(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 855 517 A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
29.07.1998 Patentblatt 1998/31

(51) Int. Cl.[6]: **F04D 29/58**, F04D 19/04

(21) Anmeldenummer: **98100372.6**

(22) Anmeldetag: **12.01.1998**

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

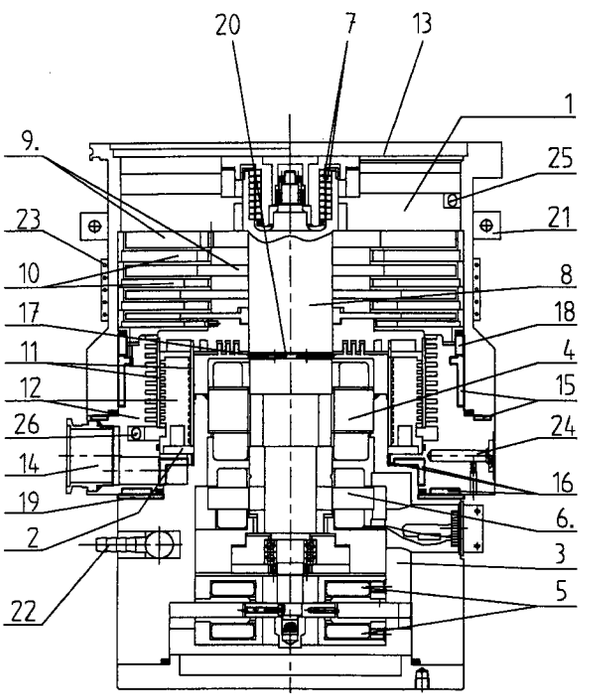
(30) Priorität: **24.01.1997 DE 19702456**

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

(72) Erfinder:
- **Hölss, Kurt**
  35625 Hüttenberg (DE)
- **Lotz, Heinrich**
  35578 Wetzlar (DE)
- **Mädler, Matthias.**
  35759 Driedorf (DE)
- **Reichert, Heinz**
  35614 Asslar (DE)
- **Stanzel, Jörg**
  35583 Wetzlar (DE)

(54) Vakuumpumpe

(57) Die Vakuumpumpe wird in drei Bereiche unterteilt: den Hochvakuumbereich (1), den Vorvakuumbereich (2) und den Motor- und Lagerbereich (3). Die drei Bereiche werden thermisch voneinander isoliert. Dazu werden zwischen den Bereichen die Kontaktflächen für die radiale und axiale Freidrehungen minimiert. Die aus bautechnischen Gründen noch notwendigen Kontaktflächen werden weitgehend durch wärmeisolierende Materialien gebildet. Mit Hilfe von Heizelementen, Kühleinrichtungen und Temperatursensoren können vor allem im Hochvakuumbereich und im Vorvakuumbereich die thermischen Bedingungen gezielt eingestellt werden.



EP 0 855 517 A2

Beschreibung

Die Erfndung betrifft eine Vakuumpumpe beispielsweise vom Typ einer Turbomolekularpumpe oder einer Molekularpumpe oder einer Kombination beider Typen in folgendem auch Reibungspumpe genannt nach dem Oberbegriff des ersten Patentanspruches.

Solche Vakuumpumpen bestehen in der Regel aus einer Anzahl von Stufen, welche unterschiedlich gestaltet sein können und jeweils Rotor und entsprechende Statorteile aufweisen. Diese pumpaktiven Teile werden in axialer Richtung von dem zu fördernden Gas durchsetzt. Um optimale Pumpeigenschaften wie maximalen Gasdurchsatz und maximale Kompression zu erreichen, müssen die rotierenden Teile mit hoher Geschwindigkeit umlaufen. Die zu diesem Zweck benötigte Antriebsenergie wird nur zum Teil in kinetische Energie verwandelt. Ein großer Teil davon wird als Verlustwärme freigesetzt. Weitere unerwünschte Wärmemengen werden frei durch die Lagerung (mechanische Verluste durch Reibung in Kugellagern oder elektrische Verluste in Magnetlagern) oder bei der Kompression von Gasen. Diese Wärmequellen führen zu störenden Temperaturerhöhungen im Antriebs- und Lagerbereich und in Bereichen der pumpaktiven Bauteile, in welchen sie nachteilige Auswirkungen haben können. Im Extremfall kann es zum Anlaufen des Rotors und zur Zerstörung der Pumpe kommen. Um eine Überhitzung von kritischen Bauteilen zu vermeiden, sind diese Pumpen mit Kühleinrichtungen ausgestattet.

Reibungspumpen der beschriebenen Art kommen zunehmend zur Anwendung bei Verfahren wie z.B. in chemischen Prozessen oder in der Halbleiterfertigung, bei denen große Mengen von leichtkondensierbaren Gasen anfallen. Dabei werden die Rezipienten bis ins Ultrahochvakuumgebiet evakuiert. Die zu fördernden Gase werden von diesem Bereich bis in einen Druckbereich, in welchem laminare Strömung herrscht, komprimiert. Das bedeutet, daß in diesem Bereich höheren Druckes relativ große Gasmengen gefördert werden. Wenn dann diese Gase leicht kondensierbar sind, was bei tiefen Temperaturen umso mehr der Fall ist, kommt es zu Flüssigkeits- oder Feststoffabscheidungen in beträchtlichem Ausmaß. Dadurch können Korrosions- und Ätzvorgänge hervorgerufen werden, welche zur Zerstörung einzelner Bauteile oder der ganzen Pumpe führen können. Durch die Ablagerung von Feststoffleilen werden insbesondere die sehr schmalen Spalte im Bereich der Molekularpumpen noch mehr verengt, was mit einer Leistungsabnahme oder im schlimmsten Fall mit der Zerstörung der Pumpe verbunden ist.

Eingangs wurde erläutert, daß die hier zur Diskussion stehende Art von Vakuumpumpen mit Kühleinrichtungen versehen sein müssen, um sie vor Überhitzung der kritischen Bauteile zu schützen. Diese Kühleinrichtungen fördern anderenseits die Flüssigkeits- und Feststoffabscheidungen, wodurch es zu den oben beschriebenen Störungen beim Einsatz der Pumpen kommen kann.

Somit wird die Konstruktion von Vakuumpumpen der oben beschriebenen Art, welche z.B. in chemischen Prozessen oder in der Halbleiterfertigung eingesetzt werden und in einem weiteren Druckbereich funktionsfähig sein sollen, von zwei sich entgegenstehenden, wenn nicht sogar sich ausschließenden Forderungen bestimmt.

In der EP O 352 688 wird zur Verhinderung des Wärmeüberganges von einem geheizten Teil auf ein gekühltes Teil ein Wärmeimpedanzelement als zusätzliches Bauteil zwischen dem gekühlten und dem beheizten Teil angebracht. Dies bringt den Nachteil von größeren äußeren Abmessungen mit sich. Außerdem sind zusätzliche Dichtungen und Verbindungselemente notwendig, welche kritische Bauteile darstellen und den Aufbau komplizieren. Diese Nachteile multiplizieren sich, wenn die thermische Trennung mehrerer Bereiche der Pumpe durchgeführt werden soll.

Die Erfindung hat sich zur Aufgabe gestellt, eine in einem weiten Druckbereich einsetzbare Vakuumpumpe vom Typ einer Reibungspumpe vorzustellen, bei welcher Flüssigkeits- und Feststoffabscheidungen weitgehend ausgeschlossen werden und gleichzeitig eine Überhitzung von gegenüber höheren Temperaturen empfindlichen Bauteilen vermieden wird. Dabei sollen die äußeren Abmessungen der Pumpe beibehalten und zusätzliche kritische Bauteile vermieden werden.

Die Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des ersten Patentanspruches gelöst. Die Ansprüche 2 bis 10 stellen weitere Ausgestaltungsformen der Erfindung dar.

Durch die Ausgestaltung einer Vakuumpumpe entsprechend den kennzeichnenden Merkmalen des ersten Patentanspruches und der folgenden Unteransprüche wird erreicht, daß die sich entgegenstehenden Forderungen, welche der Konstruktion einer solchen Pumpe zugrunde liegen, erfüllt werden können. Die drei Bereiche werden thermisch entkoppelt, indem die Kontaktflächen zwischen ihnen durch radiale und axiale Freidrehungen minimiert werden. Diejenigen Kontaktflächen, welche aus bautechnischen Gründen noch notwendig sind, werden weitgehend durch wärmeisolierende Materialien gebildet. Der Hochvakuumbereich kann unabhängig von dem Vorvakuumbereich und dem Motor- und Lagerbereich thermisch so behandelt, das heißt kontrolliert, gekühlt oder aufgeheizt werden, wie es der jeweilige Anwendungsfall und das jeweilige Stadium des Anwendungsprozesses erfordern. Das gleiche gilt für den Vorvakuumbereich. Zum Beispiel können hier, wo durch den erhöhten Druck Flüssigkeits- und Feststoffabscheidungen begünstigt sind, diese durch gezielte Erhöhung der Temperatur vermieden werden. Die Wärme, welche im Motor- und Lagerbereich betriebsbedingt entsteht, wird weitgehend durch die Kühlung abgeführt, und ein unkontrollierter oder ungewollter Übergang von Wärme auf die anderen Bauteile wird vermieden.

An Hand der Abbildung soll die Erfndung an einem Beispiel näher erläutert werden.

Die Vakuumpumpe ist in drei Bereiche gegliedert: den Hochvakuumbereich 1, den Vorvakuumbereich 2 und den Antriebs- und Lagerbereich 3

Der Hochvakuumbereich 1 ist in dem hier gezeigten Beispiel als Turbomolekularpumpe mit Rotor- und Statorscheiben 9, 10 ausgebildet und mit einem Gaseinlaß 13 versehen. Der Vorvakuumbereich 2 weist beispielsweise eine Molekularpumpe vom Typ einer Holweck-Pumpe auf. Diese besteht aus rotierenden Zylinderteilen 11 und aus einem Stator 12 mit spiralförmigen Nuten. Die Gasaustrittsöffnung ist mit 14 bezeichnet. Der Antriebs- und Lagerbereich 3 beherbergt im wesentlichen einen Antriebsmotor 4 für die Welle 8, auf der sich die rotierenden Bauteile des Hochvakuumbereichs und des Vorvakuumbereichs befinden sowie Lagereinrichtungen für die Welle 8, im vorliegenden Beispiel aus einem axialen und einem radialen Magnetlager 5 und 6. Ein weiteres radiales passives Magnetlager 7 ist im Hochvakuumbereich 1 angeordnet. Werden anstelle der Magnetlager ganz oder teilweise andere Lagertypen, wie z.B. Kugellager verwendet, dann ändert dies am Wesen der Erfindung nichts.

Zwischen dem Hochvakuumbereich 1 und dem Vorvakuumbereich 2 sind zum Zwecke der thermischen Isolierung radiale und axiale Freidrehungen 15 vorhanden. Ebenso sind radiale und axiale Freidrehungen 16 zwischen dem Vorvakuumbereich 2 und dem Antriebs- und Lagerbereich 3 vorgesehen. Der Hochvakuumbereich 1 kann von dem Antriebs- und Lagerbereich 3, z.B. durch Freidrehungen 17, welche sich in der Welle 8 befinden, thermisch isoliert sein. An den Stellen, an denen aus bautechnischen Gründen Freidrehungen nicht möglich und Kontaktflächen nicht zu vermeiden sind, können diese durch Materialien mit niedriger Wärmeleitung gebildet werden. So können z.B. zwischen Hochvakuumbereich 1 und Vorvakuumbereich 2 an den mit 18 bezeichneten Stellen Einsätze aus solchen Materialien vorhanden sein, wie auch an den mit 19 bezeichneten Stellen zwischen Vorvakuumbereich 2 und dem Antriebs- und Lagerbereich 3. Der Hochvakuumbereich 1 und der Antriebs- und Lagerbereich 3 können durch Einsätze aus schlecht wärmeleitenden Materialien, z.B. in der Welle an der mit 20 bezeichneten Stelle, thermisch voneinander abgekoppelt werden.

Zur Regulierung der Temperatur ist der Hochvakuumbereich mit einer Kühlvorrichtung 21 und einer Heizvorrichtung 23 versehen. Durch Temperatursensoren 25 kann der Hochvakuumbereich thermisch überwacht und die Heizung oder Kühlung gesteuert werden. Zur Aufheizung des Vorvakuumbereichs sind stabförmige Heizelemente 24 radial von außen in das Gehäuse eingeführt. Durch Temperatursensoren 26 kann der Vorvakuumbereich thermisch überwacht und die Heizelemente geregelt werden. Der Motor- und Lagerbereich ist mit einer Kühlvorrichtung 22 zur Abführung der dort entstehenden Wärme versehen.

Patentansprüche

1. Vakuumpumpe bestehend aus einem Hochvakuumbereich (1) und einem Vorvakuumbereich (2), beide mit rotierenden und feststehenden Bauteilen, welche in ihrer Zusammenwirkung einen Pumpeffekt hervorrufen, weiterhin bestehend aus einem Antriebs- und Lagerbereich (3), dadurch gekennzeichnet, daß die drei Bereiche so gestaltet und zueinander angeordnet sind, daß sie unterschiedlichen thermischen Behandlungen unterworfen werden können und daß mindestens zwei der Bereiche durch geeignete Maßnahmen thermisch voneinander isoliert sind.

2. Vakuumpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bereiche thermisch voneinander isoliert sind durch Freidrehungen (15, 16, 17), die zwischen ihren Bauteilen vorhanden sind, wodurch die Kontaktflächen der Bauteile der verschiedenen Bereiche auf ein Minimum begrenzt werden.

3. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Bereiche thermisch voneinander isoliert sind durch Teile (18, 19, 20) aus schlecht wärmeleitendem Material, durch welche die aus bautechnischen Gründen noch notwendigen Kontaktflächen ganz oder teilweise gebildet werden.

4. Vakuumpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Hochvakuumbereich (1) mit einer Kühlvorrichtung (21) ausgestattet ist.

5. Vakuumpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Hochvakuumbereich (1) mit einer Heizvorrichtung (23) ausgestattet isf.

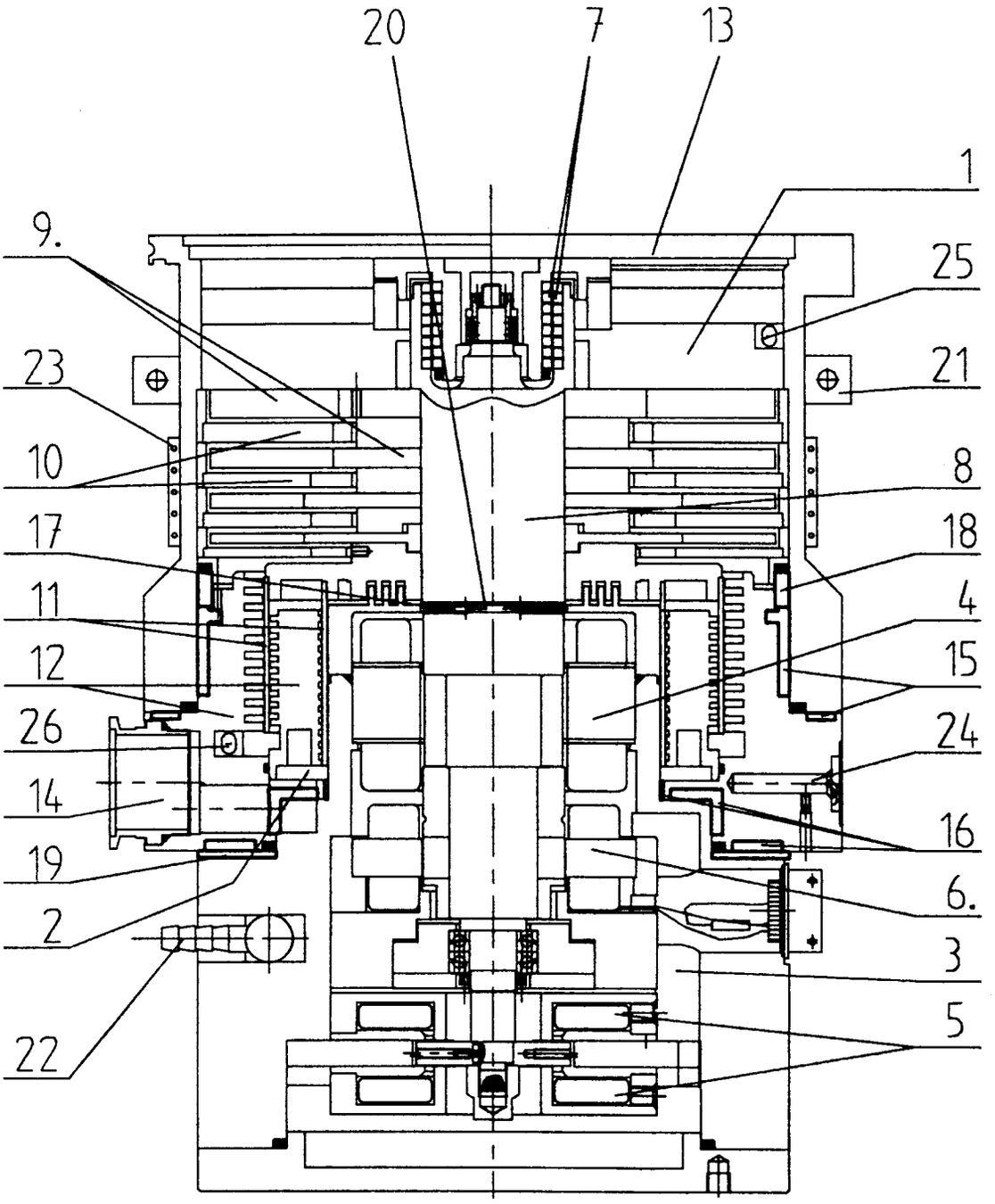
6. Vakuumpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Motor- und Lagerbereich mit einer Kühlvorrichtung (22) ausgestattet ist.

7. Vakuumpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorvakuumbereich (2) mit einer Heizvorrichtung (24) ausgestattet ist.

8. Vakuumpumpe nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizvorrichtung (24) aus stabförmigen Heizelementen besteht, welche radial oder axial in den Gehäuseteil des Vorvakuumbereichs (2) hineinragen.

9. Vakuumpumpe nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß im Hochvakuumbereich (1) Temperatursensoren (25) angebracht sind, die diesen Bereich thermisch überwachen und die Heizvorrichtung (23) und die Kühlvorrichtung (22) regeln.

10. Vakuumpumpe nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß im Vorvakuumbereich (2) Temperatursensoren (26) angebracht sind, die diesen Bereich überwachen und die Heizvorrichtung (24) regeln.


20
7
13
1
9.
25
23
21
10
8
17
18
11
4
12
15
26
24
14
16
19
6.
2
3
5
22