



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.03.2001 Patentblatt 2001/10

(51) Int. Cl.⁷: **F04D 19/04**, F04D 17/16

(21) Anmeldenummer: **00117868.0**

(22) Anmeldetag: **19.08.2000**

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

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

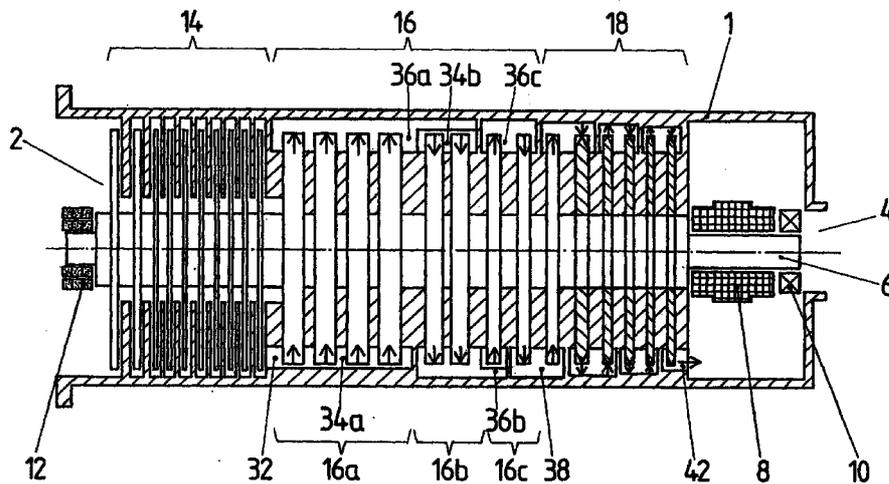
(72) Erfinder:
• **Conrad, Armin**
35735 Herborn (DE)
• **Eberl, Wolfgang**
35606 Solms (DE)

(30) Priorität: **06.09.1999 DE 19942410**

(54) **Vakuumpumpe**

(57) Die Erfindung beschreibt eine Vakuumpumpe, bestehend aus mehreren Pumpeinheiten (14, 16, 18). Mindestens eine der Pumpeinheiten besteht aus parallel geschalteten Molekularpumpstufen (16a) nach der Bauart von Gaede. Dabei kann eine solche Pumpeinheit aus mehreren Untereinheiten (16a, 16b, 16c) zusammengesetzt sein, welche aus jeweils einzelnen

(16c) oder parallel geschalteten (16a, 16b) Gaedepumpstufen bestehen. Die hochvakuumseitige Pumpeinheit (14) kann beispielsweise als Turbomolekularpumpe und die der Seite mit hohem Druck zugewandte Pumpeinheit (18) als Seitenkanalpumpe ausgebildet sein.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe zur Förderung von Gasen und zur Erzeugung von Hochvakuum nach dem Oberbegriff des 1. Patentanspruchs.

[0002] Zur Erzeugung von Hochvakuum sind Kombinationen von verschiedenen Typen von Vakuumpumpen notwendig, da der weite Druckbereich zwischen Atmosphärendruck und Hochvakuumdruck mehrere Strömungsgebiete umfasst, in denen die physikalischen Eigenschaften von Zuständen und Strömungen der Gase jeweils anderen Gesetzen unterworfen sind.

[0003] Seither wurden zur Erzeugung von Hochvakuum mindestens zwei Vakuumpumpen unterschiedlicher Bauart und Arbeitsweise zu einem Pumpstand zusammengefügt. Bewährt haben sich zum Beispiel Pumpstände, bestehend aus einer Turbomolekularpumpe als Hochvakuumpumpe und einer Drehschieberpumpe, welche gegen Atmosphärendruck ausstößt. Pumpstände, bestehend aus mindestens zwei Vakuumpumpen, welche zum Erzielen der geforderten vakuumentech-nischen Größen, wie Druckverhältnis und Saugvermögen notwendig sind, weisen den Nachteil auf, dass sie aufwendig sind und einen großen Platzbedarf haben. Jede Pumpe erfordert ein eigenes Antriebssystem mit Stromversorgung, -überwachung und -regelung sowie ein eigenes Lagersystem. Verbindungsleitungen zwischen den Pumpen mit Ventilen und Regeleinrichtungen vergrößern den Aufwand.

[0004] Besonders geeignet zur Erzeugung von Hoch- und Ultrahochvakuum zum Einsatz in weiten Gebieten der Technik sind Turbomolekularpumpen. Ihr Einsatzgebiet ist jedoch nach höheren Drücken hin begrenzt, da sie aufgrund ihrer Arbeitsweise nur bei niedrigen Drücken bis etwa 10^{-3} mbar voll wirksam sind.

[0005] Im hohen Druckbereich bis hin zu Atmosphärendruck können Seitenkanalpumpen in mehrstufiger Bauweise eingesetzt werden. Sie lassen sich gut mit Turbomolekularpumpen und auch mit Molekularpumpen anderer Bauarten kombinieren. Die Rotorteile beider Pumpen können auf einer Welle untergebracht werden, so dass beide eine Baueinheit bilden.

[0006] Der Übergang von einer Turbomolekularpumpstufe oder einer anderen Molekularpumpstufe zur Seitenkanalpumpstufe lässt sich jedoch vakuumentech-nisch nicht lückenlos vollziehen. Die Kompression einer Turbomolekularpumpstufe nimmt nach höherem Druck hin ab, und die Kompression einer Seitenkanalpumpstufe wird mit niedrigerem Druck geringer. Die Arbeitsbereiche beider Pumpen überschneiden sich praktisch leider nicht.

[0007] Die fehlende Kompression könnte in diesem Gebiet mit Gaedestufen bewirkt werden. Diese haben jedoch im Vergleich zu Turbomolekularpumpstufen ein äußerst geringes Saugvermögen. Dadurch kann das von der letzten Stufe der Turbomolekularpumpe abgegebene Gasvolumen nur zu einem geringen Teil weiter

gefördert werden, wodurch das Gesamtsaugvermögen der Pumpkombination erheblich verringert wird.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vakuumpumpe zu entwickeln, welche den gesamten Druckbereich von Atmosphärendruck bis zum Hoch- und Ultrahochvakuumbereich umfasst. Die Pumpe soll aus einem Stück bestehen und einen kompakten Aufbau aufweisen, so dass die oben beschriebenen Nachteile, welche Pumpständen anhaften, die aus mehreren Pumpen bestehen, vermieden werden. Weiterhin soll sie ein ausreichend hohes Druckverhältnis und Saugvermögen aufweisen, um den Anforderungen im praktischen Einsatz gerecht zu werden. Eine zuverlässige und sichere Betriebsweise ist eine der Grundvoraussetzungen.

[0009] Die Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des 1. Patentanspruchs gelöst. Die Ansprüche 2 — 4 stellen weitere Ausgestaltungsformen der Erfindung dar.

[0010] Die erfindungsgemäße Anordnung ermöglicht es, durch die Parallelschaltung von Gaedepumpstufen eine kompakte Vakuumpumpe vorzustellen, welche dazu geeignet ist, den gesamten Druckbereich von Atmosphärendruck bis zum Hoch- oder Ultrahochvakuumbereich abzudecken. Mit der Kombination von kleinen Pumpeinheiten, insbesondere durch die Verwendung von parallel und in Serie geschalteten Gaedepumpstufen, werden optimale Pumpeigenschaften und eine effektive Arbeitsweise erreicht. Das an der Ansaugöffnung anstehende Saugvermögen kann über den gesamten Druckbereich optimal ausgenutzt werden, da die Druckverträglichkeit so gestaltet werden kann, dass die von der jeweils vorangehenden Pumpeinheit oder -stufe geförderte Gasmenge von der nächsten Pumpeinheit oder -stufe ohne Verlust übernommen wird. Besonders deutlich werden die Vorteile, wenn die parallel pumpenden Gaedestufen mit einer Turbomolekularpumpe oder mit einer Seitenkanalpumpe oder mit beiden kombiniert wird.

[0011] Anhand der Abbildung soll die Erfindung an einem Beispiel näher erläutert werden.

[0012] Die dargestellte Vakuumpumpe beherbergt in einem Gehäuse 1 drei Pumpeinheiten 14, 16, 18. Das Gehäuse ist mit einer Gaseintrittsöffnung 2 und einer Gasauslassöffnung 4 versehen. Die Pumpeinheiten bestehen aus rotierenden und feststehenden gasfördernden Bauteilen. Die rotierenden Bauteile sind auf einer Welle 6 in axialer Richtung hintereinander angebracht. Zum Betrieb der Welle gehört ein Antriebssystem 8 und Lagerelemente 10 und 12. Die feststehenden Bauteile sind mit dem Gehäuse 1 verbunden.

[0013] Die der Gaseintrittsöffnung zugewandte Pumpeinheit 14 ist als Turbomolekularpumpe ausgebildet. Die in Richtung Gasströmung folgende Pumpeinheit 16 besteht aus mehreren Untereinheiten 16a, 16b und 16c. Diese weisen jeweils eine oder mehrere Molekularpumpstufen nach der Bauart von Gaede, im fol-

genden Gaedestufen genannt, auf. Innerhalb der Untereinheiten sind die Gaedestufen parallel geschaltet. Dies bedeutet, dass Verbindungselemente 34a für die Untereinheit 16a bzw. 34b für die Untereinheit 16b die Eingangsseiten und auf der anderen Seite die Ausgangsseiten der Gaedestufen so zusammenschließen, dass eine parallele Gasführung in den einzelnen Untereinheiten ermöglicht wird. So bestehen in dem vorliegenden Beispiel die Untereinheit 16a aus vier parallel pumpenden Gaedestufen, die Untereinheit 16b aus zwei parallel pumpenden Gaedestufen und die Untereinheit 16c aus zwei einzelnen, in Serie geschalteten Gaedestufen. Die Untereinheiten sind durch Verbindungselemente 36a, 36b und 36c so zusammengeschlossen, dass jeweils die Ausgangsseite der einen Untereinheit mit der Eingangsseite der folgenden Untereinheit verbunden ist. Die der Gasauslassöffnung zugewandte Pumpeinheit ist als mehrstufige Seitenkanalpumpe ausgebildet.

[0014] Die Pumpeinheiten 14 und 16 sind über Verbindungskanäle 32 und die Pumpeinheiten 16 und 18 über Verbindungskanäle 38 so in Serie zusammengeschlossen wie die Untereinheiten 16a, 16b, 16c. Über eine Leitung 42 ist die Pumpeinheit 18 mit der Gasauslassöffnung verbunden.

[0015] Die auf der Hochvakuumseite über die Gaseintrittsöffnung 2 angesaugte Gasmenge wird durch die Turbomolekularpumpeinheit 14 verdichtet und über die Verbindungsleitungen 32 weitergeführt zu der zweiten Pumpeinheit 16. Die erste Untereinheit 16a besteht aus vier Gaedestufen, die in paralleler Arbeitsweise die Weiterförderung übernehmen. Dadurch, dass mehrere Gaedestufen parallel geschaltet sind, kann die gesamte, von der Turbomolekularpumpe geförderte und verdichtete Gasmenge aufgenommen werden. In der Untereinheit 16a wird die Gasmenge weiter verdichtet, so dass für die zweite Untereinheit 16b zwei parallele Gaedestufen ausreichend sind, um die gesamte Gasmenge weiter zu fördern und weiter zu verdichten, bis schließlich eine Gaedestufe als Untereinheit 16c für die Förderung ausreicht. Die an die letzte Gaedestufe anschließende Seitenkanalpumpe kann jetzt die Gasmenge ohne Verlust weiter fördern und bis zu hohem Druck verdichten.

[0016] Die Kombination der Pumpeinheiten kann je nach Einsatzgebiet und vakuumtechnischen Erfordernissen variieren. So kann für manche Anwendungen nur eine Kombination einer Turbomolekularpumpe mit der Pumpeinheit 16, bestehend aus Gaedestufen, ausreichend sein. Für andere Anwendungen kann eine Kombination aus Gaedestufen und Seitenkanalpumpe die Erfordernisse erfüllen.

Patentansprüche

1. Vakuumpumpe, bestehend aus mehreren Pumpeinheiten (14, 16, 18), welche in einem Gehäuse (1) mit Gaseinlassöffnung (2) und Gasauslassöffnung (4) untergebracht sind, wobei die Pumpeinheiten aus rotierenden und feststehenden gasfördernden Bauteilen gebildet werden und die rotierenden Bauteile auf einer Welle (6) mit Antriebsanordnung (8) und Lagerelementen (10, 12) angebracht sind und die feststehenden Bauteile mit dem Gehäuse (1) verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der Pumpeinheiten (16) aus mehreren parallel geschalteten Molekularpumpstufen (16a) nach der Bauart von Gaede besteht, wobei die Molekularpumpstufen (16a) in axialer Richtung hintereinander angeordnet sind und durch gemeinsame Verbindungskanäle (34) so miteinander verbunden sind, dass eine parallele Förderung bewirkt wird.

2. Vakuumpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Pumpeinheiten (16a, 16b, 16c), welche aus einer oder mehreren parallel geschalteten Pumpstufen nach der Bauart von Gaede bestehen, hintereinander geschaltet sind.

3. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die der Gaseintrittsöffnung (2) zugewandte Pumpeinheit eine Turbomolekularpumpe ist.

4. Vakuumpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die der Gasauslassöffnung (4) zugewandte Pumpeinheit (18) eine Seitenkanalpumpe ist.

