

(19)



(11)

EP 2 644 900 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
27.12.2017 Patentblatt 2017/52

(51) Int Cl.:
F04D 19/04 ^(2006.01) **F04D 27/00** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13156718.2**

(22) Anmeldetag: **26.02.2013**

(54) **Pumpensystem zur Evakuierung von Gas aus einer Mehrzahl von Kammern sowie Verfahren zur Steuerung des Pumpensystems**

Pump system for evacuating of gas from a plurality of chambers and method for controlling the pump system

Système de pompe destiné à évacuer du gaz depuis plusieurs compartiments ainsi que le procédé de commande du système de pompe

(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: **30.03.2012 DE 102012102761**
04.07.2012 DE 102012105951

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.10.2013 Patentblatt 2013/40

(73) Patentinhaber: **Pfeiffer Vacuum GmbH**
35614 Aßlar (DE)

(72) Erfinder:
• **Burggraf, Thorsten**
65594 Runkel (DE)

• **Stoll, Tobias**
35644 Hohenahr (DE)
• **Hofmann, Jan**
35305 Grünberg (DE)

(74) Vertreter: **Knefel, Cordula**
Wertherstrasse 16
35578 Wetzlar (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
JP-A- H0 727 089 JP-A- 2008 095 504
JP-A- 2010 167 338 US-A- 4 919 599
US-A1- 2008 063 541 US-A1- 2010 206 407

EP 2 644 900 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Pumpensystem zur Evakuierung von Gas aus einer Mehrzahl von Kammern sowie ein Verfahren zur Steuerung des Pumpensystems.

[0002] Ein Gesamtsystem besteht in der Praxis aus einer oder mehreren Vakuumkammern (Rezipienten). Diese Kammern können einzeln genutzt werden, jedoch auch zumindest teilweise miteinander verbunden sein. Für diesen Fall bestimmt bei anliegender Druckdifferenz zwischen zwei Kammern der Leitwert einer Öffnung in der gemeinsamen Wand zwischen zwei Prozesskammern oder der Leitwert der verbindenden Rohrleitung maßgeblich den Gasstrom zwischen ihnen. Eine oder mehrere Kammern können weiterhin mit Gaslasten beaufschlagt werden, diese können sowohl durch Verbindungen zum Kammeräußeren ("Atmosphäre"), durch eine weitergereichte Gaslast aus einer vorgeschalteten Kammer, durch anderweitig erzeugte, meist prozessbedingte Gasströme, auch durch das Einlassen von Inert- oder Prozessgasen, welche in der Regel Edelgase wie Helium sind, durch Desorption von in die Kammer eingebrachten Werkstücken, Prüflingen und/oder der Kammerbestandteile und/oder durch aktiv im Prozess entstehende Reaktionsprodukte entstehen.

[0003] Um den Prozess innerhalb jeder Kammer aufrechtzuerhalten, müssen diese durch jeweils verbundene Vakuumpumpensysteme auf einen vorgesehenen Vakuumdruck evakuiert und der Druck dann möglichst konstant gehalten werden. Diese einzelnen Vakuumpumpensysteme bestehen entweder je aus einer einzelnen Pumpe oder je einer Reihen- und/oder Parallelschaltung von mehreren Pumpen. Je nach anfallender Gasmenge können mehrere Kammern durch einzelne Pumpen gleichzeitig evakuiert oder auch mehrere Pumpen durch eine gemeinsame Vorpumpe evakuiert werden. Zwischen den Kammern und Pumpen können sowohl Reihen-, Parallelschaltungen oder auch beliebige Kombinationen daraus als Verbindungen ausgeführt werden.

[0004] Aus dem Stand der Technik (WO 2011/121322 A2) ist bekannt, dass Pumpen sich in geeigneter Weise gegenseitig unterstützen können, indem diese an verschiedenen Druckniveaus innerhalb einer anderen Pumpe verbunden werden.

[0005] Meist erfordern Prozesse in Mehrkammersystemen eine hohe Gaslast bei niedrigem Druck, so dass dort große Vorpumpen eingesetzt werden müssen, um den gewünschten Vakuumdruck halten zu können. Niedriger Druck bedeutet, dass ein hohes Saugvermögen vorliegen soll. Gleichzeitig können andere Kammern eines solchen Systems mit sehr geringem Aufwand auf Vakuumdruck gehalten werden und eine kleine Pumpe ist ausreichend. Je mehr Gaslast eine Pumpe zu bewältigen hat, desto höher ist ihr Energiebedarf und der damit verbundene Kühlungsbedarf bedingt durch Gasreibung und elektrische sowie mechanische Verluste.

[0006] Durch die vorgegebenen Umgebungs- und Randbedingungen, zum Beispiel begrenzter Bauraum,

erlaubte Wärmeleistung, Geräusch- oder Vibrationsentwicklung kann es vorteilhaft sein, mehrere kleine Pumpen statt einer großen zu verwenden. Weiterhin ist es vorteilhaft, die Lasten möglichst gleichmäßig zu verteilen, um eine höhere Effizienz der Pumpen zu gewährleisten.

[0007] Für reale Anwendungsfälle sind die Gaslasten und Vakuumdrücke von Kammer zu Kammer stark unterschiedlich und eine Anpassung laut den genannten Möglichkeiten ist unter Beibehaltung der gewünschten Prozessdaten schwierig und nur unter Interessenabwägung möglich. Eine Art der Lösung beschreibt der Stand der Technik (WO 2011/121322 A2), diese erfordert jedoch spezielle Pumpen mit passend gewählten Zwischenanschlüssen.

[0008] Zum Stand der Technik (JP 2010-167338 A) gehört ein Pumpensystem, bei dem Turbopumpen und den Turbopumpen vorgeschaltete Vorpumpen vorgesehen sind. Dieses zum Stand der Technik gehörende System kann hinsichtlich des Kostenaufwandes noch verbessert werden.

[0009] Weiterhin gehört zum Stand der Technik (US 4,919,599 A) ein Pumpensystem, bei dem ebenfalls mehrere Vorpumpen und mehrere Turbomolekularpumpen vorgesehen sind. Auch dieses Pumpensystem lässt sich hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit weiter verbessern.

[0010] Zum Stand der Technik (US 2010/0206407 A1) gehört darüber hinaus ein Schleusensystem für eine Vakuumanlage, bei dem ebenfalls Feinvakuumpumpen und Vorpumpen vorgesehen sind. Bei der Vielzahl von verwendeten Pumpen in diesem Pumpensystem kann hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit ebenfalls noch eine weitere Verbesserung erzielt werden.

[0011] Das der Erfindung zugrunde liegende technische Problem besteht darin, möglichst viele Pumpen unter wirtschaftlichen und technischen Gesichtspunkten optimal auszunutzen und anfallende Gaslasten möglichst gleichmäßig ohne Rückwirkungen auf den Prozess auf eine Mehrzahl von möglichst einfachen und ähnlichen oder gleichen Pumpen zu verteilen.

[0012] Dieses technische Problem wird durch ein Pumpensystem mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß Anspruch 9 gelöst.

[0013] Das erfindungsgemäße Pumpensystem zur Evakuierung von Gas aus einer Mehrzahl von Kammern mit wenigstens vier Vakuumpumpen, wobei wenigstens zwei Vorpumpen und wenigstens zwei Turbomolekularpumpen vorgesehen sind, wobei die Kammern miteinander verbunden sind und einen unterschiedlichen Vakuumdruck haben, wobei einer ersten Kammer eine erste Turbomolekularpumpe zugeordnet ist und einer zweiten Kammer eine zweite Turbomolekularpumpe zugeordnet ist, wobei die erste Turbomolekularpumpe von einer ersten Vorpumpe unterstützt wird und die zweite Turbomolekularpumpe von einer zweiten Vorpumpe unterstützt wird und bei dem in wenigstens einer Verbindungsleitung zwischen den wenigstens zwei Vorpumpen wenigstens

eine Querschnittsverengung zur Regelung eines Gasstromes vorgesehen ist, zeichnet sich dadurch aus, dass sämtliche Turbomolekularpumpen baugleich ausgebildet sind, und dass an wenigstens einer Stelle in der wenigstens einen Kammer und/oder in dem wenigstens einen Leitungsstrang und/oder an dafür vorgesehenen Anschlüssen der Pumpen eine Vorrichtung zur Messung des aktuellen Vakuumdruckes oder des Gasdurchflusses vorgesehen ist.

[0014] Gemäß der Erfindung wird zwischen parallelgeschalteten Pumpen der maximale Gasstrom im jeweiligen Leitungsstrang durch eine oder mehrere Querschnittsverengungen begrenzt. Unter Querschnittsverengung im Sinne der Erfindung wird auch eine Vorrichtung zum vollständigen Verschließen eines Leitungsstranges verstanden.

[0015] Durch die Erfindung ist es möglich, nicht nur stark unterschiedliche Baugrößen von Pumpen zu vermeiden, sondern möglichst zwei oder mehr gleiche Pumpen an unterschiedlicher Position einzusetzen, um damit die Variantenanzahl in Produktion, Verkauf, Einbau und Anwendung gering zu halten und damit für Hersteller und Kunden eine Kosteneinsparung zu realisieren. Diese Kosteneinsparung wird unter anderem dadurch erreicht, dass der Qualifizierungsaufwand gering ist. Qualifizierungsaufwand bedeutet, dass der Anwender mehrere Pumpen gleicher Bauart einsetzt und ausprobiert, welche Pumpen in Kombination die geforderte Aufgabe im landesspezifisch vorgegebenen Spannungsnetz oder bei der landesspezifisch vorgegebenen Netzfrequenz am besten lösen. Diese Taktik kann sowohl für Pumpen im Vorvakuumbereich wie in obigem Beispiel angewendet werden, als auch für Pumpen, die direkt oder über eine Verbindungsleitung an der Kammer angeschlossen werden.

[0016] Eine Querschnittsverengung kann vorteilhaft als einfache Blende ausgeführt werden. Diese stellt ein Bauteil dar, welches eine definierte Querschnittsverengung auf einer bestimmten Länge des vorhandenen Stranges aufweist.

[0017] Eine Drosselblende ist im einfachsten Fall mit einer festen Verengung versehen.

[0018] Eine weitere besonders vorteilhafte Ausführung ist innerhalb eines definierten Bereiches verstellbar. Diese Ausführungsform wird als Drosselventil bezeichnet. Die Verstellung des Bereiches kann sowohl mechanisch per Hand oder elektrisch, pneumatisch oder hydraulisch per Steuerantrieb erfolgen.

[0019] Die Einstellung des Drosselventils erfolgt vorteilhaft anhand einer vorab ermittelten, kalibrierten Skala, bietet jedoch keine Rückmeldung über den tatsächlichen Querschnitt beziehungsweise Gasstrom. Hierfür kann vorteilhaft eine Gasflussmessung entweder separat oder integriert erfolgen, damit ist die Ausführung als geschlossener Regelkreis möglich, um auf einen vorgegebenen Gasfluss regeln zu können. Meist werden entsprechende Vorgabewerte elektrisch als Analogsignal, zum Beispiel als Spannung, Strom, Pulsweitenmodula-

tion oder anderen üblichen Verfahren erzeugt oder als Digitalsignal über ein beliebiges Bussystem übermittelt. Ersatzweise oder zusätzlich kann eine Vorgabe auch über ein lokal oder entfernt verbundenes Bediengerät mit einer Benutzerschnittstelle erzeugt werden. Diese Vorrichtung wird allgemein als Gasflussregler bezeichnet. Der Gasflussregler ist ein handelsübliches Bauteil, welches auch als "Mass Flow Controller" bezeichnet wird.

[0020] Die genannten Querschnittsverengungen können in geeigneter Weise einzeln oder als eine Kombination von gleichen oder verschiedenen Ausführungen parallel und/oder reihengeschaltet ausgeführt werden. Der Einsatz von ein oder mehreren Ventilen zum Trennen eines oder mehrerer Teilstränge des aufgebauten Netzwerkes erweitert die Möglichkeiten zur Anpassung an einzelne Prozesszustände zusätzlich.

[0021] Gemäß der Erfindung besteht die Möglichkeit, an einer oder mehreren Stellen sowohl an einer oder mehreren Kammern und/oder an beliebigen Punkten innerhalb der Leitungsstränge oder an dafür vorgesehenen Anschlüssen der Pumpen den aktuellen Vakuumdruck und/oder den Gasdurchfluss zu messen und zur Regelung der vorgenannten Mittel zu verwenden. Die einfachste Ausführung beschreibt einen Druckschalter, welcher bei einem vorgegebenen Grenzdruck ein Signal zur Öffnung oder Schließung eines Teilstranges gibt, um eine Überlastung an einer verbundenen Pumpe oder eine Beeinflussung der Prozessvorgaben zu vermeiden.

[0022] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht eine übergeordnete Prozesssteuerung vor. Mit einer übergeordneten Prozesssteuerung ist es möglich, die erfassten Messwerte von verschiedenen Stellen für eine Prozessbeurteilung und Beeinflussung zu nutzen und damit eine Optimierung des Prozesses und der Belastung der einzelnen Pumpen zu optimieren.

[0023] Bei Verwendung von Pumpen, deren Pumpleistung zumindest teilweise von ihrem Ausstoßdruck abhängig ist, zum Beispiel Molekularpumpen, ist es vorteilhaft, wenn diese auf ihrer Ausstoßseite mindestens eine Pumpstufe besitzen, welche über einen großen Druckbereich konstante Pumpleistungen liefern. Dies können zum Beispiel Gaede-, Siegbahn- und/oder Holweckstufen sein. Die Robustheit der Pumpe gegenüber Druckschwankungen an der Ausstoßseite ermöglicht eine deutliche Vereinfachung der weiteren Auslegung des Systems. Damit kann eher mit einer einfachen Drossel statt einem geschalteten oder geregelten Ventil gearbeitet werden.

[0024] Die beschriebene Lösung führt zu Vorteilen bei Systemen, zum Beispiel sogenannten LCMS-Systemen, bei denen eine der Pumpen mit geringer Last in mindestens einem Prozesszustand hauptsächlich leichte Gase (niedrige Teilchenmassen) pumpen muss, wie beispielsweise beim "additional gasload", bei dem Helium als Prozessgas eingeleitet wird. Die Leistungsfähigkeit der meisten Pumpprinzipien hängt von den zu pumpenden Atom- beziehungsweise Molekülgewichten ab, leichte

Gase mit niedrigen Massen lassen sich allgemein meist schwieriger pumpen. Die Pumpleistung solcher Pumpen erhöht sich stark, wenn schwerere Gase als Schleppmedium eingesetzt werden. Die schweren Teilchen reißen in diesem Fall die leichten in die richtige Richtung durch die Pumpe hindurch mit und reduzieren so die Rückströmung der leichten Gase. Obwohl die Pumpe insgesamt mehr Gas pumpen muss, nimmt die Pumpleistung für leichte Gase deutlich zu. Die Entlastung der ersten Pumpe, welche über eine Querschnittsverengung Gasstrom mit einem geringeren Anteil an leichten Gasen an die zweite Pumpe abgibt, führt bei der zweiten Pumpe, welche im beschriebenen Fall einen hohen Anteil an leichten Gasen pumpt, zu einem entsprechenden Schleppeffekt, so dass leichte Gase deutlich besser gepumpt werden können.

[0025] Pumpen, die direkt am örtlichen Stromversorgungsnetz oft mit Frequenzumrichter betrieben werden, drehen je nach landesspezifischer Netzfrequenz (typisch 50 Hz oder 60 Hz) oder auch Netzspannung (typisch 90V, 110V, 230V) verschieden schnell und/oder mit unterschiedlicher maximaler Antriebsleistung (zum Beispiel durch Begrenzung des Antriebsstroms oder dem daraus resultierenden Wärmeeintrag) und verändern damit auch entsprechend ihre maximale Pumpleistung. Dies führt dazu, dass Kammern, die direkt von einer solchen Pumpe evakuiert werden, je nach vorhandenem Stromversorgungsnetz auf ein unterschiedliches Druckniveau gepumpt werden. Um dies zu vermeiden, ist es gemäß der üblichen Praxis bislang notwendig, die Gasströme durch Anpassung von Stellventilen oder Drosselblenden innerhalb oder an der Kammer so zu regulieren, dass der gewünschte Prozessdruck bei dem vorhandenen oder vorgegebenen Stromversorgungsnetz erreicht wird. Dies ist je nach Komplexität des Gesamtsystems nicht einfach realisierbar und mit hohem Aufwand verbunden, da meist mehrere korrespondierende Kammern betroffen sind. Das Problem kann durch den erfindungsgemäßen Einbau mindestens einer Querschnittsverengung mindestens zwischen der betroffenen ersten Pumpe mit variabler Drehzahl und/oder variabler Antriebsleistung und einer zweiten Pumpe, welche entweder einen Bereich abpumpt, in dem der Kammerdruck irrelevant ist und/oder die für mindestens eine direkt mit der Kammer verbundene Pumpe, zum Beispiel eine oder mehrere Molekularpumpe(n) den Vordruck erzeugt, wobei diese robust gegenüber Druckänderungen auf ihrer Ausstoßseite reagieren, gelöst werden. Das einfache Wechseln oder Verstellen der genannten Querschnittsverengung gleicht den Unterschied der Pumpleistung der ersten Pumpe so aus, dass der betroffene Kammerdruck konstant bleibt, ohne dass Eingriffe in oder an der Kammer vorgenommen werden müssen. Ein solches Verstellen kann, wie bereits beschrieben, auch mit einer intern oder extern angebundenen Regeleinheit vorgenommen werden, die den Prozesszustand, also zum Beispiel den Vakuumdruck der betroffenen Kammer ermittelt und durch Verstellen der Querschnittsverengung diesen auf einen im

aktuellen Prozesszustand gewünschten Wert stellt.

[0026] Eine Regelung kann auch das Problem beseitigen, dass die variable Pumpleistung nicht durch Einflüsse des Stromversorgungsnetzes, sondern durch Unterschiede im Betriebszustand der Pumpe begründet liegt, sie also im betriebswarmen Zustand oder bei veränderten Umgebungsbedingungen, speziell Umgebungs- und/oder Kühlwassertemperatur, unterschiedliche Pumpleistungen zeigt. Das Pumpensystem gemäß der Erfindung hat zwei oder mehrere Kammern, welche zumindest teilweise untereinander verbunden sind und die mit meist unterschiedlichen Vakuumdrücken betrieben werden. Gasströme werden durch den Einlass von zu analysierenden Gasen und oft durch Einlass weiterer Hilfsgase in andere Kammern erzeugt. Wahlweise kann mindestens eine der zusätzlichen Vakuumpumpen mehr als einen Pumpeinlass besitzen ("SplitFlow", Interstage-Port), welcher mit mindestens einer anderen Kammer als der am ersten Einlass der Pumpe verbunden ist. Vorteilhafterweise weisen die Pumpen eine hohe Robustheit gegenüber hohen Ausstoßdrücken auf, typisch ist der Druck zwischen Molekular- und Vorpumpe in einem Bereich von 1 bis 20 mbar (Millibar). Um mindestens eine der mindestens zwei Vorpumpen zu entlasten, wird mindestens eine Verbindung mit einer Querschnittsverengung zwischen den Sauganschlüssen der erstgenannten und einer zweiten Vorpumpe realisiert, welche maximal so viel Gasfluss erlaubt, so dass die zweite Vorpumpe immer mindestens einen gewissen Ansaugdruck halten kann. Die erste, entlastete Vorpumpe kann kleiner gewählt werden, die zweite wird besser ausgelastet.

[0027] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich anhand der zugehörigen Zeichnung, in der mehrere Ausführungsbeispiele eines erfindungsgemäßen Pumpensystems nur beispielhaft dargestellt sind. In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1 ein Pumpensystem gemäß dem Stand der Technik;
- Fig. 2 ein erstes Ausführungsbeispiel in schematischer Darstellung;
- Fig. 3 ein zur Erfindung nicht gehörendes Beispiel in schematischer Darstellung;
- Fig. 4 ein geändertes Ausführungsbeispiel in schematischer Darstellung;
- Fig. 5 ein geändertes Ausführungsbeispiel in schematischer Darstellung;
- Fig. 6 ein geändertes Ausführungsbeispiel in schematischer Darstellung.

[0028] Fig. 1 zeigt ein zum Stand der Technik gehörendes Pumpensystem mit zwei zu evakuierenden Kammern 1, 2. Der Kammer 1 ist eine Turbomolekularpumpe 3 zugeordnet und der Kammer 2 eine Turbomolekularpumpe 4.

[0029] Die Turbomolekularpumpe 3 wird von einer Vorpumpe 5 unterstützt. Die Turbomolekularpumpe 4 wird von einer Vorpumpe 6 unterstützt.

[0030] Dieses zum Stand der Technik gehörende Pumpensystem weist den Nachteil auf, dass die Turbomolekularpumpe 3 den vorgegebenen Druck in der Kammer 1 halten muss und die Turbomolekularpumpe 4 den in der Kammer 2 vorgegebenen Druck. Die Pumpen 3, 4, 5, 6 müssen entsprechend qualifiziert sein. Das bedeutet, dass sie die geforderte Pumpleistung unter den landespezifischen Bedingungen des Spannungsnetzes und der Netzfrequenz erbringen müssen.

[0031] Mit Q ist der Gasfluss gekennzeichnet. Die Kammern 1, 2 sind miteinander verbunden. Bei unterschiedlichen Drücken in den Kammern 1, 2 findet zwischen den Kammern ein Gasfluss Q statt. In der Kammer 2 ist darüber hinaus ein Gaseinlass 7 vorgesehen, um ein Prozessgas der Kammer 2 zuzuführen.

[0032] Fig. 2 zeigt die Kammern 1, 2, die von den Turbomolekularpumpen 3, 4 evakuiert werden.

[0033] Die Vorpumpen 5, 6 unterstützen hierbei die Turbomolekularpumpen 3, 4.

[0034] Zwischen den Vorpumpen 5, 6 ist ein Leitungsstrang 8 vorgesehen. In dem Leitungsstrang 8 ist, schematisch dargestellt, eine Blende 9 angeordnet. Mit dieser Blende 9 lässt sich der Gasstrom in dem Leitungsstrang 8 regeln.

[0035] Durch diese erfindungsgemäße Anordnung ist es möglich, die Pumpen 3, 4 gleich zu dimensionieren beziehungsweise Turbomolekularpumpen 3, 4 gleicher Bauart zu verwenden. Es erfolgt auch eine Entlastung der ersten Pumpe 5, welche über die Blende 9 einen Gasstrom mit einem geringeren Anteil an leichten Gasen an die zweite Pumpe 6 abgibt. Dies führt bei der zweiten Pumpe 6, welche gemäß Fig. 2 einen hohen Anteil an leichten Gasen pumpt, zu einem entsprechenden Schleppeffekt, so dass leichte Gase deutlich besser gepumpt werden können.

[0036] Zwischen den Vorpumpen 5, 6 ist wiederum ein Leitungsstrang 8 vorgesehen, der mit einer Blende 9 versehen ist.

[0037] Fig. 3 zeigt ein zur Erfindung nicht gehörendes Beispiel mit drei Kammern 1, 2, 10. Gemäß Fig. 3 sind wieder die beiden Vorpumpen 5, 6 vorgesehen sowie die Turbomolekularpumpe 3 zur Evakuierung der Kammer 1. Zur Evakuierung der Kammern 2, 10 ist eine SplitFlow-Pumpe 11 vorgesehen, die zwei Einlässe 12, 13 aufweist. Zwischen den Vorpumpen 5, 6 ist wiederum der Leitungsstrang 8 vorgesehen, in dem die Blende 9 angeordnet ist.

[0038] Fig. 4 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel mit den zu evakuierenden Kammern 1, 2, 10, 13, 14, 15. Die Kammern 2, 10, 13 weisen zusätzliche Gaseinlässe 16, 17, 18 für Prozessgase auf.

[0039] Für die Evakuierung der Kammer 1 ist die Turbomolekularpumpe 3 vorgesehen, die von der Vorpumpe 5 unterstützt wird. Zur Evakuierung der Kammern 2, 13 und 14 ist eine SplitFlow-Pumpe 19 vorgesehen, die von der Vorpumpe 6 unterstützt wird.

[0040] Zur Evakuierung der Kammer 15 ist eine zusätzliche Turbomolekularpumpe 20 vorgesehen.

[0041] Zwischen den Vorpumpen 5, 6 ist wiederum ein Leitungsstrang 8 vorgesehen, in dem eine Blende 9 angeordnet ist. Auch hier ist eine Entlastung der ersten Pumpe 5 vorgesehen, welche über die Querschnittsverengung 9 Gasstrom mit einem geringen Anteil an leichten Gasen an die zweite Pumpe 6 abgibt. Dies führt bei der zweiten Pumpe 6, welche im vorliegenden Fall einen hohen Anteil an leichten Gasen pumpt, zu einem entsprechenden Schleppeffekt, so dass leichte Gase deutlich besser gepumpt werden können.

[0042] Fig. 5 zeigt eine Anordnung mit den Kammern 1, 2, 10, 13. Die Kammer 1 wird mit der Turbomolekularpumpe 3 evakuiert, die Kammer 2 mit der Turbomolekularpumpe 4. Die Turbomolekularpumpe 3 wird hierbei von der Vorpumpe 5 unterstützt. Die Turbomolekularpumpe 4 wird von der Vorpumpe 6 unterstützt.

[0043] Zwischen den Vorpumpen 5, 6 ist ein Leitungsstrang 8 vorgesehen, in dem eine Blende 9 angeordnet ist.

[0044] Zur Evakuierung der Kammern 10, 13 ist eine SplitFlow-Pumpe 11 vorgesehen, die von einer Vorpumpe 21 unterstützt wird. Zwischen der Vorpumpe 6 und der Vorpumpe 21 ist ein zusätzlicher Leitungsstrang 22 angeordnet, der eine Blende 23 aufweist.

[0045] Fig. 6 zeigt eine Pumpenanordnung für ein Mehrkammersystem mit den Kammern 1, 2, 10, 13, 14, 15.

[0046] Die Kammern 1, 2, 13, 14, 15 werden von baugleichen Turbomolekularpumpen 3, 4, 20, 24, 25 evakuiert. Die Turbomolekularpumpe 3 wird hierbei von der Vorpumpe 5 unterstützt. Die Pumpen 4, 20, 24, 25 werden von der Vorpumpe 6 unterstützt. Zwischen der Vorpumpe 5 und der Vorpumpe 6 ist wiederum der Leitungsstrang 8 vorgesehen, in dem die Blende 9 angeordnet ist.

[0047] Zwischen den Vorpumpen 5, 6 ist ein Leitungsstrang 8 angeordnet, in dem eine Blende 9 angeordnet ist.

[0048] In der Kammer 14 ist eine Vorrichtung zur Messung des aktuellen Vakuumdruckes vorgesehen.

[0049] An der Pumpe 20 ist an einem dafür vorgesehenen Anschluss ebenfalls eine Vorrichtung zur Messung des aktuellen Vakuumdruckes angeordnet.

[0050] In einem Leitungsstrang ist eine weitere Vorrichtung zur Messung des Gasdurchflusses vorgesehen.

[0051] In dem Leitungsstrang 8 ist eine Vorrichtung zur Messung des Gasdurchflusses angeordnet.

Bezugszahlen

[0052]

- | | |
|---|---------------------|
| 1 | Kammer |
| 2 | Kammer |
| 3 | Turbomolekularpumpe |
| 4 | Turbomolekularpumpe |
| 5 | Vorpumpe |
| 6 | Vorpumpe |
| 7 | Gaseinlass |

8 Leitungsstrang
 9 Blende
 10 Kammer
 11 SplitFlow-Pumpe
 12 Einlass
 13 Einlass
 14 Kammer
 15 Kammer
 16 Gaseinlass
 17 Gaseinlass
 18 Gaseinlass
 19 SplitFlow-Pumpe
 20 Turbomolekularpumpe
 21 Vorpumpe
 22 Leitungsstrang
 23 Blende
 24 Turbomolekularpumpe
 25 Turbomolekularpumpe
 Q Gasfluss

Patentansprüche

1. Pumpensystem zur Evakuierung von Gas aus einer Mehrzahl von Kammern (1, 2, 10, 13, 14, 15) mit wenigstens vier Vakuumpumpen (3, 4, 5, 6, 20, 21, 24, 25), wobei wenigstens zwei Vorpumpen (5, 6, 21) und wenigstens zwei Turbomolekularpumpen (3, 4, 20, 24, 25) vorgesehen sind, wobei die Kammern miteinander verbunden sind und einen unterschiedlichen Vakuumdruck haben, wobei einer ersten Kammer eine erste Turbomolekularpumpe zugeordnet ist und einer zweiten Kammer eine zweite Turbomolekularpumpe zugeordnet ist, wobei die erste Turbomolekularpumpe von einer ersten Vorpumpe unterstützt wird und die zweite Turbomolekularpumpe von einer zweiten Vorpumpe unterstützt wird, wobei in wenigstens einer Verbindungsleitung (8) zwischen den wenigstens zwei Vorpumpen (5, 6, 21) wenigstens eine Querschnittsverengung (9) zur Verminderung und/oder Regelung eines Gasstromes vorgesehen ist, und wobei an wenigstens einer Stelle in der wenigstens einen Kammer (1, 2, 10, 13, 14, 15) und/oder in dem wenigstens einen Leitungsstrang (8) und/oder an dafür vorgesehenen Anschlüssen der Pumpen (3, 4, 20, 24, 25) eine Vorrichtung zur Messung des aktuellen Vakuumdruckes oder des Gasdurchflusses vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** sämtliche Turbomolekularpumpen (3, 4, 20, 24, 25) baugleich ausgebildet sind.
2. Pumpensystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnittsverengung (9) als eine verstellbare Querschnittsverengung (9) ausgebildet ist.

3. Pumpensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Querschnittsverengung (9) eine Blende, ein Drosselventil oder ein Gasflussregler vorgesehen ist.
4. Pumpensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Querschnittsverengung (9) ein geregeltes oder geschaltetes Ventil vorgesehen ist.
5. Pumpensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Querschnittsverengungen (9) in Reihe und/oder parallel geschaltet angeordnet sind.
6. Pumpensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine übergeordnete Prozesssteuerung zur Regelung der wenigstens einen Querschnittsverengung (9) vorgesehen ist.
7. Pumpensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Pumpe (3, 4, 20, 24, 25) eine von ihrem Ausstoßdruck abhängige Pumpe vorgesehen ist.
8. Pumpensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine zusätzliche Turbomolekularpumpe (11, 19) wenigstens zwei Pumpeinlässe aufweist.
9. Verfahren zur Steuerung eines Pumpensystems mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** an wenigstens einer Stelle in der wenigstens einen Kammer (1, 2, 10, 13, 14, 15) und/oder in dem wenigstens einen Leitungsstrang (8) oder an dafür vorgesehenen Anschlüssen der Pumpen ein aktueller Vakuumdruck oder der Gasdurchfluss gemessen wird, und dass dieser wenigstens eine Messwert zur Regelung der Querschnittsverengung (9) verwendet wird.

Claims

1. A pump system for evacuating gas from a plurality of chambers (1, 2, 10, 13, 14, 15) having at least four vacuum pumps (3, 4, 5, 6, 20, 21, 24, 25), wherein at least two backing pumps (5, 6, 21) and at least two turbomolecular pumps (3, 4, 20, 24, 25) are provided, wherein the chambers are connected to one another and have different levels of vacuum pressure, wherein a first turbomolecular pump is associated with a first chamber and a second turbomolecular pump is associated with a second chamber, wherein the first turbomolecular pump is supported by a first backing pump and the second turbomolecular pump is supported by a second backing

pump, wherein at least one point of narrowed cross section (9) is provided in at least one connection line (8) between the at least two backing pumps (5, 6, 21) for the purpose of reducing and/or regulating a gas stream,

and wherein a device for measuring the prevailing vacuum pressure or the gas throughput is provided at at least one point in the at least one chamber (1, 2, 10, 13, 14, 15) and/or in the at least one line portion (8) and/or at ports provided therefor on the pumps (3, 4, 20, 24, 25),

characterised in that all the turbomolecular pumps (3, 4, 20, 24, 25) take the same structural form.

2. A pump system according to Claim 1, **characterised in that** the point of narrowed cross section (9) takes the form of a point of adjustably narrowed cross section (9).
3. A pump system according to one of the preceding claims, **characterised in that** there is provided as the point of narrowed cross section (9) an orifice, a choke valve or a gas flow regulator.
4. A pump system according to one of the preceding claims, **characterised in that** there is provided as the point of narrowed cross section (9) a regulated or switched valve.
5. A pump system according to one of the preceding claims, **characterised in that** a plurality of points of narrowed cross section (9) are connected in series and/or in parallel.
6. A pump system according to one of the preceding claims, **characterised in that** a higher-level process controller is provided for regulating the at least one point of narrowed cross section (9).
7. A pump system according to one of the preceding claims, **characterised in that** there is provided as the pump (3, 4, 20, 24, 25) a pump that is dependent on its output pressure.
8. A pump system according to one of the preceding claims, **characterised in that** at least one additional turbomolecular pump (11, 19) has at least two pump inlets.
9. A method for controlling a pump system having the features according to Claim 1, **characterised in that** a prevailing vacuum pressure or the gas throughput is measured at at least one point in the at least one chamber (1, 2, 10, 13, 14, 15) and/or in the at least one line portion (8) and/or at ports provided therefor on the pumps, and **in that** this at least one measured value is used for regulating the point of narrowed cross section (9).

Revendications

1. Système de pompes destiné à évacuer du gaz de plusieurs chambres (1, 2, 10, 13, 14, 15) à l'aide d'au moins quatre pompes à vide (3, 4, 5, 6, 20, 21, 24, 25), au moins deux pré-pompes (5, 6, 21) et au moins deux pompes turbo-moléculaires (3, 4, 20, 24, 25) étant prévues, les chambres étant reliées les unes aux autres et présentant des pressions de vide différentes, une première pompe turbo-moléculaire étant associée à une première chambre et une deuxième pompe turbo-moléculaire étant associée à une deuxième chambre, la première pompe turbo-moléculaire étant soutenue par une première pré-pompe et la deuxième pompe turbo-moléculaire par une deuxième pré-pompe, au moins un rétrécissement (9) de section transversale étant prévu pour diminuer et/ou réguler un écoulement de gaz dans au moins un conduit (8) reliant les deux ou plusieurs pré-pompes (5, 6, 21), un ensemble de mesure de la pression de vide effective ou du débit de gaz étant prévu en au moins un emplacement dans la ou les chambres (1, 2, 10, 13, 14, 15) et/ou dans le ou les conduits (8) et/ou en des raccords prévus dans ce but des pompes (3, 4, 20, 24, 25), **caractérisé en ce que** toutes les pompes turbo-moléculaires (3, 4, 20, 24, 25) ont la même construction.
2. Système de pompes selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le rétrécissement (9) de la section transversale est configuré comme rétrécissement (9) de section transversale ajustable.
3. Système de pompes selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** comme rétrécissement (9) de section transversale sont prévus un diaphragme, une soupape d'étranglement ou un régulateur de débit de gaz.
4. Système de pompes selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** comme rétrécissement (9) de section transversale sont prévues une soupape régulée ou une soupape commutée.
5. Système de pompes selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** plusieurs rétrécissements (9) de section transversale sont disposés en série et/ou en parallèle.
6. Système de pompes selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**une commande de processus d'ordre hiérarchique plus élevé est prévue pour réguler le ou les rétrécissements (9) de section transversale.
7. Système de pompes selon l'une des revendications

précédentes, **caractérisé en ce que** comme pompe (3, 4, 20, 24, 25), est prévue une pompe dépendant de sa pression de refoulement.

8. Système de pompes selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins une pompe turbo-moléculaire (11, 19) supplémentaire présente au moins deux entrées de pompe. 5
9. Procédé de commande d'un système de pompes présentant les caractéristiques de la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**en au moins un emplacement de la ou des premières chambres (1, 2, 10, 13, 14, 15) et/ou du ou des conduits (8) ou en des raccordements prévus dans ce but sur les pompes, **en** 10
ce qu'une pression effective du vide ou le débit de gaz sont mesurés et **en ce que** cette ou ces valeurs de mesure sont utilisées pour réguler le rétrécissement (9) de la section transversale. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

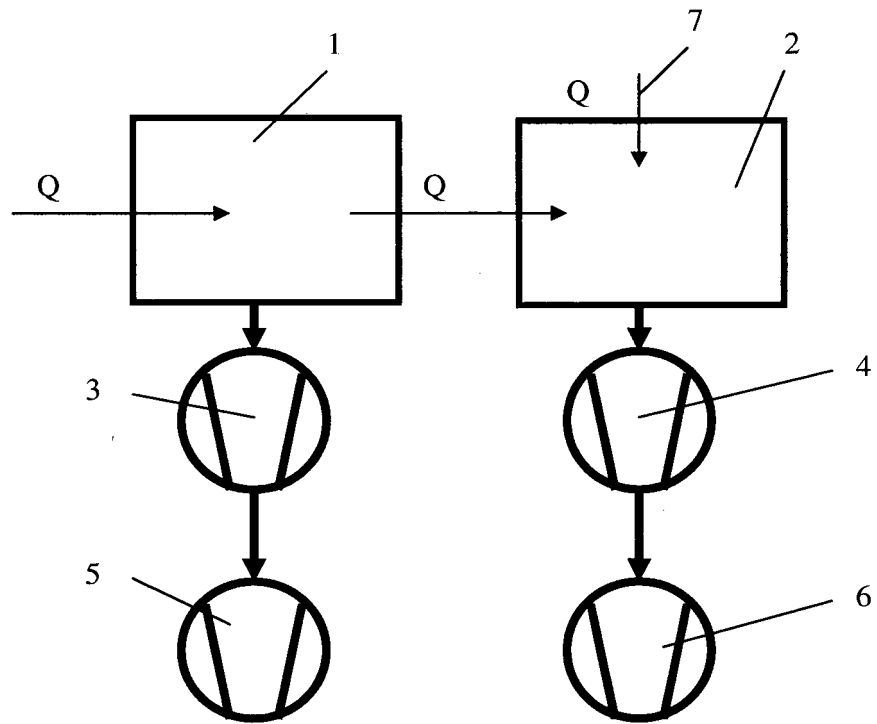


Fig.1 (Stand der Technik)

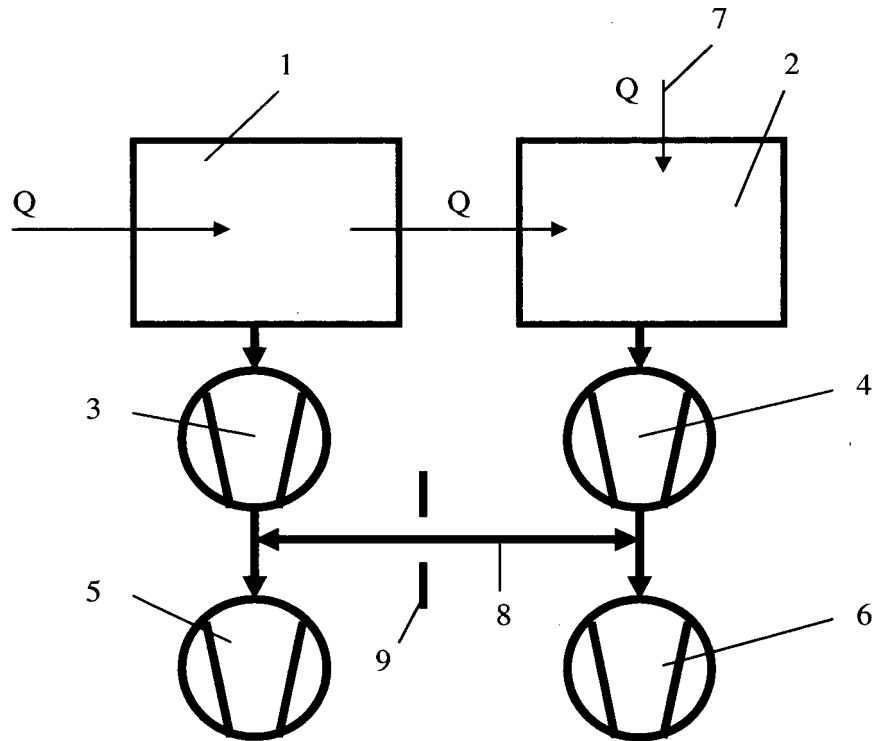


Fig.2

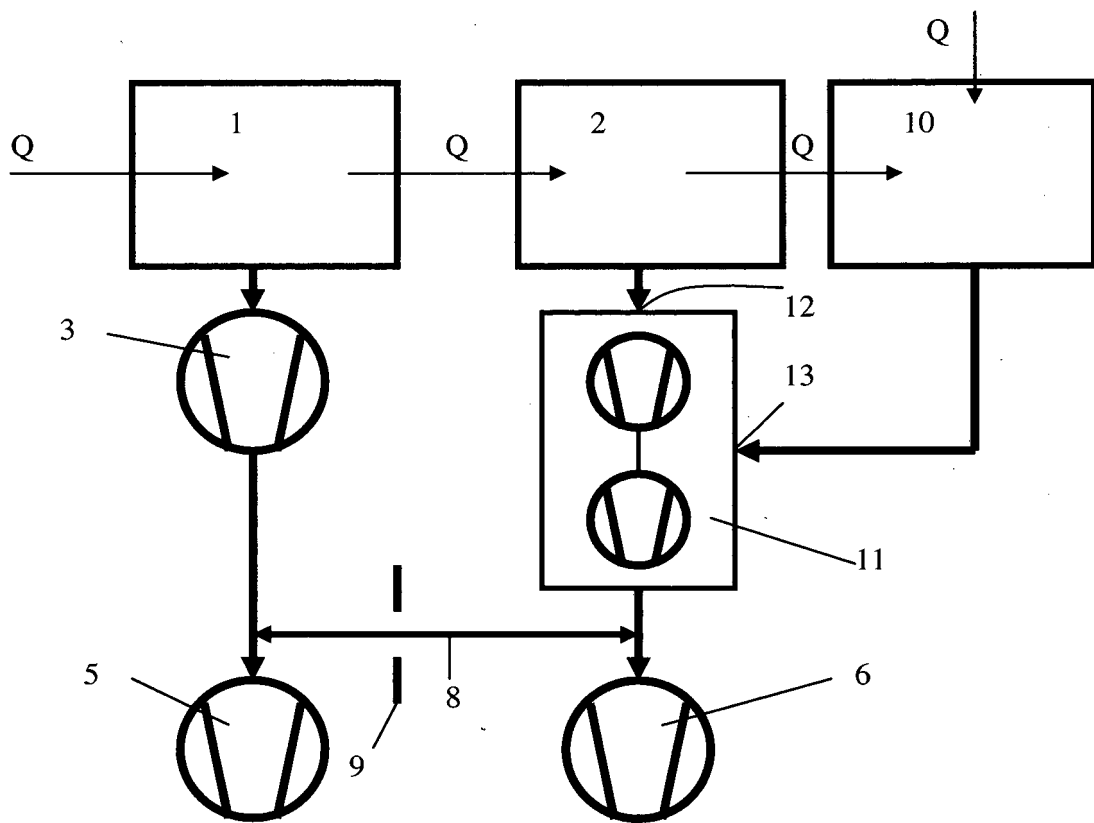


Fig. 3

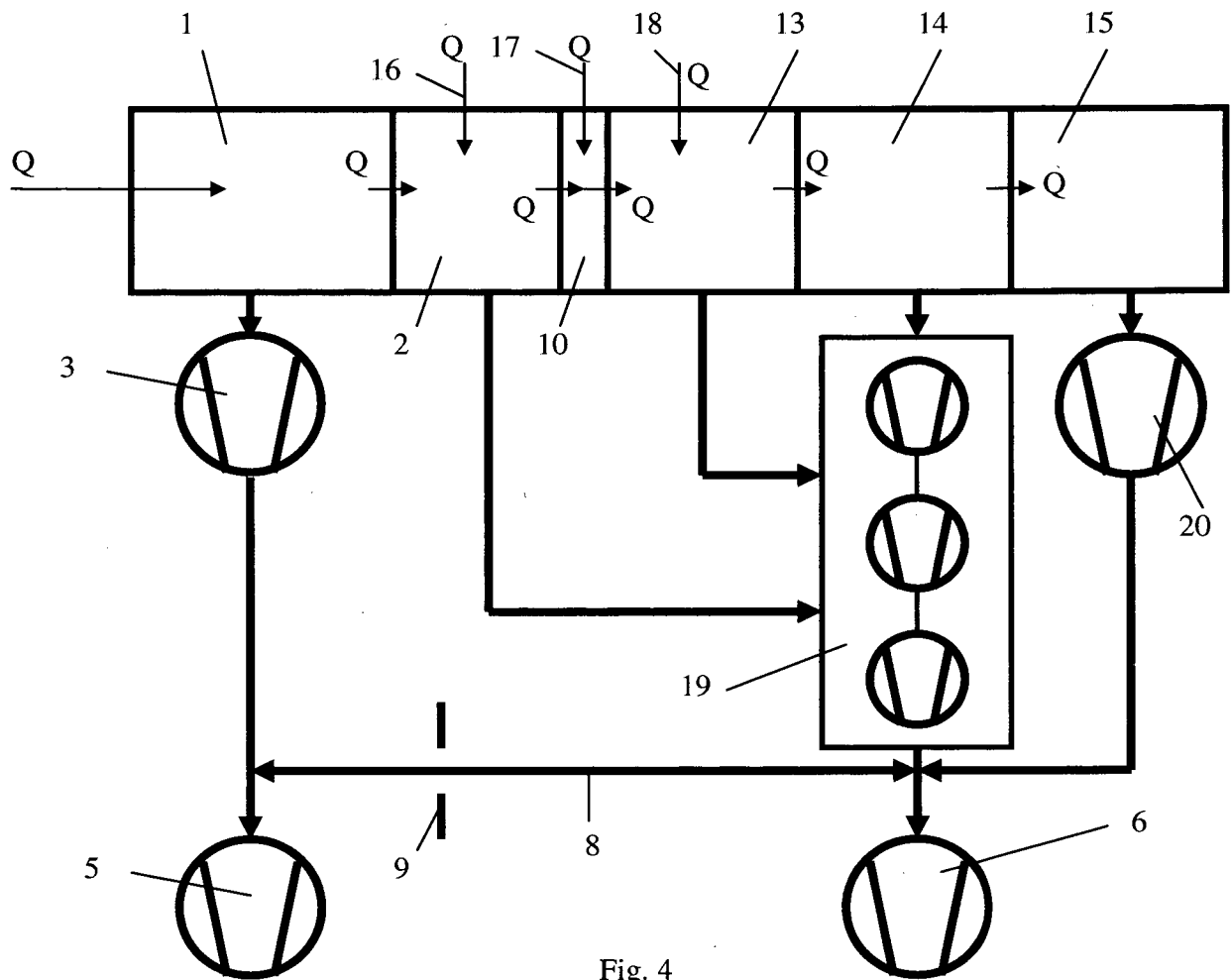


Fig. 4

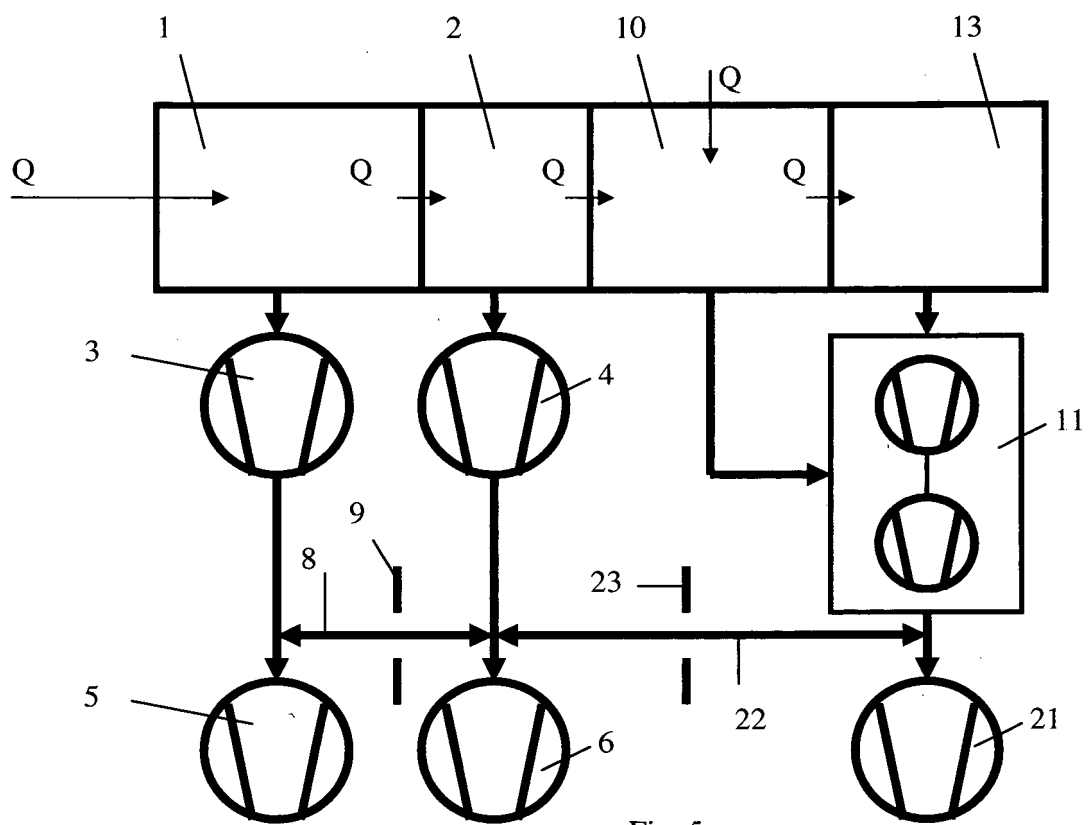


Fig. 5

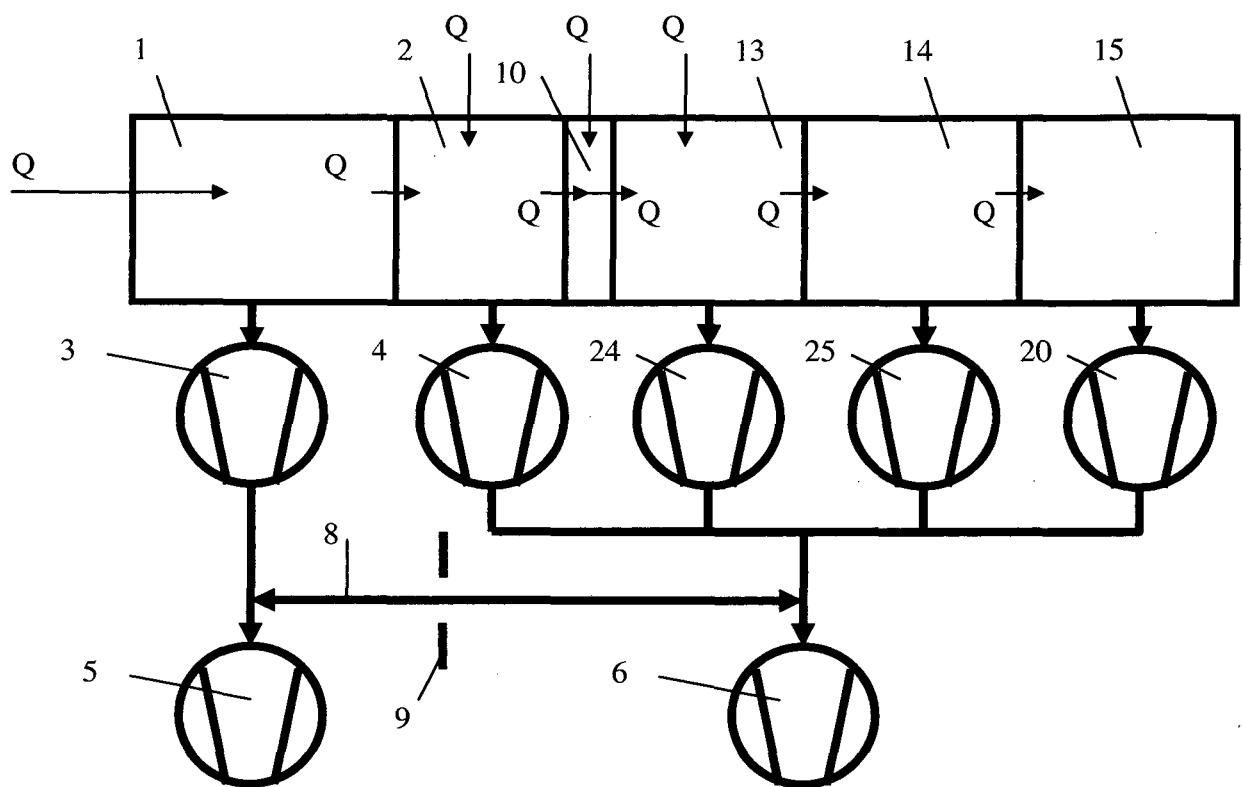


Fig. 6

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

- WO 2011121322 A2 [0004] [0007]
- JP 2010167338 A [0008]
- US 4919599 A [0009]
- US 20100206407 A1 [0010]