

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 626 516 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
04.06.1997 Patentblatt 1997/23

(51) Int Cl.⁶: **F04B 25/00**, F04B 39/04,
F04B 23/10, F04D 19/04,
F04D 25/16, F04B 23/06

(21) Anmeldenummer: **94103685.7**

(22) Anmeldetag: **10.03.1994**

(54) **Schmiermittelfreie Vakuum-Pumpeinrichtung**

Lubricant-free vacuum pump arrangement

Dispositif de pompe à vide sans lubrifiant

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **24.06.1993 DE 4320963**
15.04.1993 DE 9305554 U

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.11.1994 Patentblatt 1994/48

(73) Patentinhaber: **KNF Neuberger GmbH**
D-79112 Freiburg (DE)

(72) Erfinder: **Becker, Erich**
D-79189 Bad Krozingen (DE)

(74) Vertreter: **Schmitt, Hans, Dipl.-Ing. et al**
Patentanwälte,
Dipl.-Ing. Hans Schmitt,
Dipl.-Ing. Wolfgang Maucher,
Dipl.-Ing. RA H. Börjes-Pestalozza,
Dreikönigstrasse 13
79102 Freiburg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
FR-A- 2 175 507 **FR-A- 2 637 654**
GB-A- 2 126 665

EP 0 626 516 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine schmiermittelfreie Vakuum-Pumpeneinrichtung mit einer Turbo-Molekularpumpe, der eine Hybridpumpe im Strömungsweg nachgeschaltet ist.

Man kennt bereits Zweifach-Kolbenpumpen, bei denen die beiden Kolben über eine Kolbenstange miteinander verbunden sind und über einen Linearantrieb angetrieben werden (vgl. Prospekt "LABOVAC-Linear-Membranpumpen und Kolbenpumpen" der Firma SASKIA, Hochvakuum-und Labortechnik GmbH, O-6300 Ilmenau). Dort ist auch erwähnt, daß bei Sondermodellen durch Einbau einer Trennmembran hermetische Dichtigkeit bei den Kolben erreichbar ist. Kolbenpumpen dieser Art mit oder ohne Trennmembran haben jedoch noch mehrere Nachteile: Bei dem den Ausschub, zum Beispiel ins Freie, bewirkenden Kolben kann es bei entsprechender Feuchtigkeit des Fördermediums zur Kondensatbildung kommen. Diese führt bei den Kolbendichtungen zu erhöhtem Verschleiß und zu Undichtigkeiten. Das bedeutet einen Leistungsabfall der gesamten Pumpeneinheit.

Man kennt auch bereits eine Kolbenpumpe, bei welcher der Kolben-Zylinderraum zum Kurbelraum hin mit einer Dichtmembran verschlossen ist. Dies verhindert, daß zum Beispiel atmosphärische Luft an den Kolbenringen oder einer Lippendichtung des Kolbens vorbeigekommen kann und dadurch sich das in der Kolbenpumpe erzeugte Vakuum etwas verschlechtert. Auch wird der Nachteil verhindert, daß das eigentliche Fördermedium von vom Kurbelraum herkommender, gegebenenfalls verunreinigter Luft selbst verunreinigt wird. Zu beachten ist auch, daß man beim Kurbelwellendurchtritt auf die Dauer keine Dichtigkeit erreichen kann und im Kurbelraum wegen der mechanischen Bewegungen eine Schmierung notwendig ist. Auch dies trägt, wenn der Kolben-Zylinderraum nicht gegenüber dem Kurbelraum abgedichtet ist, zu unerwünschten Verunreinigungen des eigentlichen Fördermediums bei.

Durch den Prospekt "LABOVAC D65 - D1600" der Fa. SASKIA Hochvakuum-und Labortechnik GmbH, O-6300 Ilmenau, ist dort bereits der Vorschlag bekanntgeworden, eine mit zwei Gleitkolben versehene, linear arbeitende Zweifach-Kolbenpumpe, wie vorbeschrieben, als Vorpumpe für eine Turbo-Molekularpumpe einzusetzen. Dies zieht jedoch auch mehrere Nachteile nach sich. Zum einen hat die vorbekannte Zweifach-Kolbenpumpe mit Linearantrieb den bereits erwähnten Nachteil der Kondensatbildung. Zum anderen hat sie bezüglich der Kolbenbewegungen keinen Massenausgleich oder es muß ein aufwendiger, zusätzlicher Massenausgleich geschaffen werden. Wenn eine solche vorbekannte Zweifach-Linear-Kolbenpumpe mit einer Turbo-Molekularpumpe zusammenarbeitet, führen die üblichen Schwingungen zu unerwünschten Bewegungen bei der Turbo-Molekularpumpe, die gewöhnlich mit der Zweifach-Kolbenpumpe in einem einzigen Gestell zu-

sammengefaßt oder gar als gemeinsamer Pumpenblock ausgebildet ist. Die Turbo-Molekularpumpe ist jedoch gegenüber Schwingungen äußerst empfindlich. Bekanntermaßen weisen Turbo-Molekularpumpen von an sich bekannter Bauart Drehzahlen von zum Beispiel 30.000 Umdr./min, jedoch auch noch wesentlich höhere Drehzahlen auf. Die Rotoren solcher Turbo-Molekularpumpen sind deshalb gewöhnlich auch in Magnetlagern gelagert und gegen Erschütterungen entsprechend empfindlich.

Aus der GB 2 126 665 ist bereits eine Kolbenpumpe bekannt, deren Kolben mittels einer an dem Pumpenzylinder anliegenden Dichtmanschette gegenüber dem Kurbelraum abgesperrt ist. Um die mit dem Fördermedium in Verbindung tretenden Teile gegenüber dem mechanischen Pumpenantriebsbereich absolut leakagefrei abtrennen zu können, ist bei der vorbekannten und als Trockenläufer betriebenen Kolbenpumpe eine Dichtmembrane vorgesehen, welche zwischen der Dichtmanschette und dem Kurbelraum angeordnet ist. Dabei ist der zwischen der Dichtmanschette und der Dichtmembrane liegende Zwischenraum an eine Absaugleitung angeschlossen, die das auf dem Kriechwege an der Dichtmanschette vorbei in den Zwischenraum gelangende Fördermedium abführt und zurück auf die Saugseite der Pumpe befördert. Diese vorbekannte Kolbenpumpe ist vor allem als separate Förderpumpe vorgesehen.

Demgegenüber kennt man aus der FR-21 75 507 eine Vakuumpumpe, die als doppelwirkende Membranpumpe ausgebildet ist und dazu zwei sich spiegelsymmetrisch gegenüberliegende Membranen hat. Um eine hohe Vakuumbildung zu begünstigen, sind die Pump Räume der vorbekannten Vakuumpumpe hintereinander geschaltet. Aufgrund des im Vergleich reduzierten Schöpf-Volumens solcher Membranpumpen ist die Leistung der vorbekannten Vakuumpumpe aber noch verbesserungswürdig.

Aus dem Prospekt "Vakuum-Chemie-Hybrid-Pumpe RC 5" der Firma VACUUBRAND, D-97877 Wertheim, ist eine Pumpeneinrichtung bekannt, bei welcher einer zweistufigen Drehkolbenpumpe eine Membranpumpe nachgeschaltet ist. Während die durch ein in einem Ölreservoir befindliches Öl gedichtete Drehkolbenpumpe eine erste Abpumpstufe bildet, ist die Membranpumpe dieser als ölfreie, kondensations- und korrosionsunempfindliche zweite Abpumpstufe nachgeschaltet.

Durch die Verwendung der ölgedichteten Drehkolbenpumpe kann jedoch nicht völlig ausgeschlossen werden, daß zumindest geringe Mengen des Schmiermittels mitgerissen und nach außen getragen werden, wo sie zu Verunreinigungen im Arbeitsbereich führen, die eventuell unbedingt zu vermeiden sind. Der Anwendungsbereich der vorbekannten Vakuum-Pumpeneinrichtung ist daher begrenzt.

Es besteht daher die Aufgabe, eine vielseitig einsetzbare und besonders leistungsfähige Vakuum-Pum-

peneinrichtung der eingangs erwähnten Art zu schaffen.

Die erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe besteht bei der Vakuum-Pumpeneinrichtung der eingangs erwähnten Art in den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

Bei der erfindungsgemäßen Vakuum-Pumpeneinrichtung ist der Turbo-Molekularpumpe eine als Hybrid-Pumpe ausgebildete Zweifach-Verdrängerpumpe im Strömungsweg nachgeschaltet. Man erhält dadurch ein verhältnismäßig großes Saugvolumen, ohne daß die Nachteile von zwei miteinander verbundenen, hintereinander geschalteten Kolbenpumpen in Kauf genommen werden müssen. Insbesondere werden die schädlichen Wirkungen einer eventuellen Kondensatbildung bei der das Fördermedium ausstoßenden Membranpumpe weitestgehend vermieden, da die Membranpumpe gegen Kondensatbildung praktisch unempfindlich ist. Zum anderen kann man mit Hilfe der im Wege des Fördermediums zwischen der Turbo-Molekularpumpe und der Membranpumpe angeordneten Kolbenpumpe ein verhältnismäßig großes Fördervolumen erreichen und dabei die Kolbenpumpe bezüglich ihres Volumens so auslegen, daß das bei ihr verdichtete Kolbenpumpen-Volumen zum Ansaugvolumen der Membranpumpe paßt. Man kann durch diese Kombination von Kolbenpumpe und Membranpumpe den Nachteil vermeiden, der bei der Verwendung von zwei Membranpumpen auftreten kann:

Die unmittelbar an die Turbo-Molekularpumpe angeschlossene Membranpumpe muß wegen der vorerwähnten unterschiedlichen Saugvolumen der beiden hintereinander geschalteten Pumpen verhältnismäßig große Abmessungen haben, was zu großen zu bewegend Massen führt und auch bezüglich der Membran-Ausbildung bei der der Turbo-Molekularpumpe benachbarten Membranpumpe gewisse Nachteile nach sich zieht. Dagegen erreicht man mit der bei der erfindungsgemäßen Vakuum-Pumpeneinrichtung vorgesehenen Hybrid-Pumpe, also bei einer Kombination einer Kolbenpumpe mit einer dieser Kolbenpumpe nachgeschalteten Membranpumpe, optimale Verhältnisse. Oberhalb von bestimmten Leistungsgrenzen sind Vorpumpen mit zwei Membranen - wie gesagt - nicht mehr optimal leistungsfähig. Dagegen haben Versuche gezeigt, daß Vorpumpen, die mit Turbo-Molekularpumpen zusammenarbeiten sollen, gerade in einer Größenordnung liegen, wo zwei hintereinander geschaltete Membranpumpen nicht mehr optimal zu konstruieren sind. Die erfindungsgemäße Vakuum-Pumpeneinrichtung zeichnet sich somit auch bei kompakter Bauweise durch ihre hohe Leistungsfähigkeit aus.

Durch die einen Pendelkolben aufweisende Hubkolbenpumpe wird in Verbindung mit der zugehörigen Dichtmembran erreicht, daß die Förderwege für das Medium nicht mit irgendwelchen geschmierten Teilen in Verbindung kommen. Beispielsweise sind im pumpnahen Bereich der Kolbenpumpe keine geschmierten Teile mehr nötig, weil beim Pendelkolben ein Kolbenbolzen

vermieden wird. Die der Turbo-Molekularpumpe bei der erfindungsgemäßen Vakuum-Pumpeneinrichtung nachgeschaltete Zweifach-Verdränger-Pumpe erlaubt deshalb absolute Freiheit von Schmiermitteln und dergleichen Verunreinigungen. Dies ist besonders vorteilhaft, wenn die erfindungsgemäße Vakuum-Pumpeneinrichtung beispielsweise im Bereich der Elektronik-Bau-elemente-Herstellung eingesetzt wird. Dort kommt es, etwa beim Aufdampfen von Chips auf absolute Sauberkeit an. Der Produktionsprozeß, der hier durch die erfindungsgemäße Vakuum-Pumpeneinrichtung unter Vakuum gehalten werden soll, erfolgt nämlich gewöhnlich unter Schutzgas-Einfluß. Auch sehr geringfügige Verunreinigungen haben dort erhebliche Nachteile zur Folge. Solche Verunreinigungen können durch die der Turbo-Molekularpumpe nachgeschaltete zweifach-Verdrängerpumpe weitestgehend vermieden werden. Die erfindungsgemäße Vakuum-Pumpeneinrichtung ist daher beispielsweise auch im Bereich der Elektronik-Bau-elemente-Herstellung und somit entsprechend vielseitig einsetzbar.

Da die Hubkolbenpumpe und die Membranpumpe über eine gemeinsame Kurbelwelle angetrieben sind, ist bei der erfindungsgemäßen Vakuum-Pumpeneinrichtung ein Massenausgleich der hin- und herbewegten Teile gut möglich, was insbesondere mit der gegenüber Rüttelbewegungen empfindlichen Turbo-Molekularpumpe wertvoll ist und einer hohen Leistungsfähigkeit der erfindungsgemäßen Vakuum-Pumpeneinrichtung zugute kommt.

Die bei der erfindungsgemäßen Vakuum-Pumpeneinrichtung vorgesehene Dichtmembran wirkt aber nicht nur eventuellen Verunreinigungen der Förderwege durch irgendwelche geschmierten Teile entgegen; vielmehr kann der zwischen dem Pendelkolben beziehungsweise seiner zugehörigen Dichtmanschette einerseits und der Dichtmembran andererseits vorgesehene Zwischenraum, namentlich beim Anlaufen der erfindungsgemäßen Vakuum-Pumpeneinrichtung, über die vorgesehene Absaugleitung soweit evakuiert werden, daß der Ansaugvorgang beschleunigt und das Betriebs-Vakuum schneller erreicht wird. Die aus der Turbo-Molekularpumpe sowie der nachgeschalteten Zweifach-Verdrängerpumpe bestehende Vakuum-Pumpeneinrichtung ist somit beim Anfahren schneller betriebsbereit, was die Leistungsfähigkeit dieser erfindungsgemäßen Pumpeneinrichtung noch zusätzlich erhöht.

Zusätzliche Weiterbildungen der Erfindung sind in weiteren Unteransprüchen aufgeführt. Dabei erhält man durch die Merkmale des 3. und 4. Anspruches besonders günstige Verhältnisse bezüglich des Ansaugvermögens der bei der erfindungsgemäßen Vakuum-Pumpeneinrichtung vorgesehenen Zweifach-Verdrängerpumpe.

Die Maßnahmen des 5. Anspruches haben den Vorteil, daß man einen minimalen Totraum erreicht.

Durch die in Anspruch 6 vorgesehene Kombination

der Turbo-Molekularpumpe mit einer gegen den Kurbelraum abgedichteten Kolbenpumpe und mit einer dieser nachgeschalteten Membranpumpe kann man durch entsprechendes Auslegen des Kolbenpumpen- und des Membranpumpen-Volumens unter Berücksichtigung der Bedürfnisse der Turbo-Molekularpumpe optimale Verhältnisse von einer solchen Gesamtvorrichtung schaffen.

Versuche haben gezeigt, daß die Ausgestaltung gemäß Anspruch 7 besonders vorteilhaft und auch einfach im Aufbau ist.

Die Maßnahmen des 8. Anspruches vereinfachen einen Massenausgleich der hin- und herbewegten Teile, was den ruhigen Lauf der bei der erfindungsgemäßen Vakuum-Pumpeneinrichtung vorgesehenen Zweifach-Verdrängerpumpe begünstigt. Man kann die Pumpeneinrichtung unter Berücksichtigung aller zu bewegend Massen auslegen und erreicht einen weitestgehend ruhigen Lauf, was besonders wichtig ist, wenn die Turbo-Molekularpumpe und die Zweifach-Verdrängerpumpe in einem gemeinsamen Gestell oder gar in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht sind.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den Ansprüchen und der Zeichnung. Die einzelnen Merkmale können je für sich oder zu mehreren bei einer Ausführungsform der Erfindung verwirklicht sein. Es zeigen, stärker schematisiert:

Fig.1 eine im wesentlichen im Schnitt gehaltene Seitenansicht einer Zweifach-Verdrängerpumpe, die mit einer Turbo-Molekularpumpe in Verbindung steht, und

Fig.2 ein schematisiertes Diagramm, in dem für zwei unterschiedliche Pumpentypen deren Saugvermögen über den Ansaugdruck aufgetragen ist.

Fig.1 zeigt eine Zweifach-Verdrängerpumpe 1 unterhalb einer damit verbundenen Turbo-Molekularpumpe 2. Es gehört mit zur Erfindung, daß die Zweifach-Verdrängerpumpe 1 als Hybrid-Pumpe 3 ausgebildet ist, die medium-eintrittsseitig bei 4 eine Kolbenpumpe 5 mit vergleichsweise großem Hubraum 6 aufweist, wobei deren Kolben-Zylinderraum 7 gegenüber dem Kurbelraum 8 der Hybrid-Pumpe 3 mittels einer Dichtmembran 9 abgeschlossen ist. Ferner gehört mit zur Erfindung, daß bei der Hybrid-Pumpe 3 der Kolbenpumpe 5 eine Membranpumpe 10 nachgeschaltet ist, deren Hubraum 11 im Vergleich zu dem der Kolbenpumpe 5 merkbar kleiner ist. Dabei sind gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform die Hubräume 6 und 11 der Hybrid-Pumpe 3 wenigstens in etwa so aufeinander abgestimmt, daß das Ausschubvolumen der Kolbenpumpe 5 bei einem bestimmten Betriebsvakuum gleich dem Ansaugvolumen der Membranpumpe 10 ist. Gegebenenfalls können Ansaug- und Ausschubvolumen auch für

einen Betriebsbereich im Sinne einer Optimierung aufeinander abgestimmt sein.

Bei der in den Figuren 1 und 2 dargestellten Vakuum-Pumpeneinrichtung ist die Zweifach-Verdrängerpumpe 1 der Turbo-Molekularpumpe

2 im Strömungsweg derart nachgeschaltet, daß der Ansaugstutzen 12 der Kolbenpumpe 5 mit dem Auslaß 15 der Turbo-Molekularpumpe 2 in Verbindung steht. Dabei ist es zweckmäßig, wenn die Turbo-Molekularpumpe 2 und die Zweifach-Verdrängerpumpe 1 bezüglich ihrer Gehäuse 16 und 17 zum Beispiel durch ein in Fig.1 nur schematisch angedeutetes Gestell 31 miteinander in Verbindung stehen. Die Turbo-Molekularpumpe 2 und die Zweifach-Verdrängerpumpe 1 können selbstverständlich auch in einem gemeinsamen Gehäuse (nicht dargestellt) untergebracht sein. Beide Pumpen 5 und 10 der Zweifach-Verdrängerpumpe 1 sind mit Pendelkolben 18 und 19 versehen und bei der Kolbenpumpe 5 der Zweifach-Verdrängerpumpe 1 ist eine scheibenartige Dichtmanschette 20 an deren Kolbenkopf 21 angebracht. Diese Dichtmanschette 20 dichtet den Kolbenkopf 21 gegen den Kolben-Zylinderraum 7 der Kolbenpumpe 5 ab. Da die Zweifach-Verdrängerpumpe 1 zum einen eine Kolbenpumpe 5, zum anderen eine Membranpumpe 10 aufweist, spricht man von einer "Hybrid-Pumpe 3". Die Membranpumpe 10 dieser Hybrid-Pumpe 3 weist eine Formmembran 22 auf, deren der benachbarten Pumpraumwand 23 zugewandte Oberseite 24 an diese angepaßt ist, so daß sich in der (in Fig.1 unteren) Totpunktstellung nur ein praktisch minimaler Totraum ergibt.

Die Kolbenpumpe 5 und die Membranpumpe 10 der Hybrid-Pumpe 3 sind über eine gemeinsame Kurbelwelle 26 angetrieben. Die beiden Pumpen 5 und 10 sind, in Richtung der Pumpenlängsachse L gegenüberliegend angeordnet. Deswegen und wegen des gemeinsamen Antriebs über die Kurbelwelle 26 ist ein Massenausgleich bezüglich der Pumpbewegung von Kolbenpumpe 5 und Membranpumpe 10 gut möglich. Dabei erhält man einen besonders ruhigen Lauf der Hybrid-Pumpe, wenn bezüglich der Kolben- und der Membranpumpe 5 u.10 ein Massenausgleich aller bewegten Massen vorgesehen ist.

In Fig.1 erkennt man noch eine Absaugleitung 33, welche die Verbindungsleitung 32, die von der Turbo-Molekularpumpe 2 der Kolbenpumpen-Ansaugstelle 12 führt, ausgeht und von dort zu dem Zwischenraum 30 führt, der sich zwischen dem Kolbenkopf 21 der Kolbenpumpe 5 einerseits und der zugehörigen Dichtmembran 9 befindet. Durch diese Absaugleitung 33 wird, insbesondere beim Anlaufen der Hybrid-Pumpe 3, der Zwischenraum 30 mitevakuiert. Undichtigkeiten an der zugehörigen Dichtmanschette 20 kommen nicht wesentlich und nicht langfristig zur Wirkung, so daß die Kolbenpumpe 5 bereits bald nach dem Anlaufen der Hybrid-Pumpe 3 bei gewünscht großem Ansaugvolumen die entsprechende Druckabsenkung bewirkt. Vom Auslaßstutzen 34 wird das in Fig.1 bei Pumpe 1 durch

Punkte 35 angedeutete Fördermedium über die Pumpleitung 36 zum Einlaß 37 der Membranpumpe 10 geleitet. Diese Membranpumpe stößt dann an ihrem Auslaßstutzen 38 das von der Hybrid-Pumpe 3 oder der kombinierten Turbo-Molekular- und Hybrid-Pumpe 2,3 geförderte Medium, zum Beispiel ins Freie aus.

Die Arbeitsweise der kombinierten Turbo-Molekular- und Hybrid-Pumpe 2,3 läßt sich besonders gut beim Anlauf-Vorgang erläutern. Dieser erfolgt folgendermaßen:

Im Gehäuse 16 der Turbo-Molekularpumpe 2 befindet sich ein Laufrad 40, das mit einem nur schematisch angedeuteten Motor M in Verbindung steht und Schaufelräder 41 bekannter Bauweise aufweist. Im Gehäuse 16 befinden sich, benachbart zu den Laufschaufelrädern 41, Leitscheiben 42 oder dergleichen. Das Laufrad 40 der Turbo-Molekularpumpe läuft mit zum Beispiel 30.000 Umdr./min, ggf. aber auch noch wesentlich schneller, z.B. mit etwa 60.000 Umdr./min um. Seine Lagerung erfolgt wegen dieser hohen Umlaufgeschwindigkeit gewöhnlich in Magnetlagern 43, von denen eines auf der rechten Seite von Fig.1 gezeichnet ist. 44 ist ein Raum, Behälter oder dergleichen, der durch die Turbo-Molekular- und Hybrid-Pumpe 2,3 evakuiert werden soll. Das kann beispielsweise ein Bereich sein, bei dem es auf absolute Sauberkeit ankommt, zum Beispiel der Bereich eines Produktionsprozesses, in dem unter Vakuum und/oder Schutzgas-Einfluß empfindliche Arbeitsprozesse durchgeführt werden, beispielsweise das Aufdampfen bei Chips. Vom Raum 44 führt ein Turbo-Molekularpumpen-Einlaß 45 in diese Turbo-Molekularpumpe 2. Wenn eine solche, an sich bekannte Turbo-Molekularpumpe 2 anläuft, bewirkt sie im Anlaufstadium zunächst wenig. Ihr druckseitiger Auslaß 15 führt über die Verbindungsleitung 32 in den Hubraum 6 der Kolbenpumpe 5. Medium-eintrittsseitig und -austrittsseitig ist die Kolbenpumpe 5 ebenso wie die Membranpumpe 10 mit bekannten Vakuum-Ventilen 27 ausgerüstet, die in Fig.1 nur schematisch angedeutet sind. In üblicher Weise erhält man durch die Bewegung des Pendelkolbens 18 im Hubraum 6 eine Vakuumbildung. Über das Auslaßventil 27 des Hubraumes 6 wird dann das - wie vorstehend beschrieben - angesaugte Medium, in der Regel Luft, aber auch andere Gase, über die Pumpleitung 36 zum Einlaßstutzen 37 der Membranpumpe 10 geleitet. Diese saugt im üblichen Arbeitsspiel Gas, Luft oder dergleichen Medium an und schiebt es bei ihrem Auslaßstutzen 38 aus. Die an der Rückseite des Pendelkolbens 18 der Kolbenpumpe 5 angebrachte Dichtmembran 9 verhindert das Eindringen von Unreinlichkeiten in den Medium-Bereich. Vom Zwischenraum 30 führt die Absaugleitung 33 zu der Verbindungsleitung 32, welche die Turbo-Molekularpumpe mit der Kolbenpumpe 5 verbindet. Eventuelle Undichtigkeiten an der Dichtmanschette 20 des Pendelkolbens 5 und dadurch in den Zwischenraum 30 eingedrungenes Fördermedium kann mit Hilfe dieser Absaugleitung wieder vor des Saugventil 27 der Kolbenpumpe 5 geführt werden. Das

beschleunigt den Vorgang des Ansaugens, um zu einem Betriebs-Vakuum zu kommen.

Die Turbo-Molekularpumpe 2 beginnt erst praktisch effektiv zu werden, wenn ein gewisses Mindestvakuum durch die Hybrid-Pumpe 3, die praktisch eine Vorpumpe für die Turbo-Molekularpumpe 2 darstellt, erreicht ist. Dann arbeitet diese in Kombination mit der Hybrid-Pumpe 3 folgendermaßen: Durch die hohe Drehzahl der Laufschaufelräder 41 der Turbo-Molekularpumpe 2 erhalten in ihrem Gehäuse 16 befindliche Moleküle entsprechend hohe Impulse und werden vom Turbo-Molekularpumpen-Einlaß 45 bis zu deren Auslaß 15 hinbewegt, was zu der erwünschten, an sich bei Turbo-Molekularpumpen bekannten Erhöhung des Vakuums führt. Die Moleküle werden gewissermaßen durch diese Impulse in Richtung des Auslasses 15 der Turbo-Molekularpumpe mechanisch transportiert, wodurch eine Vergrößerung des Vakuums entsteht.

Wesentliche Vorteile der Erfindung liegen darin, daß die als Vorpumpe für die Turbo-Molekularpumpe 2 dienende Zweifach-Verdrängerpumpe 1 als Hybrid-Pumpe 3 ausgebildet ist, deren - im Sinne des Mediumflusses - der Turbo-Molekularpumpe 2 benachbarte Kolbenpumpe 5 verhältnismäßig große Saugvolumen erzeugt und dennoch vor Verunreinigungen und Undichtigkeiten geschützt ist, dabei jedoch in Kombination mit der ausgangsseitigen Membranpumpe 10 zusammenarbeitet die ihrerseits unempfindlich gegen Kondensat ist.

Aus Fig.2 erkennt man noch gut die Unterschiede bezüglich des Ansaugvermögens einer normalen zweistufigen Membranpumpe gegenüber einer zweistufigen Hybrid-Pumpe 3. Die Kurve 46 zeigt das Saugvermögen, aufgetragen über den Ansaugdruck, für eine normale, zweistufige Membranpumpe. Die Kurve 47 zeigt den Verlauf des Saugvermögens einer zweistufigen Hybrid-Pumpe 3 mit ansaugseitiger Kolben- und austrittsseitiger Membranpumpe 5 bzw. 10. Man erhält auf verhältnismäßig einfache Weise eine wesentliche Vergrößerung des Saugvermögens unter sonst gleichen Verhältnissen (Ansaugdruck), wenn man eine zweistufige Hybrid-Pumpe mit eingangsseitigen, größervolumigem Hubraum 6 in der vorbeschriebenen Art mit einer Membranpumpe 10 verbindet, wobei durch die Dichtmembran 9 eventuelle Nachteile der Kolbenpumpe 5 vermieden werden.

Alle vorbeschriebenen und/oder in den Ansprüchen aufgeführten Merkmale können alleine oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein.

Patentansprüche

1. Schmiermittelfreie Vakuum-Pumpeneinrichtung mit einer Turbo-Molekularpumpe (2), der (2) eine als Hybrid-Pumpe (3) ausgebildete Zweifach-Verdrängerpumpe (1) im Strömungsweg nachgeschaltet ist, welche (1) medium-eintrittsseitig eine Hub-

kolbenpumpe (5) mit einem Pendelkolben (18) hat, der (5) eine das Fördermedium austoßende Membranpumpe (10) nachgeschaltet ist, welche Hubkolben- und Membranpumpe (5, 10) über eine gemeinsame Kurbelwelle (26) angetrieben sind, wobei der Hubkolben-Zylinderraum (7) gegenüber dem Kurbelraum (8) mittels einer Dichtmembran (9) abgeschlossen ist und wobei der zwischen dem Hubkolben (18) einerseits und der Dichtmembran (9) andererseits vorgesehene Zwischenraum (30) mit einer Absaugleitung (33) verbunden ist.

2. Vakuum-Pumpeneinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Absaugleitung (33) in Förderstromrichtung vor einem Saugventil (27) der Hubkolbenpumpe (5) mündet.

3. Vakuum-Pumpeneinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Hubraum (11) der Membranpumpe (10) im Vergleich zu dem der Hubkolbenpumpe (5) merkbar kleiner ist.

4. Vakuum-Pumpeneinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Hubräume (6, 11) der beiden Verdrängerpumpen (5, 10) in etwa so aufeinander abgestimmt sind, daß das Ausschubvolumen der Hubkolbenpumpe (5) bei einem bestimmten Betriebsvolumen zumindest etwa gleich dem Ansaugvolumen der Membranpumpe (10) ist.

5. Vakuum-Pumpeneinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Membranpumpe (10) eine Formmembran (22) aufweist, deren Oberseite (24) an die benachbarte Pumpraumwand (23) der Membranpumpe (10) angepaßt ist.

6. Vakuum-Pumpeneinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Ansaugstutzen (12) der Hubkolbenpumpe (5) mit dem Auslaß (15) der Turbo-Molekularpumpe (2) in Verbindung steht, daß die Turbo-Molekularpumpe (2) sowie die beiden Verdrängerpumpen (5, 10) bezüglich ihrer Gehäuse (16, 17) miteinander in Verbindung stehen, und daß vorzugsweise bezüglich der Hubkolben- und der Membran-Pumpe (5, 10) mindestens nahezu ein Massenausgleich aller bewegten Massen vorgesehen ist.

7. Vakuum-Pumpeneinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Hubkolbenpumpe (5) eine scheibenartige Dichtmanschette am Kolbenkopf aufweist, die durch Einführen in den Kolben-Zylinderraum (7) einen U-förmigen Querschnitt erhält.

8. Vakuum-Pumpeneinrichtung nach einem der Ansprü-

che 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Hubkolbenpumpe (5) sowie die Membranpumpe (10) in Richtung einer gemeinsamen Pumpenlängsachse (L) angeordnet sind.

Claims

1. A lubricant-free vacuum pump arrangement with a turbomolecular pump (2) downstream of which (2) in the flow route is a two-stage positive displacement pump (1) in the form of a hybrid pump (3), said two-stage positive displacement pump (1) having on the medium-entry side a reciprocating pump (5) which has a pendulum piston (18) and downstream of which (5) is a diaphragm pump (10) expelling the pumping medium, which reciprocating pump and diaphragm pump (5, 10) are driven by a common crankshaft (26), whereby the piston-cylinder space (7) is sealed off with respect to the crank area (8) by means of a sealing diaphragm (9) and whereby the intermediate space (30) provided between the piston (18) on the one hand and the sealing diaphragm (30) on the other hand is connected to an extraction line (33).

2. A vacuum pump arrangement as claimed in claim 1, characterized in that in the direction of delivery flow the extraction line (33) ends ahead of a suction valve (27) of the reciprocating pump (5).

3. A vacuum pump arrangement as claimed in claim 1 or claim 2, characterized in that the displacement area (11) of the diaphragm pump (10) is appreciably smaller in comparison to that of the reciprocating pump (5).

4. A vacuum pump arrangement as claimed in any one of claims 1 to 3, characterized in that the displacement areas (6, 11) of the two positive displacement pumps (5, 10) are approximately matched to each other in such a way that, at a given operating vacuum, the reciprocating pump (5) has an expulsion volume which is at least approximately equal to the suction volume of the diaphragm pump (10).

5. A vacuum pump arrangement as claimed in any one of claims 1 to 4, characterized in that the diaphragm pump (10) has a shaped diaphragm (22) whose front side (24) is adapted to the adjacent pumping area wall (23) of the diaphragm pump (10).

6. A vacuum pump arrangement as claimed in any one of claims 1 to 5, characterized in that the intake port (12) of the reciprocating pump (5) is connected with the outlet (15) of the turbomolecular pump (2), that the turbomolecular pump (2) and the two positive displacement pumps (5, 10) are interconnected

with respect to their housings (16, 17), and that a mass balance of all moved masses is provided, at least nearly, preferably with respect to the reciprocating pump and diaphragm pump (5, 10).

7. A vacuum pump arrangement as claimed in any one of claims 1 to 6, characterized in that the reciprocating pump (5) has a piston head with a disk-like sealing collar which, upon insertion into the piston-cylinder space (7), takes on a U-shaped cross section.
8. A vacuum pump arrangement as claimed in any one of claims 1 to 7, characterized in that the reciprocating pump (5) and the diaphragm pump (10) are arranged in the direction of a common pump longitudinal axis (L).

Revendications

1. Dispositif formant une pompe à vide sans lubrifiant, comprenant une pompe turbomoléculaire (2) en aval de laquelle (2), dans le trajet de l'écoulement, est montée une pompe volumétrique double (1) qui est réalisée sous la forme d'une pompe hybride (3) et qui (1) comporte du côté de l'entrée du fluide une pompe à piston alternatif (5) comprenant un piston pendulaire (18) en aval de laquelle (5) est montée une pompe à membrane (10) qui expulse le fluide à déplacer, ces pompes à piston alternatif et à membrane (5, 10) étant entraînées par l'intermédiaire d'un vilebrequin commun (26), cependant que le cylindre (7) du piston alternatif est fermé par rapport au volume (8) contenant le vilebrequin au moyen d'une membrane d'étanchéité (9), et que l'espace intermédiaire (30) qui est prévu entre le piston alternatif (18), d'une part, et la membrane d'étanchéité (9), d'autre part, est relié à un conduit d'aspiration (33).
2. Dispositif formant une pompe à vide selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le conduit d'aspiration (33) débouche en amont d'une soupape d'aspiration (27) de la pompe à piston alternatif (5) dans la direction du courant déplacé.
3. Dispositif formant une pompe à vide selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que le volume intérieur (11) de la pompe à membrane (10) est nettement plus faible que celui de la pompe à piston alternatif (5).
4. Dispositif formant une pompe à vide selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que les volumes intérieurs (6, 11) des deux pompes volumétriques (5, 10) sont ajustés l'un par rapport à l'autre d'une manière à peu près telle que le volume

de refoulement de la pompe à piston alternatif (5) soit égal, du moins approximativement, au volume d'aspiration de la pompe à membrane (10) pour un volume de régime déterminé.

5. Dispositif formant une pompe à vide selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que la pompe à membrane (10) comporte une membrane moulée (22) dont le côté supérieur (24) est adapté à la paroi voisine (23) du volume intérieur de la pompe à membrane (10).
6. Dispositif formant une pompe à vide selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que la tubulure d'aspiration (12) de la pompe à piston alternatif (5) communique avec la sortie (15) de la pompe turbomoléculaire (2), par le fait que la pompe turbomoléculaire (2), ainsi que les deux pompes volumétriques (5, 10), communiquent entre elles quant à leurs carters (16, 17), et par le fait qu'il est prévu de préférence un équilibrage des masses, du moins approximatif, pour toutes les masses mobiles en ce qui concerne la pompe à piston alternatif et la pompe à membrane (5, 10).
7. Dispositif formant une pompe à vide selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé par le fait que la pompe à piston alternatif (5) comporte sur la tête de son piston un joint d'étanchéité en forme de disque auquel une section transversale en forme de U est conférée par son introduction dans le volume intérieur (7) du cylindre.
8. Dispositif formant une pompe à vide selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé par le fait que la pompe à piston alternatif (5), ainsi que la pompe à membrane (10), sont disposées dans la direction d'un axe longitudinal (L) qui est commun à ces pompes.

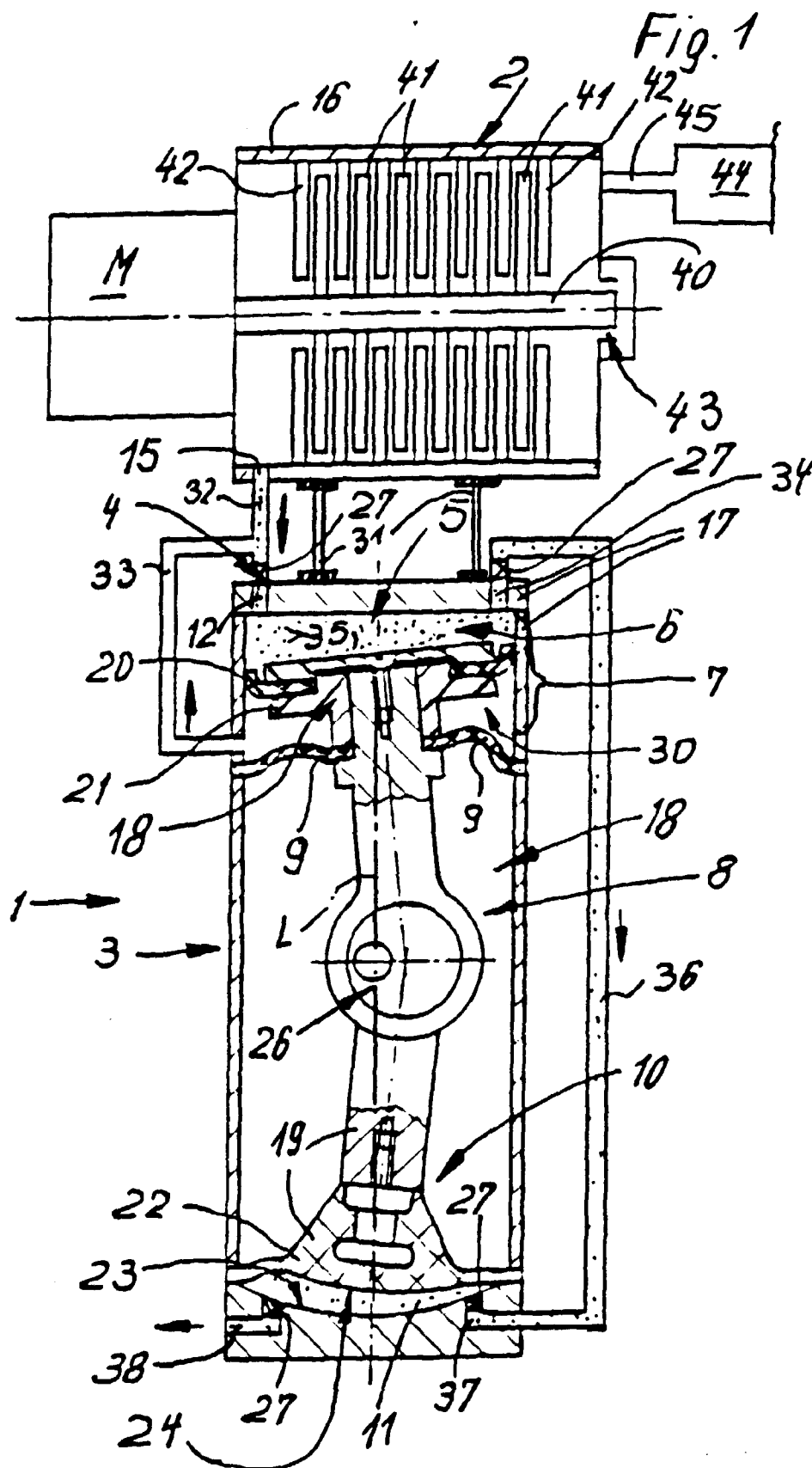


Fig. 2

