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

(11) **EP 2 385 257 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.10.2017 Patentblatt 2017/42

(51) Int Cl.:
F04D 17/16 *(2006.01)* ***F04D 23/00*** *(2006.01)*
F04D 19/04 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **11002911.3**

(22) Anmeldetag: **07.04.2011**

(54) **Vakuumpumpstufe**

Vacuum pump stage

Etage de pompe à vide

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

(30) Priorität: **08.05.2010 DE 102010019940**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.11.2011 Patentblatt 2011/45

(73) Patentinhaber: **PFEIFFER VACUUM GMBH**
35614 Asslar (DE)

(72) Erfinder:
- **Conrad, Armin**
  35745 Herborn (DE)
- **Shirinov, Aleksandr**
  35578 Wetzlar (DE)

(74) Vertreter: **Manitz Finsterwald Patentanwälte PartmbB**
Postfach 31 02 20
80102 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2005/033520 **US-A- 4 141 674**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 385 257 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vakuumpumpstufe nach dem Oberbegriff des ersten Anspruchs.

[0002] Viele industrielle Prozesse laufen unter Vakuumbedingungen im molekularen Strömungsbereich ab. Zur Erzeugung solcher Vakuumbedingungen werden Vakuumpumpen oder aus Vakuumpumpen zusammengesetzte Vakuumpumpstände eingesetzt. In den Vakuumpumpen kommen Vakuumpumpstufen nach unterschiedlichen Wirkprinzipien zum Einsatz, die unterschiedlichen Druckbereichen angepasst sind, um Gas vom gewünschten Endvakuum bis zur Atmosphäre zu verdichten.

[0003] Gegen Atmosphäre verdichtend werden beispielsweise Seitenkanalpumpstufen eingesetzt. In diesen laufen Schaufeln in einem Kanal um und fördern einen wirbelartigen Gasstrom zwischen Ein- und Auslass. Der Gasstrom folgt den Schaufeln beim Umlauf und wird an einem sogenannten Abstreifer abgelöst und dem Auslass zugeführt. Nachteilig ist, dass nach diesem Prinzip gestaltete Pumpstufen lediglich im viskosen Strömungsbereich arbeiten und beim Übergang zur molekularen Strömung sehr schnell Kompression und Saugvermögen verlieren, da kein wirbelartiger Gasstrom mehr erzeugt werden kann.

[0004] Im zu niedrigeren Absolutdrücken an den viskosen Strömungsbereich angrenzenden Molekularbereich werden unter anderem Gaedepumpstufen eingesetzt. Deren Nachteil ist, dass Kompression und Saugvermögen lediglich unter molekularen Bedingungen gut sind und im viskosen Bereich sehr schnell schlecht werden.

[0005] Die vorgenannten Nachteile werden verschärft, da Vakuumpumpen oft im Zyklusbetrieb eingesetzt werden, so dass die einzelnen Pumpstufen auf die Gesamtbetriebsdauer gesehen oft in einem Strömungsbereich arbeiten, für den sie nicht optimiert sind.

[0006] Aus der US 4 141 674 A ist eine Vakuumpumpstufe gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bekannt.

[0007] Ferner beschreibt die WO 2005/033520 A1 eine Vakuumpumpstufe mit einem Einlass, einem Auslass, einem Rotor und einem zwischen Einlass und Auslass angeordneten Abstreifer, bei welcher der Rotor mit einem Rotorabschnitt in einen Kanal eintaucht und durch Zusammenwirken von Rotorabschnitt und Kanal eine Pumpwirkung erreicht wird. Der Rotorabschnitt weist ferner Gestaltungselemente mit Pumpwirkung im molekularen Strömungsbereich und Gestaltungselemente mit Pumpwirkung im höheren Druckbereich nach dem Seitenkanalprinzip auf.

[0008] Aufgabe der Erfindung war es daher, eine Vakuumpumpstufe zu schaffen, die sowohl im viskosen als auch im molekularen Strömungsbereich Kompression und Saugvermögen bereitstellt.

[0009] Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Vakuumpumpstufe mit den Merkmalen des ersten Patentanspruchs. Die abhängigen Ansprüche 2 bis 7 geben vorteilhafte Weiterbildungen an.

[0010] Die Vakuumpumpstufe mit den Merkmalen des ersten Anspruchs stellt sowohl im viskosen als auch im molekularen Strömungsbereich Kompression und Saugvermögen bereit. Sie kann daher vorteilhaft in beiden Strömungsbereichen und im Übergangsbereich dazwischen eingesetzt werden.

[0011] Die Weiterbildungen gemäß den Ansprüchen 2 bis 4 sind vorteilhaft, da die Gestaltungselemente kostengünstig herstellbar sind.

[0012] Die Anordnung der Gestaltungselemente des Rotorabschnitts in der Ebene einer Scheibe des Rotors nach Anspruch 5 ist neben Herstellungsvorteilen rotordynamisch vorteilhaft, da eine günstige Massenverteilung vorliegt. Zudem treten symmetrische Kräfte durch den Gasstrom auf.

[0013] Die Vakuumpumpe nach Ansprüchen 6 und 7 zeichnet sich durch eine vorteilhafte Leistungsaufnahme aus, die gegenüber Vakuumpumpstufen mit Gaede- oder Seitenkanalstufen aufgrund von Kompressionsverlauf und Saugvermögenscharakteristik niedriger ausfällt.

[0014] Anhand von Ausführungsbeispielen und deren Weiterbildungen soll die Erfindung näher erläutert und die Darstellung ihrer Vorteile vertieft werden.

[0015] Es zeigen:

Fig. 1: Schnitt durch eine Vakuumpumpstufe mit Rotorabschnitt und Gestaltungselementen,

Fig. 2: Gestaltungselemente im Rotorabschnitt gemäß zweitem Ausführungsbeispiel, dargestellt in Abwicklung,

Fig. 3: Gestaltungselemente im Rotorabschnitt gemäß zweitem Ausführungsbeispiel, dargestellt im Querschnitt,

Fig. 4: Gestaltungselemente im Rotorabschnitt gemäß drittem Ausführungsbeispiel, dargestellt in Abwicklung,

Fig. 5: Gestaltungselemente im Rotorabschnitt gemäß drittem Ausführungsbeispiel, dargestellt im Querschnitt,

Fig. 6: Schematische Darstellung einer mehrstufigen Vakuumpumpe,

Fig. 7: Vergleich des Kompressionsverlaufes vom Stand der Technik und der Vakuumpumpstufe.

[0016] Die Vakuumpumpstufe 100 nach Figur 1 weist ein Gehäuse 102 auf. In diesem ist ein Einlass 104 vorgesehen, durch den Gas in die Vakuumpumpstufe angesaugt wird. Durch einen Auslass 106 wird das innerhalb der Vakuumpumpstufe geförderte Gas ausgestoßen. Einlass und Auslass sind durch einen Kanal 108 miteinander verbunden. In diesen Kanal taucht ein dreh-

bar im Gehäuse angeordneter Rotor 112 mit einem Rotorabschnitt ein, wobei Kanal und Rotorabschnitt zum Erzeugen der Pumpwirkung zusammenwirken. Der Rotorabschnitt umfasst jenen Teil der Rotors, der von Drehachse des Rotors in radialer Richtung betrachtet über die innere Begrenzung 118 des Kanals hinaus in den Kanal hineinragt. Der Rotor gemäß Figur 1 wird durch die Gestaltungselemente Schaufeln 114 und wenigstens einem glattem Abschnitt 116 gebildet. Der glatte Abschnitt wird durch eine Zone des Rotors gebildet, die bis zu einem Außenradius 122 über den Schaufelgrundradius 120 hinausragt und sich entlang des Umfangs über einen Winkelbereich 124 erstreckt. Der Schaufelgrundradius liegt im Wesentlichen nahe des Radius der inneren Begrenzung des Kanals. Der Außenradius ist so gewählt, dass einerseits nur ein kleiner Spalt zu einem Abstreifer verbleibt, andererseits nur ein Teil der Kanaltiefe 126 ausgenutzt wird. Der Abstreifer trennt den am Rotorabschnitt mitgeführten Gasstrom und verhindert eine direkte Strömung zwischen Ein- und Auslass. Der glatte Abschnitt erzeugt zusammen mit dem Kanal im molekularen Strömungsbereich Kompression und Saugvermögen und wirkt nach dem Gaedeprinzip. Die Schaufeln 114 wirken im viskosen Strömungsbereich als Seitenkanalpumpstrukturen, die mit dem Kanal zusammenwirken.

[0017] Vorteilhaft werden mehrere glatte Abschnitte derart über den Umfang des Rotors verteilt, dass sich ein Massenausgleich ergibt. Dies wird beispielsweise durch zwei sich gegenüberliegende glatte Abschnitte erreicht. Weiterhin lässt sich diese Gestaltung vorteilhaft weiterbilden, indem Schaufeln und glatte Abschnitte so bemessen werden, dass sich jeweils gegenüberliegende Massen im Wert entsprechen.

[0018] Die Herstellung eines solchen Rotors ist kostengünstig, da beispielsweise zunächst eine Vollscheibe hergestellt wird, aus der eine Anzahl Schaufeln herausgesägt wird. In dem Bereich des glatten Abschnitts wird auf das Heraussägen verzichtet.

[0019] Ein zweites Ausführungsbeispiel wird im Folgenden anhand der Figuren 2 und 3 beschrieben. In Fig. 2 sind Kanal und Rotorabschnitt in einer Abwicklung dargestellt, Fig. 3 zeigt den Schnitt entlang der Linie I-I'.

[0020] Im Gehäuse 202 ist der Kanal 208 mit einer Kanaltiefe 226 vorgesehen. Über die innere Begrenzung 218 des Kanals hinaus ragt der Rotorabschnitt in den Kanal hinein. In ihm sind als Gestaltungselemente Schaufeln 214 vorgesehen, die durch Drehung des Rotors im Kanal umlaufen. Die Schaufeln weisen eine Dicke 228 in Bewegungsrichtung auf. Wenigstens eine der Schaufeln besitzt eine Dicke, die größer als etwa ein Fünftel des Abstandes 230 zur nachfolgenden Schaufel ist. Durch diese Dicke wird erreicht, dass die den Kanalwänden 240, 242 und 244 zugewandten Schaufeloberflächen 250, 252 und 254 im molekularen Strömungsbereich wie Gaedepumpstrukturen wirken. Im viskosen Strömungsbereich wirkt der Rotorabschnitt aufgrund der Schaufeln als Seitenkanalpumpstufe.

[0021] In einer Weiterbildung besitzt wenigstens eine Schaufel 214 eine Dicke, die gleichgroß oder größer als etwa der Abstand 230 zur nachfolgenden Schaufel ist.

[0022] Ein weiteres Ausführungsbeispiel ist in den Figuren 4 und 5 gezeigt. In Fig. 4 sind Kanal und Rotorabschnitt in einer Abwicklung dargestellt, Fig. 5 zeigt den Schnitt entlang der Linie II-II'.

[0023] Im Gehäuse 302 ist hier der Kanal 308 vorgesehen, der durch die innere Begrenzung 318 in Richtung Drehachse begrenzt wird. Im Rotorabschnitt sind als Gestaltungselemente Schaufeln 314 vorgesehen, die im viskosen Strömungsbereich zu einer Seitenkanalpumpwirkung führen. Der Rotorabschnitt weist außerdem einen Grundsteg 340 auf, der über die innere Begrenzung hinaus in den Kanal hineinragt. Im Schnitt nach Figur 5 ist dargestellt, dass der Grundsteg mit der Grundsteghöhe 332 über die innere Begrenzung hinausragt. Hierdurch läuft im Kanal die Seitenfläche 342 des Grundsteges um. Diese wirkt zusammen mit der Kanalwand im molekularen Strömungsbereich als Gaedepumpstufe.

[0024] In einer Weiterbildung ist der Grundsteg nur entlang eines Teils des Umfangs des Rotors vorgesehen.

[0025] Die einzelnen Maßnahmen der Ausführungsbeispiele können kombiniert werden. So kann ein Grundsteg mit den dickeren Schaufeln und/oder einem glatten Abschnitt zusammen benutzt werden, um im Rotorabschnitt Gestaltungselemente zu erreichen, durch die die Pumpwirkung im molekularen Strömungsbereich nach Gaede und im höheren Druckbereich nach dem Seitenkanalprinzip bewirkt wird.

[0026] Die vorteilhafte Wirkung der beschriebenen Gestaltungen wird anhand von Messkurven in Fig. 7 deutlich. Gezeigt sind vier Messkurven, die jeweils auf ihren Maximalwert normiert wurden. Dargestellt ist die Kompression bei Nulldurchsatz, also das Verhältnis aus Druck am Auslass zu Druck am Einlass über dem Vorvakuumdruck, gemessen ohne Gasfluss durch den Pumpstufeneinlass.

[0027] Kurve 70 zeigt den Verlauf für eine reine Gaedepumpstufe. Es wird ein starker Anstieg im molekularen Strömungsbereich beobachtet, während zu höheren Drücken hin, insbesondere oberhalb 1 hPa, keine nennenswerte Kompression auftritt.

[0028] Kurve 72 zeigt den Verlauf einer reinen Seitenkanalpumpstufe. Hier erreicht die Kompression zu höheren Drücken hin ihr Maximum.

[0029] Kurve 74 zeigt den Kompressionsverlauf für das Ausführungsbeispiel mit glattem Abschnitt nach Figur 1, Kurve 76 den Verlauf für das Ausführungsbeispiel mit dicken Schaufeln nach Figuren 2 und 3.

[0030] Die Kurvenverläufe belegen, dass durch Verwendung der Geometrien gemäß den Ausführungsbeispielen vorteilhaft sowohl im molekularen Strömungsbereich 78 als auch im viskosen Strömungsbereich 80 Kompression erreicht wird. Diese ist im molekularen Bereich besser als die einer reinen Seitenkanalpumpstufe und im viskosen Bereich besser als die einer reinen Gaedestufe.

[0031] In Fig. 6 ist eine Vakuumpumpe 600 im prinzipiellen Aufbau dargestellt, in der die Vorteile der oben beschriebenen Vakuumpumpstufe besonders gut zur Geltung kommen.

[0032] Im Gehäuse 602 der Vakuumpumpe ist eine Welle 640 vorgesehen, die mittels Lagern 650 und 652 drehbar unterstützt wird. Hierbei kann es sich um fett- oder ölgeschmierte Wälzlager, Gas-, Gleit- oder Magnetlager handeln. Diese Lagerbauformen können gemischt verwendet werden, wobei Schmiermittel wie Öl oder dergleichen eher im Bereich des Vorvakuums eingesetzt werden, welcher auf der Seite des Lagers 652 zu finden ist.

[0033] Durch einen Pumpeneinlass 680 tritt Gas in die Vakuumpumpe ein und gelangt zur Hochvakuumpumpstufe 620. Diese ist vorteilhaft als Holweck- oder Turbomolekularpumpstufe gestaltet und kann ihrerseits mehrstufig aufgebaut sein. In diesen einzelnen Stufen können unterschiedliche Pumpprinzipien Anwendung finden. Durch einen Auslass 622 der Hochvakuumpumpstufe tritt Gas aus und gelang zum Einlass 604 der Mehrbereichsstufe 610, welche gemäß den zu den Figuren 1 bis 5 beschriebenen Vorgaben gestaltet ist.

[0034] Der Einlass 604 steht mit einer Ansaugöffnung 612 in Gasflussverbindung, so dass die Mehrbereichsstufe 610 Gas sowohl durch diese Ansaugöffnung als auch vom Auslass 622 der Hochvakuumpumpstufe ansaugt. Das in ihr verdichtete Gas wird durch den Auslass 606 ausgestoßen und einer Vorvakuumstufe 630 zugeführt. Diese kann vorteilhaft als Seitenkanalpumpstufe gestaltet sein und ihrerseits mehrere Pumpstufen umfassen. Durch einen Pumpenauslass 682 wird das Gas aus der Vakuumpumpe ausgestoßen, beispielsweise gegen Atmosphäre oder in die Zuleitung zu einer Vorvakuumpumpe.

[0035] Die Pumpstufen 610, 620 und 630 werden durch die Antriebsmittel 660 gemeinsam angetrieben.

[0036] Durch diese Anordnung arbeitet die Mehrbereichsstufe vorteilhaft in einem Druck- und Strömungsbereich, in dem sie bessere Kompressions- und Saugvermögenseigenschaften pro aufgenommene Leistung als reine Gaede- oder Seitenkanalpumpstufen besitzt.

Patentansprüche

1. Vakuumpumpstufe (100; 610) mit einem Einlass (104; 604), einem Auslass (106; 606), einem Rotor (112; 212; 312) und einem Kanal (108; 208; 308), wobei der Rotor (112; 212; 312) mit einem Rotorabschnitt in den Kanal (108; 208; 308) eintaucht und durch Zusammenwirken von Rotorabschnitt und Kanal (108; 208; 308) eine Pumpwirkung erreicht wird, und mit einem zwischen Einlass (104; 604) und Auslass (106; 606) angeordneten Abstreifer (110),

   wobei der Rotorabschnitt entlang seines Umfangs Gestaltungselemente (114, 116; 214; 314, 340) aufweist, durch die die Pumpwirkung im molekularen Strömungsbereich nach Gaede und im höheren Druckbereich nach dem Seitenkanalprinzip bewirkt wird,

   dadurch gekennzeichnet,
   dass der Rotor (112; 212; 312) durch die Gestaltungselemente Schaufeln (114; 214; 314) und wenigstens einen glatten Abschnitt (116) gebildet wird, wobei der wenigstens eine glatte Abschnitt (116) durch eine Zone des Rotors gebildet wird, die bis zu einem Außenradius (122) über den Schaufelgrundradius (120) hinausragt und sich entlang des Umfangs über einen Winkelbereich (124) erstreckt.

2. Vakuumpumpstufe nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass wenigstens eine Schaufel (214) eine Dicke besitzt, die größer als etwa ein Fünftel des Abstandes (230) zur nachfolgenden Schaufel ist.

3. Vakuumpumpstufe nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass wenigstens eine Schaufel (214) eine Dicke besitzt, die gleichgroß oder größer als etwa der Abstand (230) zur nachfolgenden Schaufel ist.

4. Vakuumpumpstufe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass die Gestaltungselemente einen Grundsteg (340) umfassen, welcher in den Kanal eintaucht.

5. Vakuumpumpstufe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass die Gestaltungselemente (114, 116; 214; 314, 340) im Wesentlichen in der Ebene (234; 334) des Rotors (112; 212; 312) liegend angeordnet sind.

6. Vakuumpumpe (600),
   dadurch gekennzeichnet,
   dass sie eine Vakuumpumpstufe (610) nach einem der vorhergehenden Ansprüche umfasst, welche im Gasstrom zwischen einer hochvakuumseitigen Pumpstufe (620) und einer atmosphärenseitigen Pumpstufe (630) angeordnet ist.

7. Vakuumpumpe nach Anspruch 6,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass die Vakuumpumpstufe (610) mit einer Ansaugöffnung (612) und einem Auslass (622) der hochvakuumseitigen Pumpstufe (620) in Gasflussverbindung steht.

Claims

1. A vacuum pump stage (100; 610) having an inlet (104; 604); an outlet (106; 606); a rotor (112; 212; 312) and a channel (108; 208; 308), wherein a rotor section of the rotor (112; 212; 312) dips into the channel (108; 208; 308) and a pumping effect is achieved by the cooperation of the rotor section and the channel (108; 208; 308); and having a scraper (110) arranged between the inlet (104; 604) and the outlet (106; 606),

   wherein the rotor section has design elements (114, 116; 214; 314, 340) along its periphery, by which design elements the pumping effect is brought about in a molecular flow region in accordance with Gaede and in a higher pressure range in accordance with the side channel principle, **characterized in that**

   the rotor (112; 212; 312) is formed by the design elements blades (114; 214; 314) and by at least one smooth section (116), with the at least one smooth section (116) being formed by a zone of the rotor which projects beyond a base radius (120) of the blades up to an external radius (122) and which extends along the periphery over an angular range (124).

2. A vacuum pump stage in accordance with claim 1, **characterized in that**
   at least one blade (214) has a thickness which is larger than approximately a fifth of a spacing (230) from a following blade.

3. A vacuum pump stage in accordance with claim 1, **characterized in that**
   at least one blade (214) has a thickness which is as large as or larger than approximately the spacing (230) from the following blade.

4. A vacuum pump stage in accordance with any one of the preceding claims, **characterized in that**
   the design elements comprise a base web (340) which dips into the channel.

5. A vacuum pump stage in accordance with any one of the preceding claims, **characterized in that**
   the design elements (114, 116; 214; 314, 340) are substantially arranged lying in the plane (234; 334) of the rotor (112; 212; 312).

6. A vacuum pump (600), **characterized in that**
   it comprises a vacuum pump stage (610) in accordance with any one of the preceding claims which is arranged in a gas flow between a pump stage (620) at the high vacuum side and a pump stage (630) at the atmosphere side.

7. A vacuum pump in accordance with claim 6, **characterized in that**
   the vacuum pump stage (610) is in gas flow communication with a suction opening (612) and with an outlet (622) of the pump stage (620) at the high vacuum side.

Revendications

1. Étage de pompe à vide (100 ; 610) comportant une entrée (104 ; 604), une sortie (106 ; 606), un rotor (112 ; 212 ; 312) et un canal (108 ; 208 ; 308), dans lequel le rotor (112 ; 212 ; 312) plonge dans le canal par une portion de rotor et dans lequel un effet de pompage est atteint par la coopération de la portion de rotor et du canal (108 ; 208 ; 308), et comportant un racleur (110) agencé entre l'entrée (104 ; 604) et la sortie (106 ; 606),
   dans lequel, le long de toute sa périphérie, la portion de rotor comprend des éléments de configuration (114, 116 ; 214 ; 314, 340) par lesquels l'effet de pompage est obtenu dans la plage du flux moléculaire selon le principe de Gaëde et dans la plage de pression plus élevée selon le principe du canal latéral,
   caractérisé en ce que
   le rotor (112 ; 212 ; 312) est formé par les éléments de configuration que sont des aubes (114 ; 214 ; 314) et au moins une portion lisse (116), ladite au moins une portion lisse (116) étant formée par une zone du rotor qui dépasse au-delà du rayon de base (120) des aubes jusqu'à un rayon extérieur (122) et qui s'étend le long de la périphérie sur une zone angulaire (124).

2. Étage de pompe à vide selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**
   au moins une aube (214) possède une épaisseur qui est supérieure à environ un cinquième de la distance (230) de l'aube suivante.

3. Étage de pompe à vide selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**
   au moins une aube (214) possède une épaisseur qui est égale ou supérieure à environ la distance (230) de l'aube suivante.

4. Étage de pompe à vide selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**
   les éléments de configuration comprennent une barrette de base (340) qui plonge dans le canal.

5. Étage de pompe à vide selon l'une des revendica-

tions précédentes, **caractérisé en ce que** les éléments de configuration (114, 116 ; 214 ; 314, 340) sont agencés en étant couchés sensiblement dans le plan (234 ; 334) du rotor (112 ; 212 ; 312).

6. Pompe à vide (600), **caractérisée en ce que** elle comprend un étage de pompe à vide (610) selon l'une des revendications précédentes, qui est agencé dans le flux de gaz entre un étage de pompe (620) côté vide élevé et un étage de pompe (630) côté atmosphère.

7. Pompe à vide selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** l'étage de pompe à vide (610) est en liaison fluidique de gaz avec une ouverture d'aspiration (612) et avec une sortie (622) de l'étage de pompe (620) côté vide élevé.

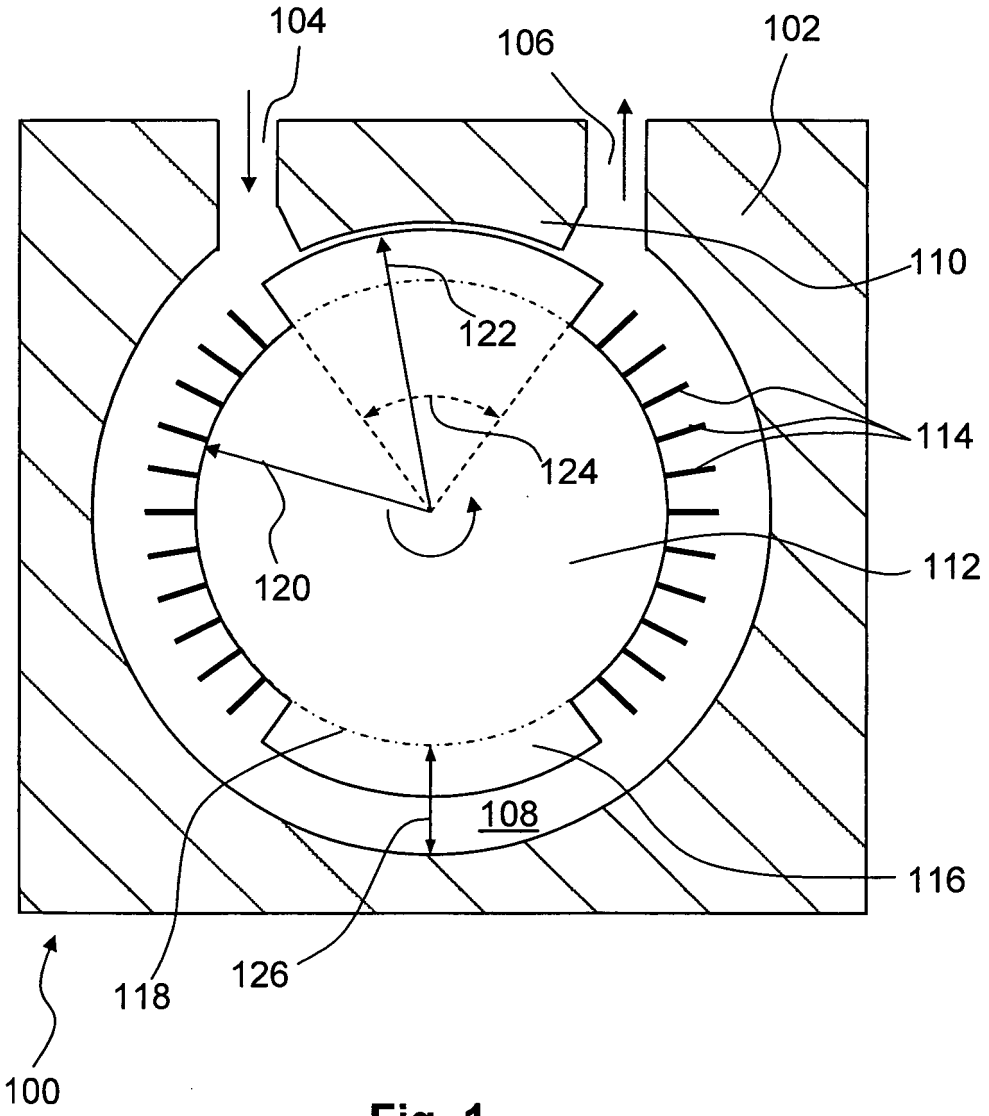


Fig. 1

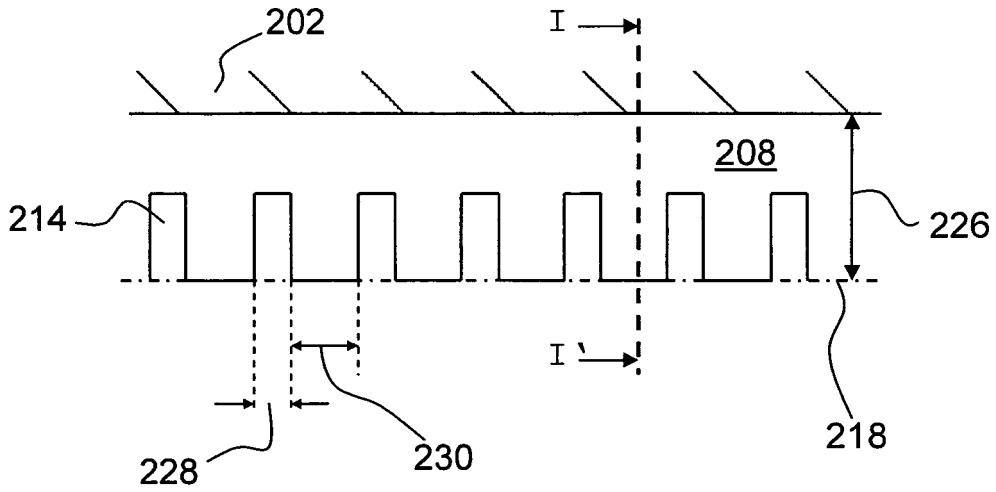

202
I
208
214
226
I'
228
230
218

Fig. 2

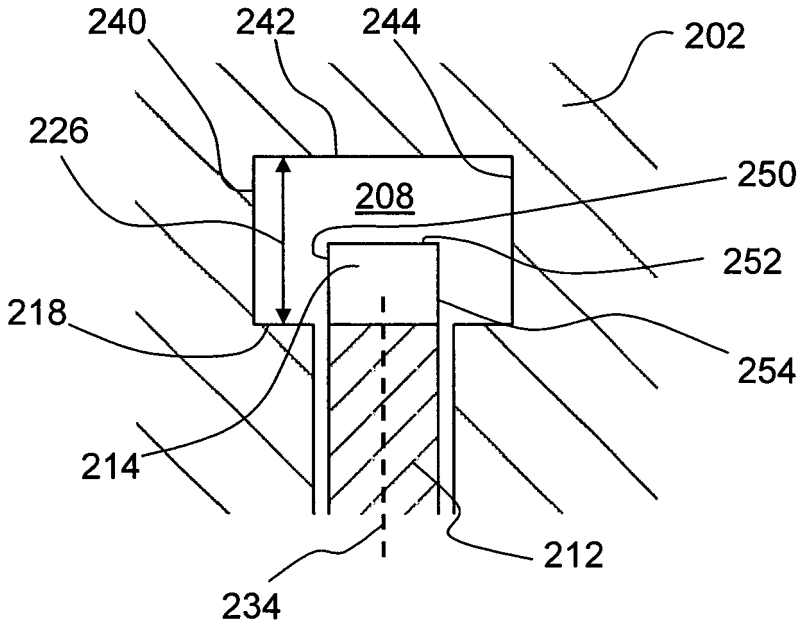

240
242
244
202
226
208
250
252
218
254
214
212
234

Fig. 3

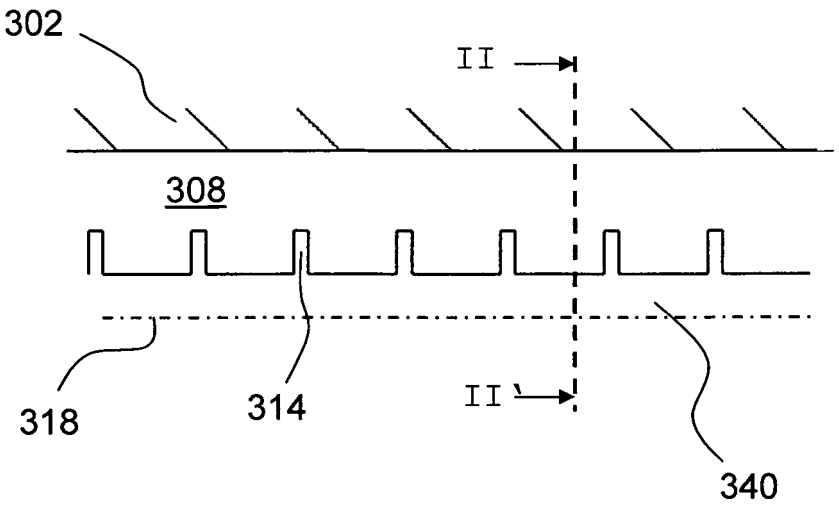


Fig. 4

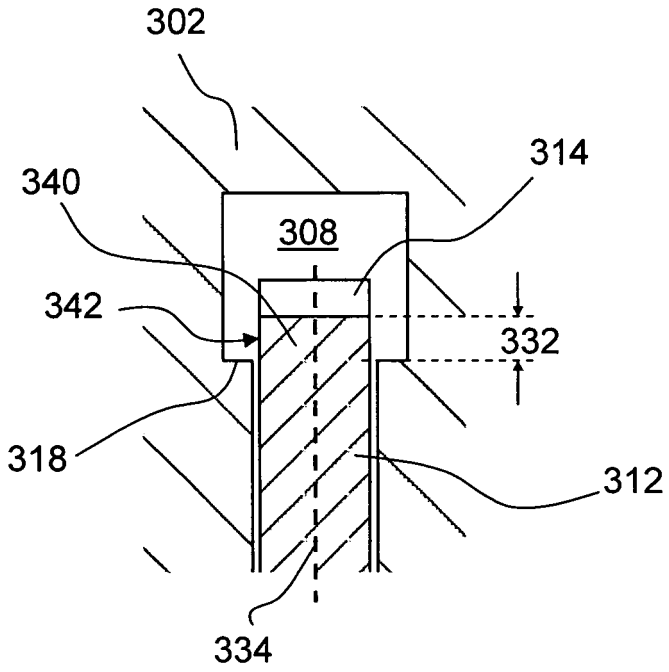


Fig. 5

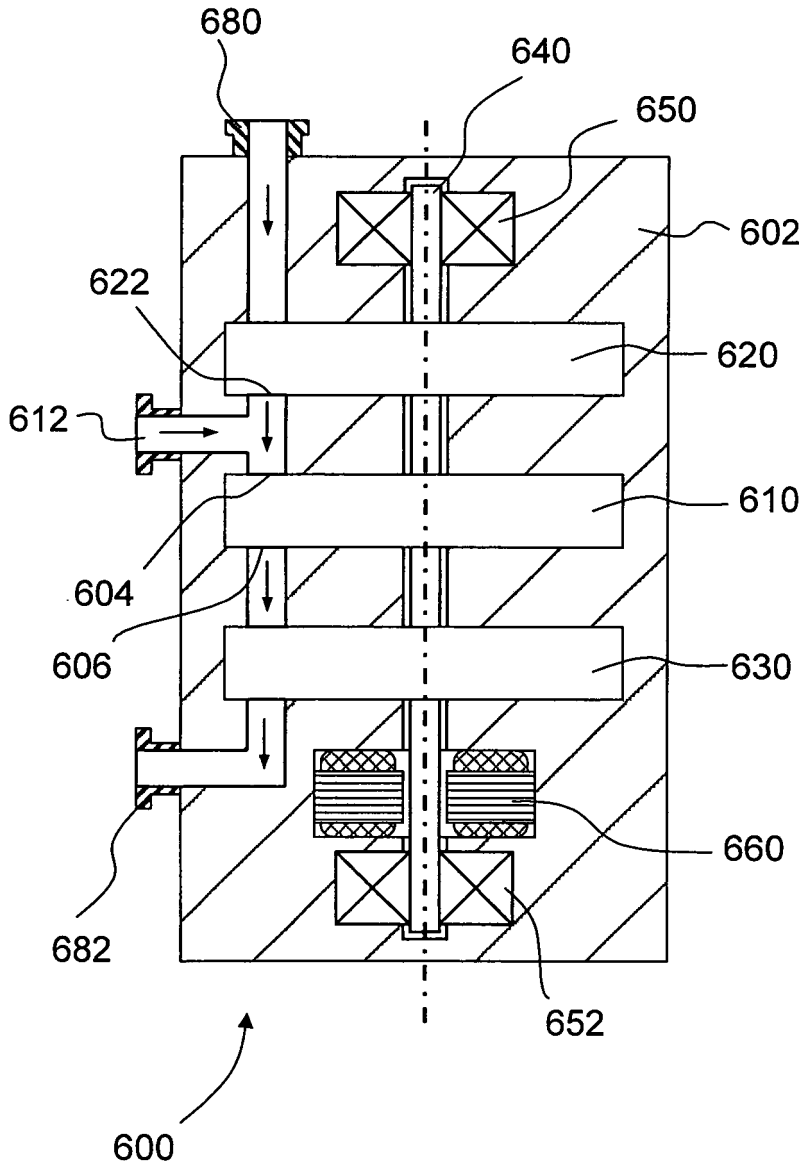


Fig. 6

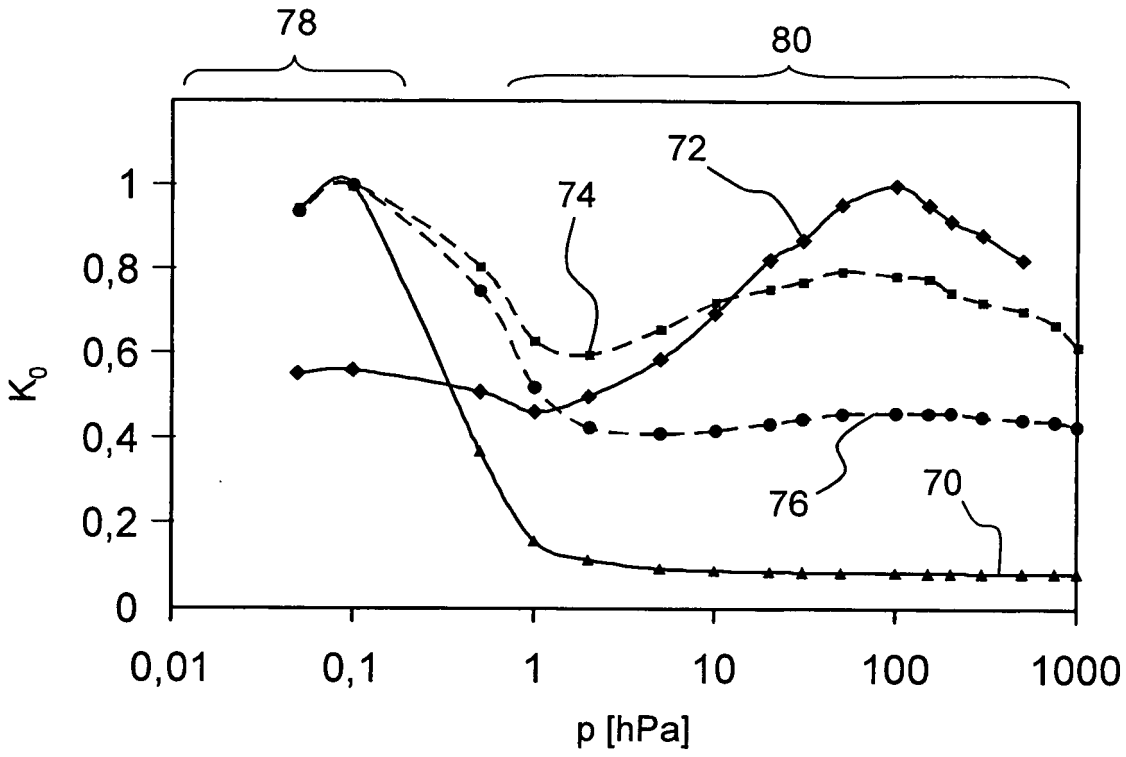


Fig. 7

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

- US 4141674 A **[0006]**
- WO 2005033520 A1 **[0007]**