunden ist. 20
 8. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Einlässe (11, 13, 16, 17) mit lediglich einer zu evakuierenden Kammer (6) verbunden sind. 25
 9. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vakuumpumpe (1) wenigstens eine zusätzliche Turbomolekularpumpstufe (60) aufweist. 30
 10. Vakuumpumpe nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Holweckstator (74) wenigstens zwei Einlässe (11, 13, 80, 82) angeordnet sind, und dass der Einlass (13, 80), der in axialer Richtung der Vakuumpumpe (1) näher an der Turbomolekularpumpstufe (60) angeordnet ist, als ein im Bereich molekularer Strömung angeordneter Einlass (11, 80) ausgebildet ist. 35 40
 11. Vakuumpumpe nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Holweckstator (74) wenigstens zwei Einlässe (11, 13, 80, 82) angeordnet sind, und dass der Einlass (11, 82), der in axialer Richtung der Vakuumpumpe (1) weiter weg von der Turbomolekularpumpstufe (60) angeordnet ist, als ein im Bereich einer Knudsen-Strömung angeordneter Einlass (11, 82) ausgebildet ist. 45 50
 12. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine Einlass (11, 82) im Hochvakuumbereich einen größeren Querschnitt aufweist als der wenigstens eine Einlass (13, 80) im Vorvakuumbereich. 55
 13. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem wenigstens einen Einlass (11, 13, 80, 82) ein Druck von 1 bis 100 Pascal anliegt.
 14. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einlässe (16) in Richtung des Holweckrotors (72) sich verjüngend ausgebildet sind.
 15. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Holweckstator (74) Kanäle (76) aufweist, und dass der wenigstens eine Einlass (11, 13, 16, 17, 80, 82) im Bereich eines Kanalgrundes angeordnet ist oder dass der wenigstens eine Einlass (11, 13, 16, 17, 80, 82) ausschließlich in einem Kanalgrund angeordnet ist oder dass sämtliche Einlässe (11, 13, 16, 17, 80, 82) im Bereich eines Kanalgrundes angeordnet sind.

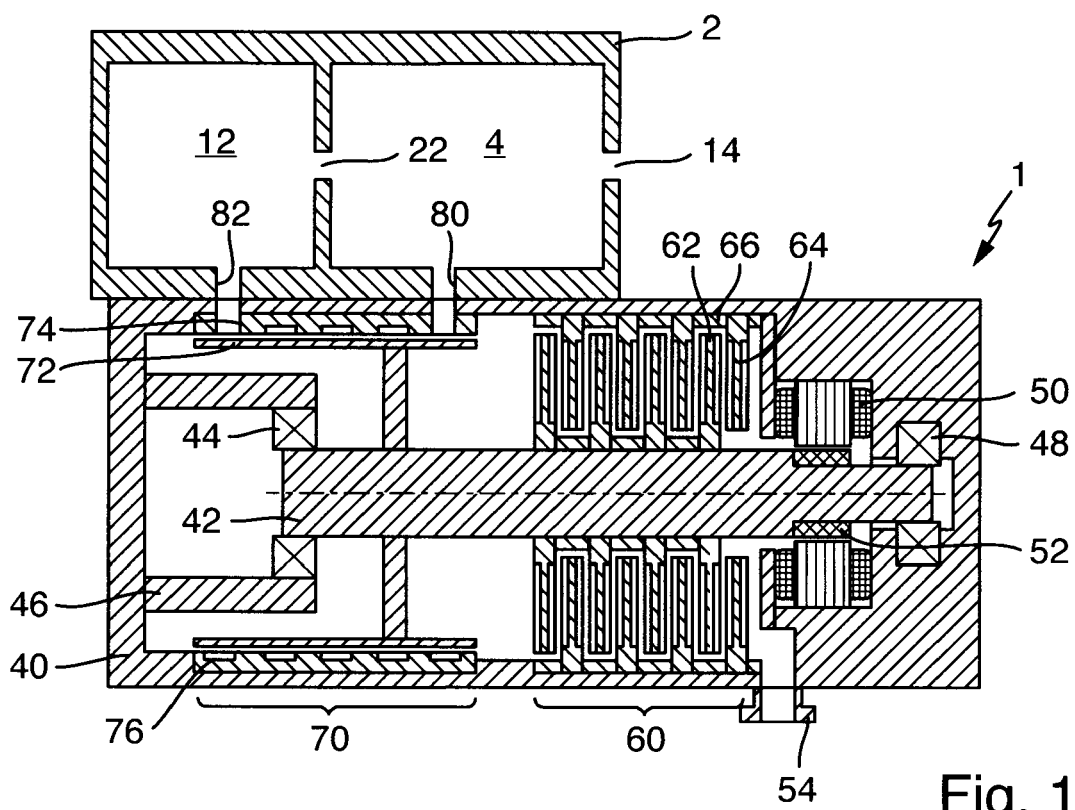


Fig. 1

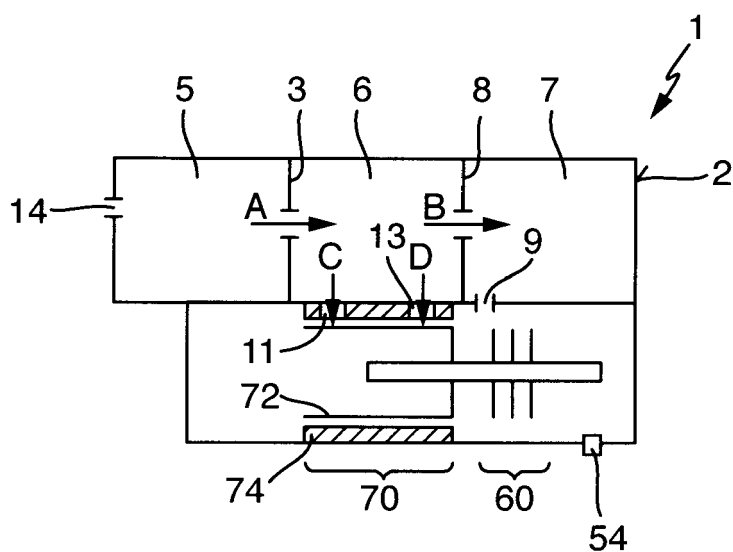


Fig. 2

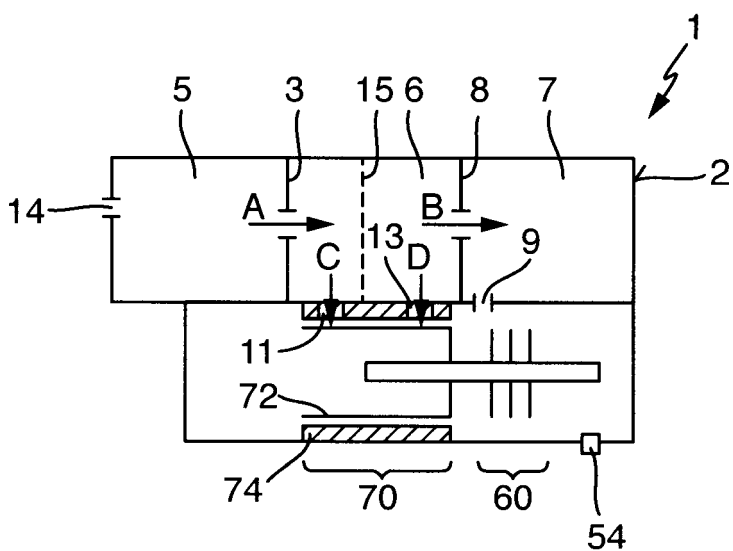


Fig. 3

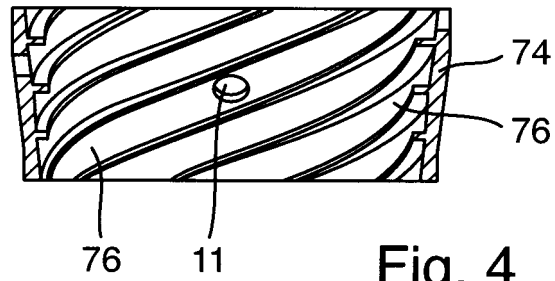


Fig. 4

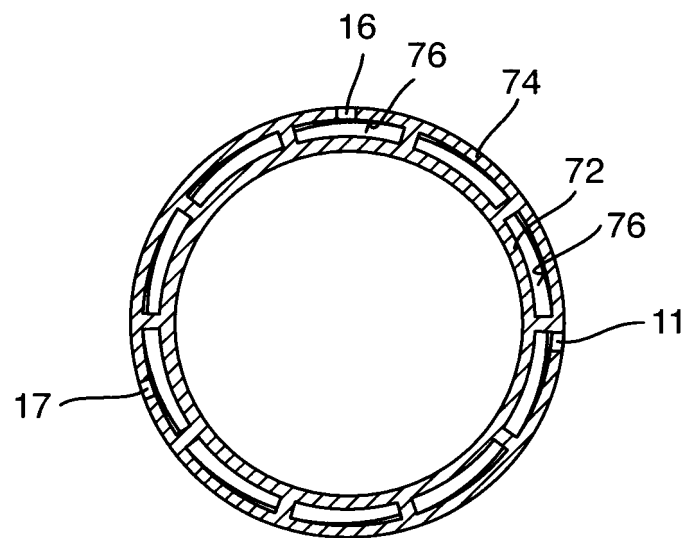


Fig. 5

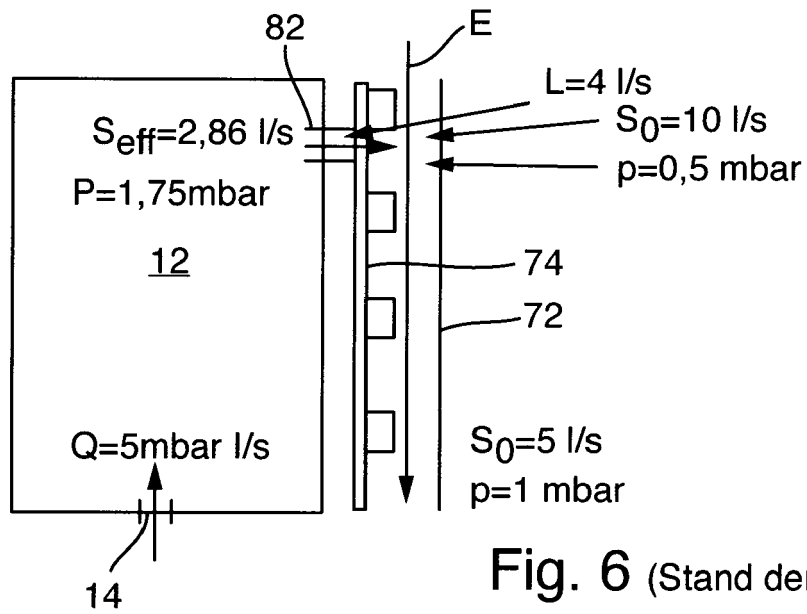


Fig. 6 (Stand der Technik)

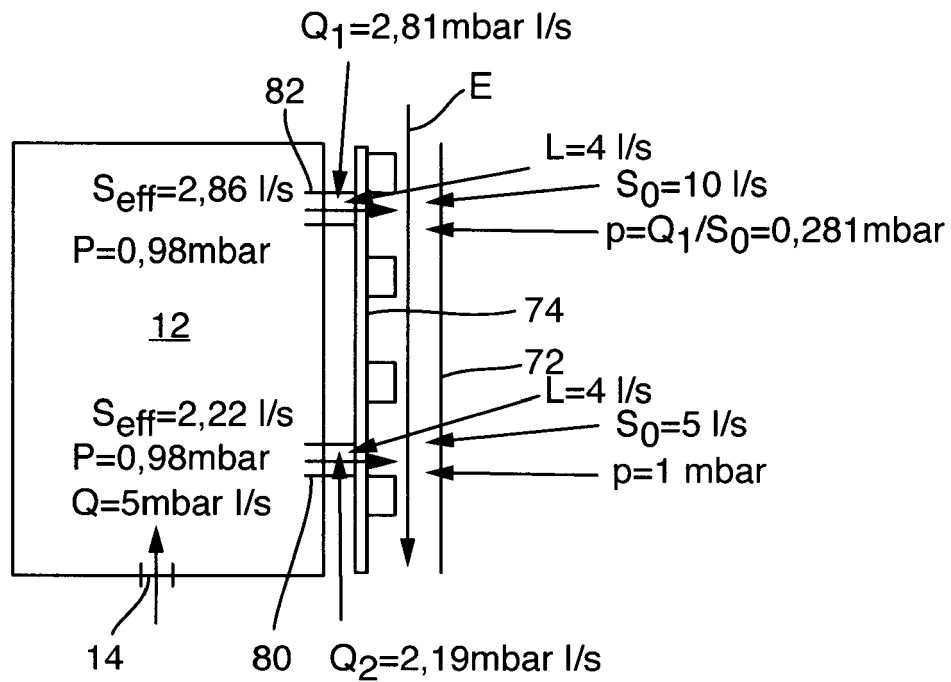


Fig. 7

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1668255 B1 [0002]