



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
12.06.2002 Patentblatt 2002/24

(51) Int Cl.7: **F04F 5/52**, F04F 5/20

(21) Anmeldenummer: 01127994.0

(22) Anmeldetag: 24.11.2001

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

(72) Erfinder:
• **Bretzler, Markus**
73540 Heubach (DE)
• **Schnatterer, Jürgen**
72649 Wolfschlugen (DE)

(30) Priorität: 09.12.2000 DE 10061384

(74) Vertreter: **Abel, Martin, Dipl.-Ing.**
Patentanwälte
Magenbauer, Reimold, Vetter & Abel
Plochinger Strasse 109
73730 Esslingen (DE)

(71) Anmelder: **FESTO AG & Co**
73734 Esslingen (DE)

(54) **Vakuumerzeugervorrichtung sowie Verfahren zum Betreiben einer Vakuumerzeugervorrichtung**

(57) Es wird eine Vakuumerzeugervorrichtung vorgeschlagen, die über zwei Ejektoreinrichtungen (2, 2') verfügt. In die erste Ejektoreinrichtung (2) wird ein Betätigungsfluid eingespeist, das an einer Saugöffnung (16) einen Unterdruck erzeugt. Da die Saugöffnung (16)

mit der Austrittsöffnung (15') der zweiten Ejektoreinrichtung (2') verbunden ist, bildet sich in der zweiten Ejektoreinrichtung (2') eine Absaugströmung aus, die sich an der Saugöffnung (16') der zweiten Ejektoreinrichtung (2') abgreifen lässt. Auf diese Weise kann mit einfachen Mitteln ein hoher Unterdruck erzeugt werden.

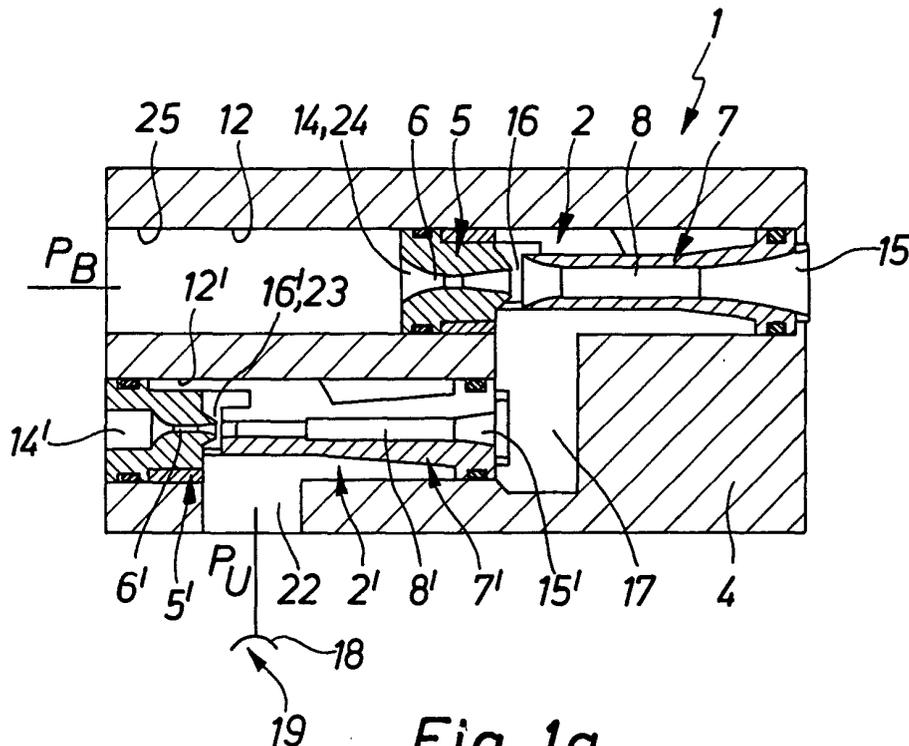


Fig. 1a

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vakuumerzeugervorrichtung, die mindestens eine Ejektoreinrichtung aufweist, mit der nach dem Strahlpumpenprinzip ein Unterdruck erzeugt werden kann, der sich an einer Unterdrucköffnung abgreifen lässt. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer derartigen Vakuumerzeugervorrichtung.

[0002] Eine aus der US 4861232 bekannte Vakuumerzeugervorrichtung enthält eine in einem Gehäuse untergebrachte Ejektoreinrichtung, die mit einer Strahldüse und einer in Verlängerung zu dieser angeordneten Fangdüse ausgestattet ist. Im Betrieb wird die Ejektoreinrichtung an einer der Strahldüse zugeordneten Eintrittsöffnung mit unter einem Betriebsdruck stehendem fluidischem Druckmedium, insbesondere Druckluft, gespeist, das in der Strahldüse beschleunigt wird, anschließend in die Fangdüse eintritt und letztlich über eine der Fangdüse zugeordnete Austrittsöffnung zur Atmosphäre ausströmt. Diese im folgenden als "Absaugströmung" bezeichnete Strömung bewirkt an einer dem Übergangsbereich zwischen der Strahldüse und der Fangdüse zugeordneten Saugöffnung eine Saugwirkung, so dass diese Saugöffnung als Unterdrucköffnung verwendbar ist, die sich beispielsweise mit einem zu evakuierenden Raum verbinden lässt, beispielsweise mit dem Innenraum des Sauggreifers einer Vakuumanhandhabungsvorrichtung.

[0003] Es gibt Vakuumanwendungen, bei denen ein sehr hoher Unterdruck angestrebt wird. Dieser lässt sich mit der bekannten Vakuumerzeugervorrichtung nicht erzielen. Üblicherweise liegt die Grenze für die mit Vakuumerzeugervorrichtungen der bekannten Art erzeugbaren Unterdrücke bei etwa 0,9 bar.

[0004] Soweit der Anmelderin bekannt und ohne einen druckschriftlichen Nachweis führen zu können, existieren auch bereits mehrstufige Vakuumerzeugervorrichtungen, bei denen mehrere Ejektoreinrichtungen hintereinandergeschaltet sind, die vom eingespeisten Druckmedium nacheinander durchströmt werden, wobei der Strömungsquerschnitt der Absaugströmungen von Stufe zu Stufe zunimmt. Derartige Vakuumerzeugervorrichtungen haben ihre Vorteile jedoch eher in einem an der Unterdrucköffnung abgreifbaren höheren Saugvolumenstrom, als dass eine merkliche Erhöhung des erzielbaren Unterdruckes auftreten würde.

[0005] Wiederum ohne druckschriftlichen Nachweis hat die Anmelderin ferner Kenntnis von Vakuumerzeugervorrichtungen, bei denen mehrere Ejektoreinrichtungen parallelgeschaltet werden, wobei die Austrittsöffnungen gemeinsam zur Atmosphäre führen und die Saugöffnungen zu einer gemeinsamen Unterdrucköffnung zusammengeführt sind. Auch bei derartigen Bauformen liegen die Vorteile eher in der Erhöhung des Saugvolumenstromes und den damit verbundenen kürzeren Evakuierungszeiten als bei einer Vergrößerung des erzielbaren Unterdruckes.

[0006] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vakuumerzeugervorrichtung sowie ein Verfahren zum Betreiben einer Vakuumerzeugervorrichtung vorzuschlagen, wobei mit geringem Aufwand und geringem Fluidverbrauch hohe Unterdruckwerte erreicht werden können.

[0007] Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Vakuumerzeugervorrichtung, mit einer den Abgriff eines Unterdruckes ermöglichenden Unterdrucköffnung und mit einer ersten und einer zweiten Ejektoreinrichtung, die jeweils eine Eintrittsöffnung, eine Austrittsöffnung und eine Saugöffnung aufweisen und die jeweils zwischen der Eintrittsöffnung und der Austrittsöffnung von einer an der zugehörigen Saugöffnung eine Saugwirkung hervorrufenden ersten bzw. zweiten Absaugströmung durchströmbar sind, wobei der Strömungsquerschnitt für die erste Absaugströmung größer ist als der Strömungsquerschnitt für die zweite Absaugströmung und wobei die Eintrittsöffnung der ersten Ejektoreinrichtung eine Einspeiseöffnung bildet, die zum Einspeisen eines die erste Absaugströmung hervorrufenden Betätigungsfluides vorgesehen ist, wobei ferner die Saugöffnung der ersten Ejektoreinrichtung mit der Austrittsöffnung der zweiten Ejektoreinrichtung verbunden ist, um zur Erzeugung einer die zweite Absaugströmung bewirkenden Druckdifferenz beizutragen, und wobei die Unterdrucköffnung von der Saugöffnung der zweiten Ejektoreinrichtung gebildet ist.

[0008] Die Aufgabe wird ferner gelöst durch ein Verfahren zum Betreiben einer Vakuumerzeugervorrichtung, die eine Ejektoreinrichtung mit einer Eintrittsöffnung, einer Austrittsöffnung und einer Saugöffnung aufweist, wobei man die die Ejektoreinrichtung zwischen der Eintrittsöffnung und der Austrittsöffnung durchströmende und dabei an der Saugöffnung eine Saugwirkung hervorrufende Absaugströmung dadurch erzeugt, dass man die Eintrittsöffnung mit der Atmosphäre verbindet und an der Austrittsöffnung einen Unterdruck anlegt, wobei man den Unterdruck dadurch erzeugt, dass man die Austrittsöffnung mit der Saugöffnung einer weiteren Ejektoreinrichtung verbindet, deren Absaugströmung dadurch erzeugt wird, dass an ihrer Eintrittsöffnung Druckluft eingespeist wird, die unter einem im Vergleich zum Atmosphärendruck höheren Betriebsdruck steht.

[0009] Überraschend wurde festgestellt, dass ein höheres Unterdruckniveau erzielbar ist, wenn man die die zum Abgreifen des Unterdruckes dienende Unterdrucköffnung aufweisende Ejektoreinrichtung nicht in konventioneller Weise betreibt, sondern zur Erzeugung der zugeordneten Absaugströmung an der Austrittsöffnung einen Unterdruck anlegt, der von einer in konventioneller Weise betriebenen Ejektoreinrichtung hervorgerufen wird. Es ist also die Saugöffnung der ersten Ejektoreinrichtung an die Austrittsöffnung der zweiten Ejektoreinrichtung angeschlossen, so dass sie quasi durch aktives Absaugen zur Erzeugung der Absaugströmung der zweiten Ejektoreinrichtung beiträgt, was letztlich an der

Saugöffnung der zweiten Ejektoreinrichtung das Entstehen eines überraschend hohen Unterdruckes zur Folge hat. Messungen haben ergeben, dass sich mit der erfindungsgemäßen Vakuumerzeugervorrichtung Unterdrücke erzeugen lassen, die um einiges höher als 0,9 bar liegen.

[0010] Wird die Vakuumerzeugervorrichtung unter Betriebsbedingungen eingesetzt, bei denen an der Eintrittsöffnung der zweiten Ejektoreinrichtung Atmosphärendruck anliegt, erweist sich die Erfindung als besonders vorteilhaft. Verglichen mit einer Vakuumerzeugervorrichtung konventionellen Aufbaus kann hier bei gleichem Betriebsdruck und gleichem Luftverbrauch ein höherer Unterdruck an der als Unterdrucköffnung verwendeten Saugöffnung der zweiten Ejektoreinrichtung erzielt werden.

[0011] Optimale Ergebnisse werden erzielt, wenn der für die erste Absaugströmung zur Verfügung gestellte Strömungsquerschnitt der ersten Ejektoreinrichtung möglichst groß und der für die zweite Absaugströmung der zweiten Ejektoreinrichtung zur Verfügung stehende Strömungsquerschnitt möglichst gering gewählt wird.

[0012] Bei Anwendungen, die das Evakuieren eines relativ großen Volumens erfordern, ist es von Vorteil, wenn zwischen den beiden Saugöffnungen der Ejektoreinrichtungen ein By-pass-Kanal verläuft, in den eine Steuerventileinrichtung eingeschaltet ist, die wahlweise eine Freigabe oder Unterbrechung der Fluidverbindung zwischen den beiden Saugöffnungen ermöglicht. Es kann dann zu Beginn eines Evakuierungsvorganges durch Öffnen der Steuerventileinrichtung die zweite Ejektoreinrichtung überbrückt werden, um erst gegen Ende des Evakuierungsvorganges die Verbindung zu schließen und dadurch die zweite Ejektoreinrichtung zum Zwecke des Erhalts des gewünschten hohen Vakuums zu aktivieren.

[0013] Als Steuerventileinrichtung kann eine Bauart mit individueller Betätigungsmöglichkeit vorgesehen sein, um beispielsweise eine manuelle Aktivierung vorzusehen. Als besonders vorteilhaft wird eine Bauart angesehen, bei der die Steuerventileinrichtung in Abhängigkeit von dem an der Unterdrucköffnung anstehenden Druck betätigt wird, so dass sie eine Offenstellung einnimmt, solange der Unterdruck noch relativ gering ist, um erst bei Erreichen eines bestimmten Unterdruckwertes zu schließen.

[0014] Es kann auf diese Weise ein hoher Saugvolumenstrom mit kurzen Evakuierungszeiten und hoher Vakuumleistung gewährleistet werden.

[0015] Nachfolgend wird die Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigen:

Fig. 1a eine besonders einfach aufgebaute Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vakuumerzeugervorrichtung im Längsschnitt,

Fig. 1b das Schaltbild der Vakuumerzeugervorrich-

tung gemäß Fig. 1a,

Fig. 2a eine zusätzlich mit einem manuell aktivierbaren Steuerventil ausgestattete Vakuumerzeugervorrichtung im Längsschnitt,

Fig. 2b das Schaltbild der Vakuumerzeugervorrichtung gemäß Fig. 2a,

Fig. 3a eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vakuumerzeugervorrichtung mit einem druckabhängig aktivierbaren Steuerventil, wiederum im Längsschnitt, und

Fig. 3b das Schaltbild der Vakuumerzeugervorrichtung aus Fig. 3a.

Zunächst erfolgt eine Beschreibung der gemeinsamen Komponenten der in der Zeichnung abgebildeten Vakuumerzeugervorrichtungen.

[0016] Jede der allgemein mit Bezugsziffer 1 bezeichneten Vakuumerzeugervorrichtungen enthält zwei Ejektoreinrichtungen, die zur besseren Unterscheidung als erste und zweite Ejektoreinrichtungen 2, 2' bezeichnet sind und die zweckmäßigerweise gemeinsam in einem Gehäuse 4 untergebracht sind.

[0017] Jede Ejektoreinrichtung 2, 2' enthält eine Strahldüse 5, 5' mit einem Strahldüsenkanal 6, 6' sowie eine Fangdüse 7, 7' mit einem Fangdüsenkanal 8, 8'.

[0018] Die Ejektoreinrichtungen 2, 2' sind beim Ausführungsbeispiel patronenartig ausgebildet und jeweils in eine vorzugsweise zylindrische Ejektoraufnahme 12, 12' eingesetzt.

[0019] Eine jeweilige Fangdüse 7, 7' ist stromab der jeweils zugeordneten Strahldüse 5, 5' plaziert.

[0020] Jede Ejektoreinrichtung 2, 2' ist mit einer Eintrittsöffnung 14, 14' versehen, die von dem dem Fangdüsenkanal 8, 8' entgegengesetzten Endbereich des Saugdüsenkanals 6, 6' gebildet ist. Darüber hinaus verfügt jede Ejektoreinrichtung 2, 2' über eine Austrittsöffnung 15, 15', die von dem dem Saugdüsenkanal 6, 6' entgegengesetzten Endbereich des Fangdüsenkanals 8, 8' gebildet ist.

[0021] Innerhalb einer jeweiligen Ejektoreinrichtung 2, 2' sind der Strahldüsenkanal 6, 6' und der Fangdüsenkanal 8, 8' zueinander beabstandet, wobei der Zwischenraum eine Saugöffnung 16, 16' definiert.

[0022] Ein im Innern des Gehäuses 4 verlaufender Verbindungskanal 17 stellt eine ständige Verbindung zwischen der Saugöffnung 16 der ersten Ejektoreinrichtung 2 und der Austrittsöffnung 15' der zweiten Ejektoreinrichtung 2' her.

[0023] Die Vakuumerzeugervorrichtungen 1 werden insbesondere dazu verwendet, um in einem angeschlossenen, zu evakuierenden Raum 19 einen Unterdruck p_U in einer vorbestimmten Höhe zu erzeugen. Der zu evakuierende Raum 19 kann insbesondere vom Innenraum eines beispielsweise von einem Saugnapf

oder einem Saugteller gebildeten Sauggreifers 18 definiert sein, der zu einer Vakuum-Handhabungseinrichtung gehört, mit deren Hilfe sich beliebige Gegenstände unterdruckbedingt festhalten und/oder transportieren lassen.

[0024] Im Betrieb einer derartigen Vakuum-Handhabungseinrichtung wird der Sauggreifer 18 mit seiner offenen Seite voraus an die Außenfläche des handzuhabenden Gegenstandes angesetzt, wonach der Raum 19 abgesaugt und evakuiert wird, so dass ein Unterdruck entsteht, der ein Anhaften des Gegenstandes an dem Sauggreifer 18 bewirkt. Durch nachfolgendes Handhaben des Sauggreifers 18 lässt sich der Gegenstand in beliebiger Weise positionieren. Um den Gegenstand zu lösen, wird der zu evakuierende Raum 19 wieder belüftet.

[0025] Der zu evakuierende Raum 19 ist an einen in dem Gehäuse 4 verlaufenden Unterdruckkanal 22 angeschlossen, der mit einer Unterdrucköffnung 23 in Verbindung steht, welche von der Saugöffnung 16' der zweiten Ejektoreinrichtung 2' gebildet ist. Zur Verbindung mit dem zu evakuierenden Raum 19 kann auch noch eine vom Gehäuse 4 wegführende Fluidleitung zwischengeschaltet sein.

[0026] Die Eintrittsöffnung 14 der ersten Ejektoreinrichtung 2 ist als Einspeiseöffnung 24 ausgeführt. Über sie wird im Betrieb der jeweiligen Vakuumerzeugervorrichtung 1 ein unter einem bestimmten Betriebsdruck p_B stehendes Betätigungsfluid eingespeist. Bei den Ausführungsbeispielen wird als Betätigungsfluid Druckluft verwendet, wobei der Betätigungsdruck p_B höher ist als der Atmosphärendruck, wobei übliche Betriebsbedingungen einen Überdruck von 6 bar vorsehen.

[0027] Die Druckluft wird durch einen nicht näher dargestellten Druckluftherzeuger bereitgestellt und in einen Einspeisekanal 25 des Gehäuses 4 eingespeist, der mit der Einspeiseöffnung 24 der ersten Ejektoreinrichtung 2 in fluidischer Verbindung steht. Beim Ausführungsbeispiel ist der Einspeisekanal 25 von einem Längenabschnitt der die erste Ejektoreinrichtung 2 aufnehmenden Ejektoraufnahme 12 gebildet.

[0028] Durch die eingespeiste Druckluft bildet sich in der ersten Ejektoreinrichtung 2 eine von der Eintrittsöffnung 14 zur Austrittsöffnung 15 strömende Absaugströmung aus, die über die Austrittsöffnung 15 zur Atmosphäre austritt. Diese Absaugströmung ruft an der zugeordneten Saugöffnung 16 eine Saugwirkung hervor, die über den Verbindungskanal 17 zur Austrittsöffnung 15' der zweiten Ejektoreinrichtung 2' weitergegeben wird. Auf diese Weise steht der von der ersten Ejektoreinrichtung 2 an der zugeordneten Saugöffnung 16 erzeugte Unterdruck an der Austrittsöffnung 15' der zweiten Ejektoreinrichtung 2' an, so dass zwischen dieser und der unmittelbar mit der Atmosphäre verbundenen Eintrittsöffnung 14' der zweiten Ejektoreinrichtung 2' ein Druckgefälle entsteht. Diese Druckdifferenz führt dazu, dass über die Austrittsöffnung 15' und die Eintrittsöffnung 14' der zweiten Ejektoreinrichtung 2' Luft von der

Atmosphäre angesaugt wird, was auch in der zweiten Ejektoreinrichtung 2' eine Absaugströmung zur Folge hat, die zur besseren Unterscheidung als zweite Absaugströmung bezeichnet wird.

[0029] Während also bei der ersten Ejektoreinrichtung 2 die Absaugströmung dadurch hervorgerufen wird, dass Luft mit Überdruck durch die Ejektoreinrichtung 2 hindurchgeblasen wird, resultiert die zweite Absaugströmung praktisch auf einem Saugeffekt, der von dem Unterdruck hervorgerufen wird, welcher aus dem Betrieb der ersten Ejektoreinrichtung 2 resultiert. Indem nun des weiteren die beiden Ejektoreinrichtungen 2, 2' derart ausgelegt sind, dass der für die zweite Absaugströmung in der zweiten Ejektoreinrichtung 2' zur Verfügung gestellte Strömungsquerschnitt geringer ist als der der ersten Absaugströmung in der ersten Ejektoreinrichtung 2 zur Verfügung stehende Strömungsquerschnitt, stellt sich überraschend der Effekt ein, dass an der von der Saugöffnung 16' der zweiten Ejektoreinrichtung 2' gebildeten Unterdrucköffnung 23 ein relativ hoher Unterdruck abgegriffen werden kann, der beträchtlich über einem heutzutage üblicherweise erreichbaren Wert von 0,9 bar liegt.

[0030] Indem lediglich die Eintrittsöffnung 14 der ersten Ejektoreinrichtung 2 mit Überdruck gespeist wird und die Eintrittsöffnung 14' der zweiten Ejektoreinrichtung 2' einfach mit der Atmosphäre verbunden ist, wird das hohe Unterdruckniveau mit einem Luftverbrauch erhalten, der nicht größer ist als der Luftverbrauch üblicher, mit nur einer Ejektoreinrichtung ausgestatteter Vakuumerzeugervorrichtungen.

[0031] Prinzipiell wäre es allerdings möglich, über die Eintrittsöffnung 14' der zweiten Ejektoreinrichtung 2' zusätzlich unter einem gewissen Überdruck stehende Druckluft einzuspeisen, wobei der Überdruck aber möglichst gering sein sollte und auf jeden Fall unterhalb des Betriebsdruckes des über die Einspeiseöffnung 24 eingespeisten Druckmediums zu liegen hat. Auf derartige Betriebsbedingungen wird man aber in aller Regel nur dann zurückgreifen, wenn die Vakuumerzeugervorrichtung mit einem anderen Gas als Luft betrieben wird.

[0032] Bedingt durch den möglichst geringen Strömungsquerschnitt für die zweite Absaugströmung, kann an der Unterdrucköffnung 23 eine nur relativ geringe Strömungsrate erzeugt werden. Da dies beim Evakuieren großer Volumen relativ lange Evakuierungszeiten zur Folge hat, sind die in Fig. 2a, 2b, 3a, 3b dargestellten Vakuumerzeugervorrichtungen 1 mit zusätzlichen Maßnahmen versehen, die eine Verkürzung der Evakuierungszeiten ermöglichen.

[0033] Die vorerwähnten Maßnahmen sehen einen die beiden Saugöffnungen 16, 16' der beiden Ejektoreinrichtungen 2, 2' verbindenden By-pass-Kanal 26 vor, in den eine Steuerventileinrichtung 27 eingeschaltet ist, die wahlweise eine Freigabe oder eine Unterbrechung der Verbindung zwischen den beiden Saugöffnungen 16, 16' ermöglicht.

[0034] Im Falle des Ausführungsbeispiels gemäß Fig.

2a und 2b ist die Steuerventileinrichtung 27 manuell aktivierbar ausgeführt. Sie verfügt über ein Ventilglied 28, das in Fig. 2a in einer Schließstellung gezeigt ist, in der es an einem Ventilsitz 32 anliegt und dadurch den Bypass-Kanal verschließt. Dieser Zustand entspricht demjenigen Zustand, der beim Ausführungsbeispiel der Fig. 1a und 1b ständig vorliegt.

[0035] Durch manuelles Umschalten kann das Ventilglied 28 in eine in Fig. 2b angedeutete Offenstellung verlagert werden, in der der Fluiddurchgang durch den Bypass-Kanal 26 freigegeben ist und somit unter Umgehung der zweiten Ejektoreinrichtung 2' eine direkte Verbindung zwischen den beiden Saugöffnungen 16, 16' vorliegt.

[0036] Anstelle eines manuellen Umschaltens kann auch vorgesehen sein, die Steuerventileinrichtung 27 so auszuführen, dass sie elektrisch und eventuell nach Maßgabe einer elektronischen Steuereinrichtung aktiviert wird.

[0037] Um einen Raum 19 großen Volumens zu evakuieren, wird die Steuerventileinrichtung 27 zunächst in die Offenstellung geschaltet, so dass im wesentlichen nur die erste Ejektoreinrichtung 2 wirksam ist, die auf Grund des ihrer ersten Absaugströmung zur Verfügung gestellten großen Strömungsquerschnittes in der Lage ist, an ihrer Saugöffnung 16 eine hohe Strömungsrate zu erzeugen, was ein entsprechend schnelles Evakuieren des Raumes 19 ermöglicht. Nach einer gewissen Zeit wird die Steuerventileinrichtung 27 geschlossen, so dass automatisch die zweite Ejektoreinrichtung 2' in Betrieb gesetzt wird und das restliche Volumen mit geringerer Strömungsrate auf hohes Vakuum abgesaugt wird.

[0038] Die Ausführungsform gemäß Fig. 3a, 3b ist mit derjenigen gemäß Fig. 2a, 2b größtenteils identisch, wobei übereinstimmende Bestandteile mit gleichen Bezugszeichen versehen sind. Der einzige Unterschied besteht in der Art der Aktivierung der Steuerventileinrichtung 27, was hier selbsttätig geschieht, da die Steuerventileinrichtung 27 so ausgeführt ist, dass sie in Abhängigkeit von dem an der Unterdrucköffnung 23 anstehenden Druck betätigt wird.

[0039] Durch eine Federeinrichtung 33 wird das Ventilglied 28 im deaktivierten Zustand der Vakuumerzeugervorrichtung 1 in der anhand der Fig. 2a, 2b erläuterten Offenstellung gehalten. An dem Ventilglied 28 ist eine Fluidbeaufschlagungsfläche 34 vorgesehen, die ständig mit dem an der Unterdrucköffnung 23 anstehenden Unterdruck beaufschlagt ist, woraus eine Stellkraft resultiert, die der Stellkraft der Federeinrichtung 33 entgegengesetzt ist.

[0040] Beginnend mit dem in Fig. 3b dargestellten Zustand, bei dem die Steuerventileinrichtung 27 durch die Federeinrichtung 33 in Offenstellung gehalten ist, findet ein Umschalten in die Schließstellung statt, wenn die auf Grund des ansteigenden Unterdruckes an dem Ventilglied 28 angreifenden resultierenden Kräfte ausreichend groß sind.

[0041] Der Umschaltzeitpunkt, also derjenige Unterdruck, bei dem die Steuerventileinrichtung 27 aus der Offenstellung in die Schließstellung umschaltet, kann variabel einstellbar ausgeführt sein, beispielsweise durch Verwendung einer in ihrer Stellkraft veränderlich einstellbaren Federeinrichtung 33.

[0042] Die Steuerventileinrichtung 27 gemäß Fig. 3a, 3b kommt ohne elektrische Ansteuerung aus. Allerdings wäre auch eine Bauform möglich, bei der der Unterdruck durch einen Drucksensor erfaßt und das Umschalten der Steuerventileinrichtung 27 anhand des Sensorsignales bewirkt wird.

15 Patentansprüche

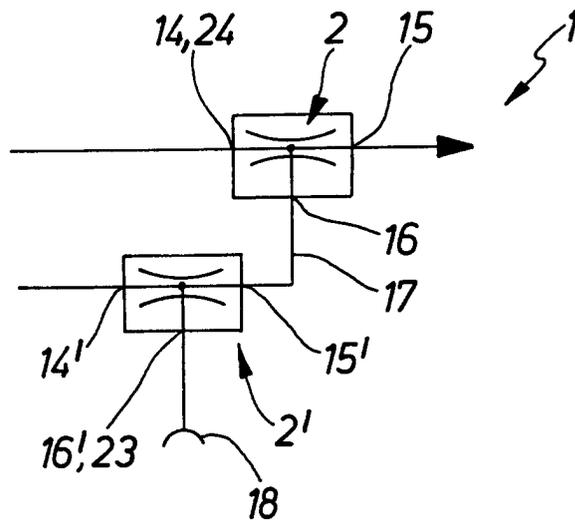
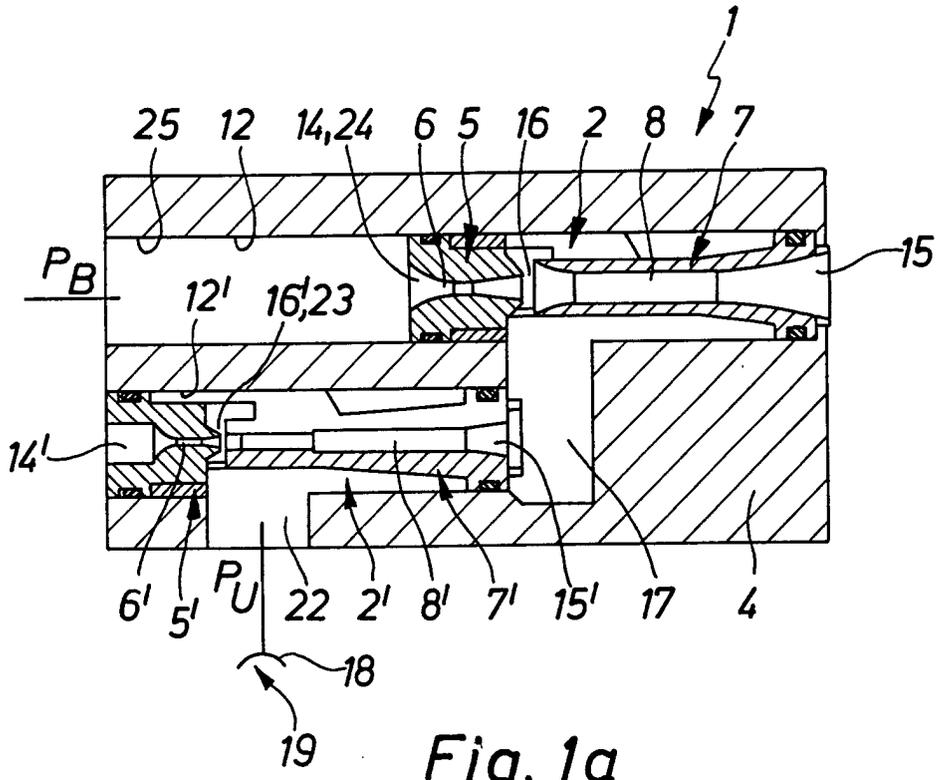
1. Vakuumerzeugervorrichtung, mit einer den Abgriff eines Unterdruckes ermöglichenden Unterdrucköffnung (23) und mit einer ersten und einer zweiten Ejektoreinrichtung (2, 2'), die jeweils eine Eintrittsöffnung (14, 14'), eine Austrittsöffnung (15, 15') und eine Saugöffnung (16, 16') aufweisen und die jeweils zwischen der Eintrittsöffnung (14, 14') und der Austrittsöffnung (15, 15') von einer an der zugehörigen Saugöffnung (16, 16') eine Saugwirkung hervorrufenden ersten bzw. zweiten Absaugströmung durchströmbar sind, wobei der Strömungsquerschnitt für die erste Absaugströmung größer ist als der Strömungsquerschnitt für die zweite Absaugströmung und wobei die Eintrittsöffnung (14) der ersten Ejektoreinrichtung (2) eine Einspeiseöffnung (24) bildet, die zum Einspeisen eines die erste Absaugströmung hervorrufenden Betätigungsfluides vorgesehen ist, wobei ferner die Saugöffnung (16) der ersten Ejektoreinrichtung (2) mit der Austrittsöffnung (15') der zweiten Ejektoreinrichtung (2') verbunden ist, um zur Erzeugung einer die zweite Absaugströmung bewirkenden Druckdifferenz beizutragen, und wobei die Unterdrucköffnung (23) von der Saugöffnung (16') der zweiten Ejektoreinrichtung (2') gebildet ist.
2. Vakuumerzeugervorrichtung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** Betriebsbedingungen, bei denen der Druck des an der Eintrittsöffnung (14') der zweiten Ejektoreinrichtung (2') anstehenden Fluides geringer ist als der Druck des an der Einspeiseöffnung (24) der ersten Ejektoreinrichtung (2) eingespeisten Betätigungsfluides.
3. Vakuumerzeugervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **gekennzeichnet durch** Betriebsbedingungen, bei denen an der Einspeiseöffnung (24) als Betätigungsfluid Druckluft eingespeist wird, die unter einem im Vergleich zum Atmosphärendruck höheren Betriebsdruck steht, wobei an der Eintrittsöffnung (14') der zweiten Ejektoreinrichtung (2') unter Atmosphärendruck stehende Luft ansteht.

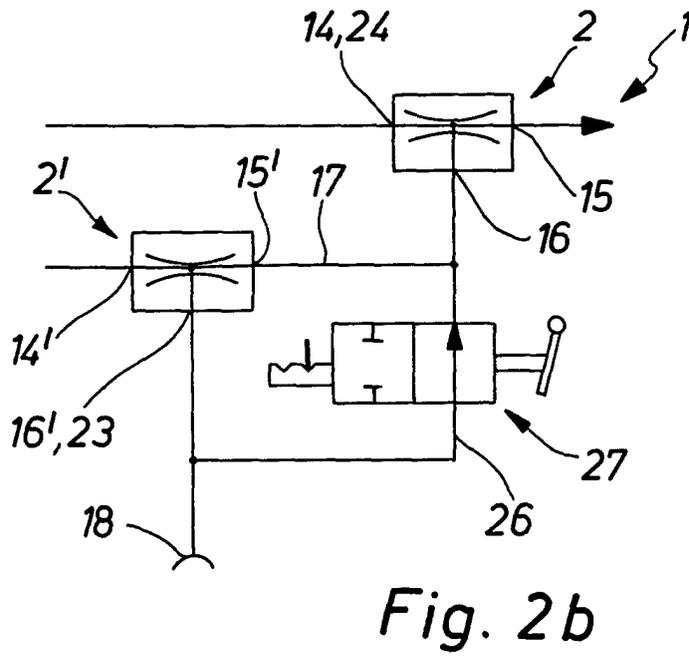
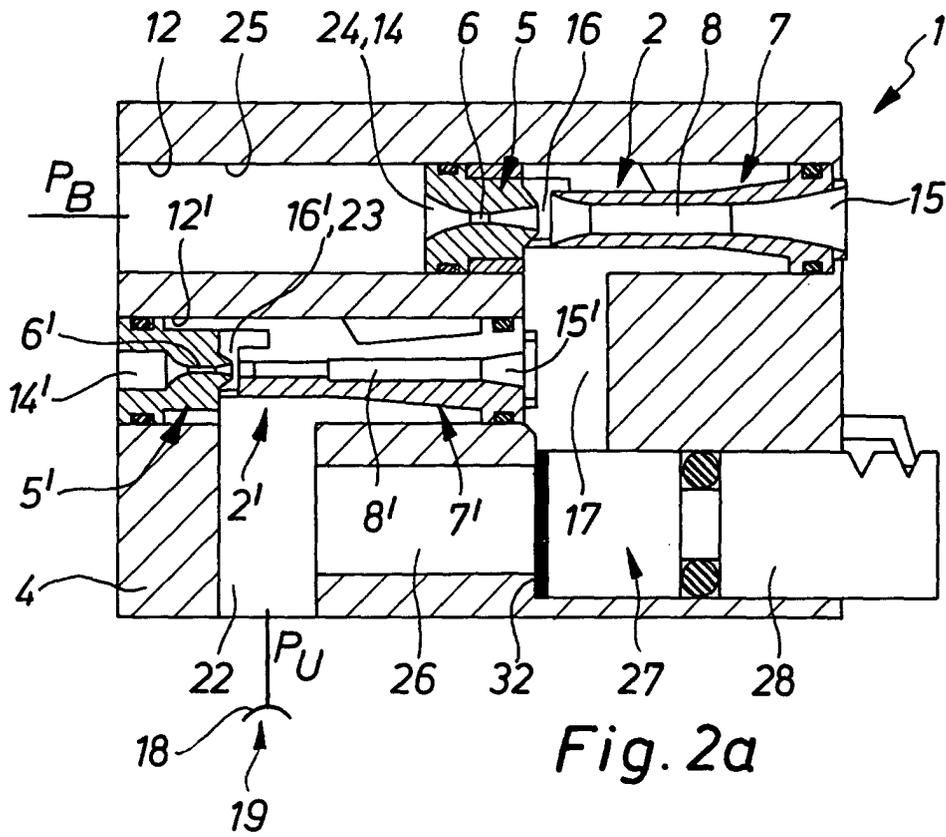
4. Vakuumerzeugervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **gekennzeichnet durch** einen die beiden Saugöffnungen (16, 16') verbindenden Bypass-Kanal (26), dem eine Steuerventileinrichtung (27) zur wahlweisen Freigabe oder Unterbrechung der Verbindung zwischen den Saugöffnungen (16, 16') zugeordnet ist. 5
5. Vakuumerzeugervorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerventileinrichtung (27) als in Abhängigkeit von dem an der Unterdrucköffnung (23) anstehenden Unterdruck betätigbare Steuerventileinrichtung (27) ausgebildet ist, derart, dass sie die bei geringeren Unterdrücken offene Verbindung bei Erreichen eines vorgegebenen Unterdruckes unterbricht. 10
15
6. Vakuumerzeugervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** beide Ejektoreinrichtungen (2, 2') in einem gemeinsamen Gehäuse (4) angeordnet sind. 20
7. Verfahren zum Betreiben einer Vakuumerzeugervorrichtung, die eine Ejektoreinrichtung (2') mit einer Eintrittsöffnung (14'), einer Austrittsöffnung (15') und einer Saugöffnung (16') aufweist, wobei man die die Ejektoreinrichtung (2') zwischen der Eintrittsöffnung (14') und der Austrittsöffnung (15') durchströmende und dabei an der Saugöffnung (16') eine Saugwirkung hervorrufende Absaugströmung dadurch erzeugt, dass man die Eintrittsöffnung (14') mit der Atmosphäre verbindet und an der Austrittsöffnung (15') einen Unterdruck anlegt, wobei man den Unterdruck erzeugt, indem man die Austrittsöffnung (15') mit der Saugöffnung (16) einer weiteren Ejektoreinrichtung (2) verbindet, deren Absaugströmung man dadurch erzeugt, dass man an ihrer Eintrittsöffnung (14) Druckluft einspeist, die unter einem im Vergleich zum Atmosphärendruck höheren Betriebsdruck steht. 25
30
35
40

45

50

55





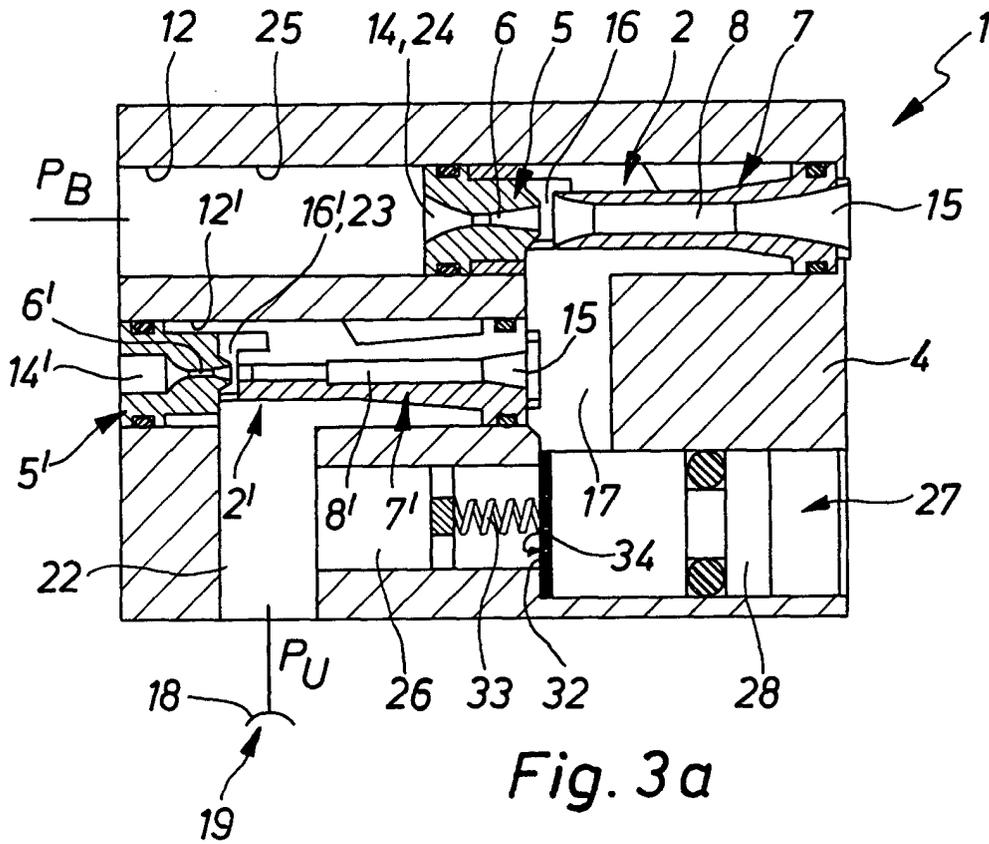


Fig. 3a

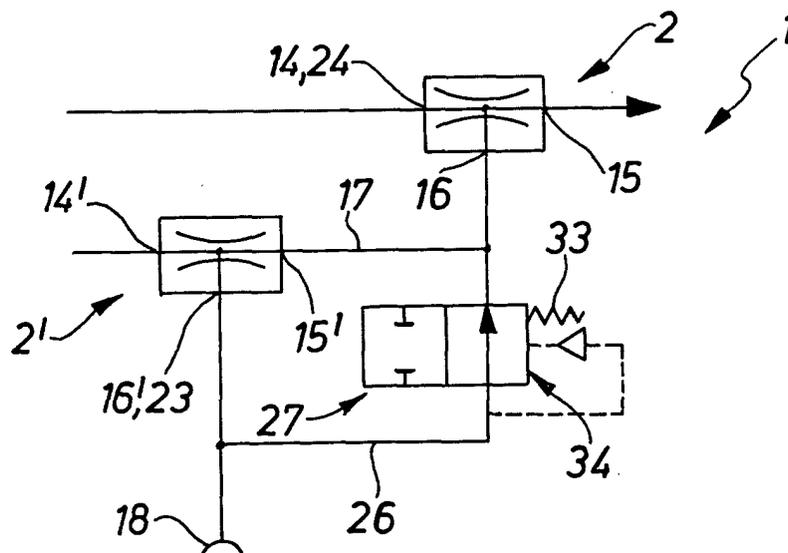


Fig. 3b