



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 413 753 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.04.2004 Patentblatt 2004/18

(51) Int Cl.7: **F04B 37/14, F04B 25/00**

(21) Anmeldenummer: **03022066.9**

(22) Anmeldetag: **02.10.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK

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

(72) Erfinder:
• **Bez, Eckhard**
New Bern NC 28562 (US)
• **Zabeschek, Stefan, Dr.**
35614 Asslar-Berghausen (DE)

(30) Priorität: **22.10.2002 DE 10249062**

(54) **Mehrstufige Kolbenpumpe und Verfahren zu deren Betrieb**

(57) Die Erfindung betrifft eine mehrstufige Kolben-
vakuumpumpe und ein Verfahren zum Betrieb dersel-
ben. Die Pumpe besteht aus einem Gehäuse (1) und
aus mindestens zwei Schöpfräumen (2) und (4). Zwi-
schen der Ansaugseite (16) und den Schöpfräumen
bzw. zwischen den Schöpfräumen selbst besteht ein
System von Verbindungsleitungen und Ventilen, über

welche die einzelnen Pumpstufen entweder in Paralle-
loder in Serienschaltung betrieben werden können. Die
Verbindungsleitungen und Ventile sind im Pumpenge-
häuse integriert, so dass eine kompakte und platzspa-
rende Bauweise erreicht wird. Die Länge der Verbin-
dungsleitungen selbst kann auf ein Minimum reduziert
werden.

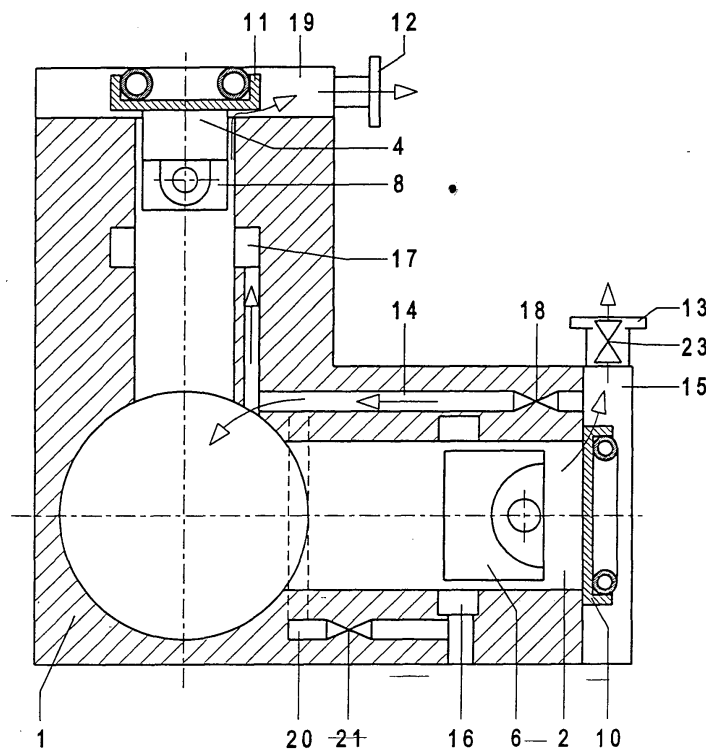


Fig. 1

EP 1 413 753 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine mehrstufige Kolben-
vakuumpumpe und ein Verfahren zu deren Betrieb nach
dem Oberbegriff des 1. Schutzanspruches.

[0002] Kolbenvakuumpumpen, welche einen Rezipi-
enten von Atmosphärendruck auf ein gewünschtes
Endvakuum von z. B. 10^{-2} mbar auspumpen, sind in der
Regel mehrstufig ausgebildet (z. B. US 5,921,755). Die
einzelnen Stufen sind in Reihe geschaltet, um so die er-
forderliche Druckdifferenz aufbringen zu können. Das
Saugvermögen wird durch die dem Rezipienten zuge-
wandte Pumpstufe bestimmt. Die nachfolgenden, nor-
malerweise abgestuften Pumpstufen sorgen für eine
weitere Verdichtung der zu fördernden Gase bis Atmo-
sphärendruck. Durch die Abstufung kann die Leistungs-
aufnahme der Pumpe reduziert werden.

[0003] Zu Beginn des Auspumpvorganges, wenn der
Druck im Rezipienten noch bei 1000 mbar liegt, ist es
jedoch nicht notwendig, dass von dem ersten Kolben
angesaugte Gas weiter zu verdichten. Mit Hilfe eines
druckgesteuerten Bypassventils werden die nachfol-
genden Pumpstufen umgangen, so dass diese keine
Verdichtungsarbeit mehr leisten müssen. In diesem An-
fangsstadium wäre jedoch ein höheres Saugvermögen
von Vorteil, um den Pumpvorgang zu beschleunigen.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine
mehrstufige Kolbenvakuumpumpe so zu gestalten,
dass alle Stufen in jedem Stadium des Pumpvorganges
in der Weise eingesetzt werden können, dass die Pum-
peigenschaften verbessert und ein effektiveres Pumpen
ermöglicht wird. Dabei soll eine kompakte und raumspa-
rende Bauweise angestrebt werden, bei der die Verbin-
dungsleitungen minimale Längen aufweisen und so die
Strömungswiderstände klein gehalten werden können.
Dazu soll die Kondensation von Flüssigkeiten und Fest-
stoffen in den Verbindungsleitungen verhindert oder auf
ein Minimum reduziert werden.

[0005] Die Aufgabe wird durch die kennzeichnenden
Merkmale der beiden Schutzansprüche 1 und 3 gelöst.
Die Ansprüche 2 und 4 stellen weitere Ausgestaltungs-
formen der Erfindung dar.

[0006] Das Saugvermögen einer mehrstufigen Kol-
benvakuumpumpe kann durch die erfindungsgemäße
Anordnung und durch das erfindungsgemäße Verfah-
ren im oberen Druckbereich deutlich erhöht werden, in-
dem beim Start des Abpumpvorganges alle vorhande-
nen Kolben parallel ansaugen. Erst bei einem Druck im
Rezipienten, bei dem die Kompression eines Kolbens
die angesaugten Gase nicht mehr auf Atmosphären-
druck verdichten kann, werden die parallel geschalteten
Kolben in Reihe geschaltet. Auf diese Art werden alle
Pumpstufen optimal eingesetzt und ein effektives Pum-
pen wird mit minimalem Aufwand erreicht. Die Integra-
tion der nötigen Verbindungsleitungen und Ventile in die
mehrstufige Pumpe ergibt eine kompakte Bauweise.
Die Länge der Verbindungsleitungen ist auf ein Mini-
mum beschränkt, so dass die Strömungswiderstände

klein gehalten werden können. Ein weiterer großer Vor-
teil der integrierten Bauweise besteht darin, dass die
Verbindungsleitungen und Bauteile, welche sich inner-
halb des Pumpengehäuses befinden, dessen Tempera-
tur annehmen. Da diese Temperatur höher ist als au-
ßerhalb des Gehäuses, werden Ablagerungen durch
Kondensation vermieden.

[0007] Anhand der Fig. 1 soll die Erfindung am Bei-
spiel einer zweistufigen Kolbenpumpe näher erläutert
werden. Fig. 2 zeigt eine weitere Ausgestaltungsform
der Erfindung.

[0008] Die beiden Pumpstufen sind im Gehäuse 1 un-
tergebracht. Sie bestehen im wesentlichen jeweils aus
einem Schöpfraum 2 und 4, in welchen Kolben 6 und 8
oszillierende Bewegungen ausführen. Im Zusammen-
wirken mit den Ventilen 10 und 11 erfolgt so die Gasför-
derung. Das bei der Ansaugseite 16 des ersten Schöpf-
raumes 2 eintretende und in diesem komprimierte Gas
wird über die Gasausstoßseite 15 und die Verbindungs-
leitung 14 der Ansaugseite 17 des Schöpfraumes 2 zu-
geführt und nach weiterer Kompression über die Gas-
auslassseite 19 ausgestoßen. Die Schöpfräume und die
zugehörigen Kolben sind abgestuft ausgebildet. Das
heißt, der erste Schöpfraum 2 ist größer als der zweite
Schöpfraum 4, da beim Betrieb im ersten Schöpfraum
komprimiert wird und der zweite Schöpfraum somit ein
geringeres Volumen zu pumpen und zu komprimieren
hat.

[0009] Erfindungsgemäß ist in der Verbindungslei-
tung 14 ein Absperrorgan 18 angebracht. Darüber hin-
aus ist eine weitere Verbindungsleitung 20 zwischen der
Ansaugseite 16 des ersten Schöpfraumes 2 und der An-
saugseite 17 des zweiten Schöpfraumes 4 vorhanden.
In dieser Verbindungsleitung befindet sich ein zweites
Absperrorgan 21. Ein weiteres Absperrorgan 23 ist am
Druckstutzen 13 der ersten Pumpstufe angebracht. Die-
se Verbindungsleitungen und Absperrorgane befinden
sich alle oder teilweise innerhalb des Pumpengehäuses
1.

[0010] Die so konstruierte mehrstufige Kolbenpumpe
ist dazu geeignet, die Pumpstufen in Parallel- oder in
Serienschaltung arbeiten zu lassen, wobei ein Um-
schalten von einem Betriebszustand in den anderen in
jeder Betriebsphase möglich ist.

[0011] Beim Beginn eines Auspumpvorganges ist es
sinnvoll, das volle Saugvermögen aller Pumpstufen zu
nutzen. Dazu werden im vorliegenden Beispiel zu-
nächst das Absperrorgan 18 geschlossen und die Ab-
sperrorgane 21 und 23 geöffnet. So kann das zu pum-
pende Gas über die Ansaugseite 16 des ersten Schöpf-
raumes 2 in diesen eintreten und nach Kompression
durch den Kolben 6 über das Ventil 10 und die Gasaus-
lassseite 15 ausgestoßen werden. Parallel dazu wird
das Gas über das geöffnete Absperrorgan 21 und die
Verbindungsleitung 20 der Ansaugseite 17 des zweiten
Schöpfraumes 4 zugeführt. Nach Kompression durch
den Kolben 8 wird über das Ventil 11 und die Gasaus-
lassseite 19 ausgestoßen.

[0012] Wenn nach einer gewissen Zeit des Parallelbetriebes ein Zustand erreicht wird, bei dem die zweite Pumpstufe das in der ersten Pumpstufe komprimierte Gas voll übernehmen kann, wird auf Serienbetrieb umgeschaltet. Dazu wird das Absperrorgan 21 geschlossen und das Absperrorgan 18 geöffnet. Ein weiteres Absperrorgan 23, welches am Druckstutzen 13 der ersten Pumpstufe angebracht ist, wird geschlossen. Das im ersten Schöpfraum 2 komprimierte Gas strömt nun über das geöffnete Absperrorgan 18 und die Verbindungsleitung 14 zur Ansaugseite 17 des zweiten Schöpfraumes 4, wird dort weiter komprimiert und über die Gasauslassseite 19 ausgestoßen. Die Umschaltung von Parallel- auf Serienbetrieb oder umgekehrt kann in jeder Phase des Pumpvorganges erfolgen. Die beiden Absperrorgane 18 und 21 können durch einen Dreiwegehahn 25 ersetzt werden.

Patentansprüche

1. Mehrstufige Kolbenvakuumpumpe, bestehend aus einem Gehäuse (1) und mindestens einem ersten (2) und einem zweiten Schöpfraum (4), in denen jeweils Kolben (6) und (8) oszillierende Bewegungen ausführen und im Zusammenwirken mit Ventilen (10) und (11) die Gasförderung erzeugen, mit einer Verbindungsleitung (14) zwischen der Gasausstoßseite (15) des ersten Schöpfraumes (2) und der Ansaugseite (17) des zweiten Schöpfraumes (4), **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Verbindungsleitung (14) ein erstes Absperrorgan (18) vorhanden ist und dass eine weitere Verbindungsleitung (20) zwischen der Ansaugseite (16) des ersten Schöpfraumes (2) und der Ansaugseite (17) des zweiten Schöpfraumes (4) besteht und in dieser Verbindungsleitung (20) ein zweites Absperrorgan (21) vorhanden ist, wobei die Verbindungsleitungen (14) und (20) sowie die Absperrorgane (18) und (21) sich innerhalb des Pumpengehäuses (1) befinden.
2. Mehrstufige Kolbenvakuumpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** anstelle der Absperrorgane (18) und (21) ein Drehwegehahn (25) vorhanden ist.
3. Verfahren zum Betrieb einer mehrstufigen Kolbenvakuumpumpe, bestehend aus einem Gehäuse (1) und mindestens einem ersten (2) und einem zweiten Schöpfraum (4), in denen jeweils Kolben (6) und (8) oszillierende Bewegungen ausführen und im Zusammenwirken mit Ventilen (10) und (11) die Gasförderung erzeugen mit einer Verbindungsleitung (14) zwischen der Gasausstoßseite (15) des ersten Schöpfraumes (2) und der Ansaugseite (17) des zweiten Schöpfraumes (4), **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem ersten Schritt ein Absperrorgan

(18) in der Verbindungsleitung (14) geschlossen wird und in einer zweiten Verbindungsleitung (20) ein Absperrorgan (21) geöffnet wird, so dass der bei der Ansaugseite (16) eintretende Gasstrom parallel in die Schöpfräume (2) und (4) gepumpt und über die Ventile (10) und (11) den Gasauslassseiten (15) und (19) zugeführt werden kann und in einem zweiten Schritt das Absperrorgan (18) in der Verbindungsleitung (14) geöffnet wird, das Absperrorgan (21) in der Verbindungsleitung (20) geschlossen wird und ein weiteres Absperrorgan (23) an der Gasauslassseite (15) geschlossen wird, so dass das bei der Ansaugseite (16) eintretende Gas zunächst in dem Schöpfraum (2) verdichtet wird und dann über die Verbindungsleitung (14) dem Schöpfraum (4) zur weiteren Kompression zugeführt wird und dass die Gasführung zwischen der Ansaugseite (16) und den Schöpfräumen (2, 4) bzw. zwischen den Schöpfräumen selbst innerhalb des Pumpengehäuses (1) stattfindet.

4. Verfahren zum Betrieb einer mehrstufigen Kolbenvakuumpumpe nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Öffnen und Schließen der Absperrorgane (18) und (21) durch das Umschalten eines Dreiwegehahns (25) ersetzt wird.

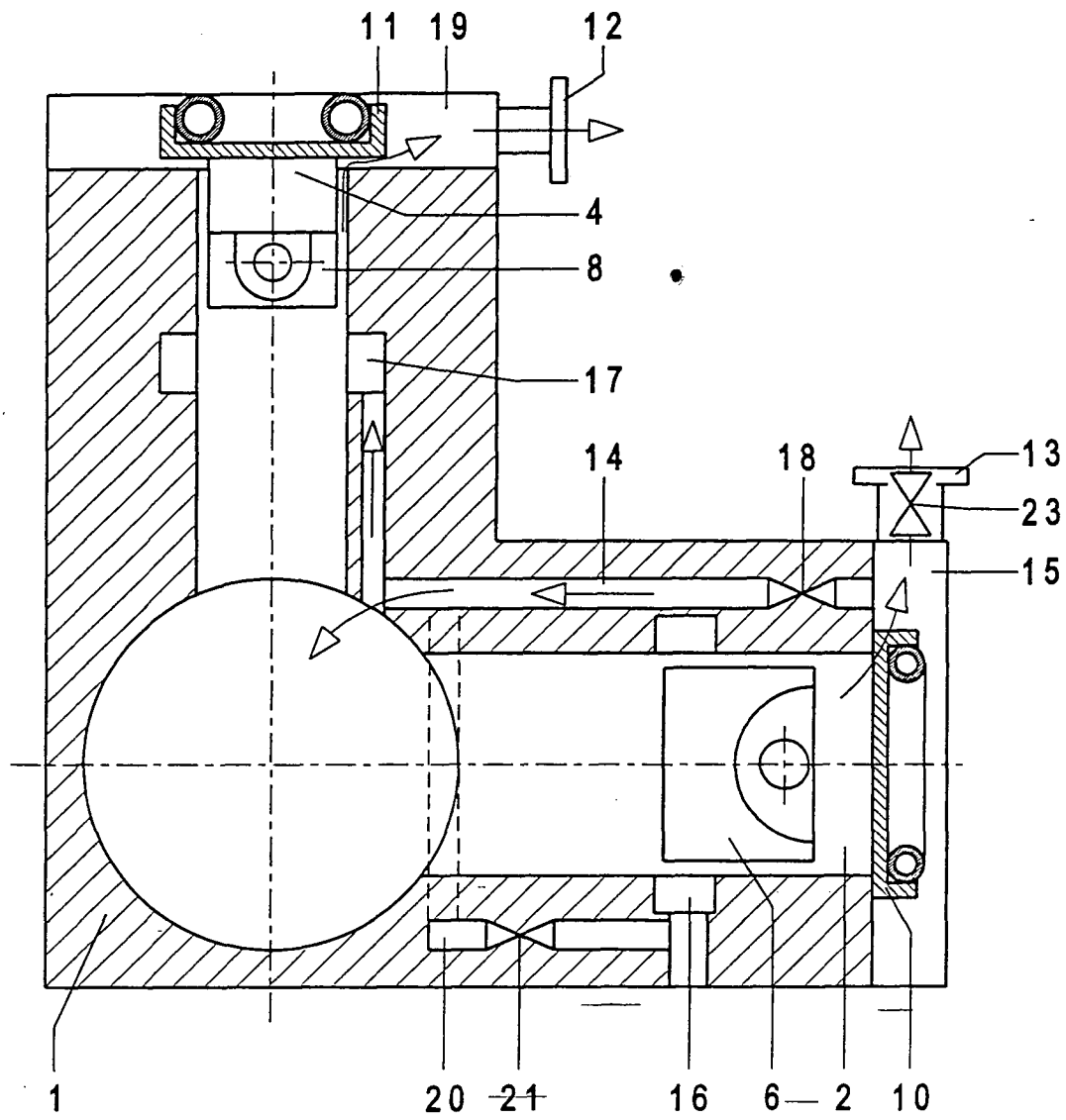


Fig. 1

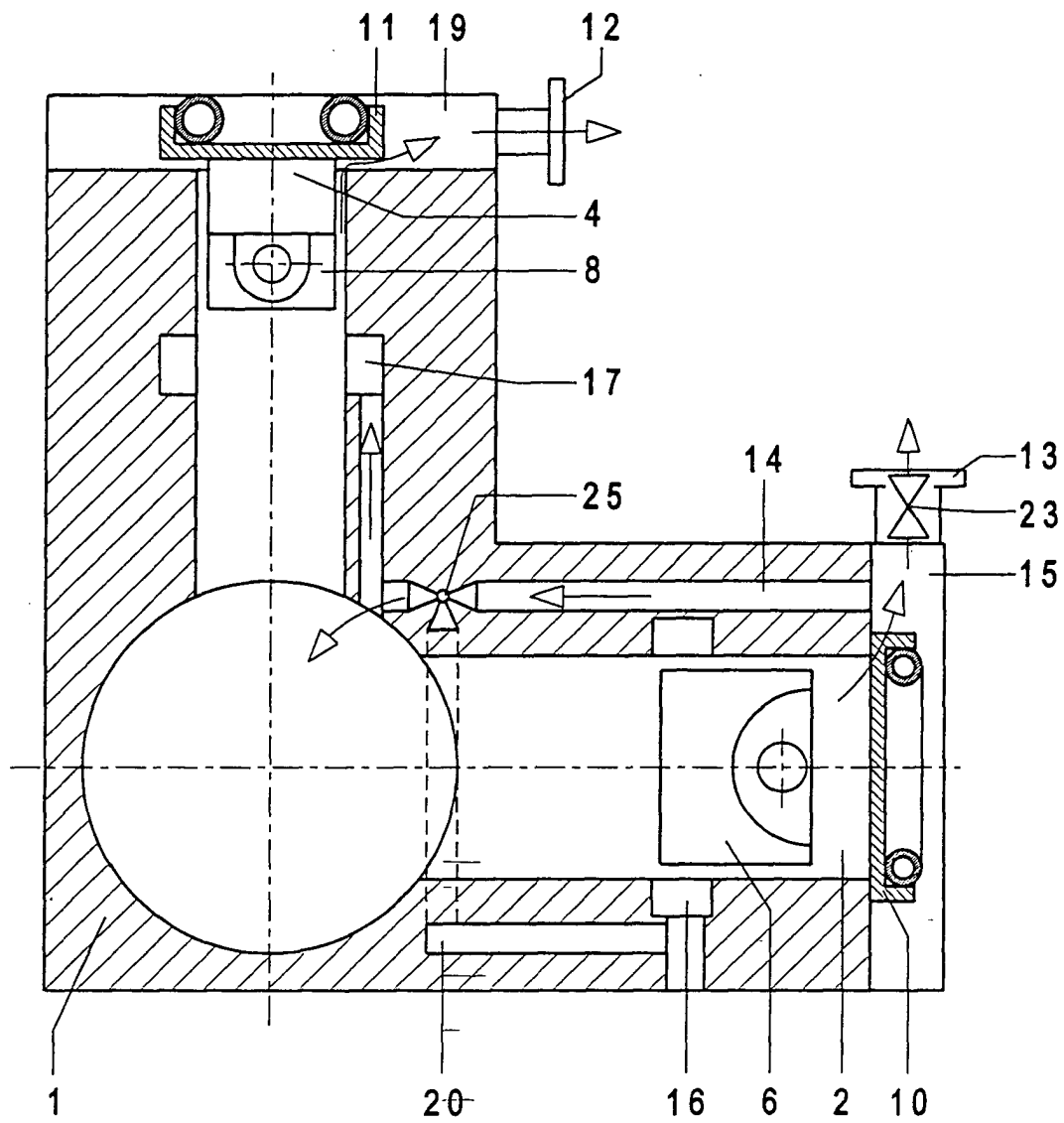


Fig. 2