

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 697 068 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

25.02.1998 Patentblatt 1998/09

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

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP94/00785

(21) Anmeldenummer: **94910416.0**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 94/25759 (10.11.1994 Gazette 1994/25)

(22) Anmeldetag: **14.03.1994**

(54) **REIBUNGSVAKUUMPUMPE MIT LAGERABSTÜTZUNG**

FRICTION VACUUM PUMP WITH BEARING SUPPORT

POMPE A VIDE A FRICTION MUNIE D'UN SUPPORT DE PALIER

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI

(30) Priorität: **03.05.1993 DE 4314419**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.02.1996 Patentblatt 1996/08

(73) Patentinhaber: **Balzers und Leybold Deutschland Holding Aktiengesellschaft**
63450 Hanau (DE)

(72) Erfinder: **ENGLÄNDER, Heinrich**
D-52441 Linnich (DE)

(74) Vertreter: **Leineweber, Jürgen, Dipl.-Phys.**
Aggerstrasse 24
50859 Köln (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 408 791

DE-A- 3 531 942

DE-U- 8 910 040

FR-A- 2 086 525

FR-A- 2 534 980

- **JOURNAL OF VACUUM SCIENCE & TECHNOLOGY** Nr. 4 , Juli 1988 , **WOODBURY**
Seiten 2518 - 2521 XP49635 MASE 'development of a new type of oil-free turbo vacuum pump'

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).

EP 0 697 068 B1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Reibungsvakuumpumpe mit einem Gehäuse, einem Rotor und einer Rotorlagerung, die sich im Gehäuse über einen hülsenförmigen Träger abstützt.

Eine Pumpe dieser Art ist aus dem Dokument FR-A-2 534 980 bekannt.

Zu den Reibungsvakuumpumpen gehören Gaede-Pumpen (in einem Gehäuse rotierender Zylinder mit Pumpspalt und zwischen Einlaß und Auslaß gelegenen Sperrspalt), Holweck-Pumpen (in einem Gehäuse rotierender Zylinder mit wendelförmigen, stator- oder rotorseitig angeordneten Nuten), Siegbahn-Pumpen (rotierende und stehende Ringscheiben mit spiralförmig gestalteten Nuten) und Turbomolekular-Pumpen, die mit Lauf- und Leitschaufeln ausgerüstet sind. Es ist bekannt, Reibungspumpen mit unterschiedlich gestalteten Pumpenabschnitten auszurüsten.

Die Pumpeigenschaften einer Reibungsvakuumpumpe hängen maßgeblich vom Abstand der sich relativ zueinander bewegenden, pumpaktiven Flächen ab. Je kleiner der Spalt ist, desto besser ist insbesondere die Kompression der jeweiligen Reibungspumpe. Beliebig klein kann der Spalt jedoch nicht gemacht werden, da geringfügige Schwingungen des Rotors zulässig sein müssen. Dieses gilt insbesondere für die Phase des Durchfahrens von Resonanzfrequenzen beim Hochfahren des Rotors auf seine Betriebsdrehzahl.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer Reibungsvakuumpumpe der eingangs erwähnten Art die Abstützung der Rotorlagerung im Gehäuse derart zu gestalten, daß trotz einer Schwingungen des rotierenden System zulassenden Abstützung optimal kleine Abstände zwischen den pumpaktiven Flächen gewählt werden können.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß sich der hülsenförmige Träger, auf den sich die Rotorlagerung abstützt, seinerseits über mehrere, vorzugsweise drei, sich im wesentlichen axial erstreckende Stäbe im Gehäuse abstützt. Bei einem in dieser Weise im Gehäuse aufgehängten Rotor sind die Schwingungen, die der Rotor noch ausführen kann, zwangsgeführt, und zwar in radialer Richtung. Axial gerichtete Bewegungskomponenten des Rotors sind selbst bei relativ kurzen Stäben praktisch gleich null. Radial sich erstreckende Spalte zwischen pumpaktiven Flächen können deshalb optimal klein gestaltet werden. Nur bei axial gerichteten Spalten müssen noch die Radialschwingungen des Rotors berücksichtigt werden.

Zur Dämpfung und zur Reduzierung der radialen Schwingungsamplituden des Rotors ist es zweckmäßig, eine Dämpfung vorzusehen. Diese besteht vorteilhafterweise aus einem O-Ring, der sich zwischen dem hülsenförmigen Träger und einem Gehäuseteil befindet. Die maximale Schwingungsamplitude des Rotors ist dadurch festgelegt. Die axial gerichteten Spalte müssen derart gewählt werden, daß sie diese geringfügigen,

maximal noch möglichen Schwingungen zulassen.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sollen anhand von in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen erläutert werden. Es zeigen

- 5
10
15
- | | |
|-----------------|--|
| Figur 1 | einen Längsschnitt durch eine als Turbomolekularvakuumpumpe ausgebildete Reibungsvakuumpumpe mit einer Rotoraufhängung nach der Erfindung, |
| Figur 2 | einen Querschnitt durch das Ausführungsbeispiel nach Figur 1 und |
| Figuren 3 und 4 | weitere Ausführungsbeispiele für Reibungsvakuumpumpen mit der erfindungsgemäßen Rotoraufhängung. |

20 In den Ausführungsbeispielen sind die verschiedenen Reibungsvakuumpumpen jeweils allgemein mit 1, ihr Gehäuse mit 2 und der obere, zylindrisch gestaltete Gehäuseabschnitt mit 3 bezeichnet. Der zylindrische Gehäuseabschnitt 3 zentriert den Stator 4, der eine Mehrzahl von Statorringen 5, 6 und 7 umfaßt. Der Rotor 8 ist in den Lagern 9 gelagert. Bei den dargestellten Ausführungsbeispielen sind die Lager 9 als Wälzlager ausgebildet. Auch Magnetlager oder Gleitlager können an diesen Stellen eingesetzt werden. Der Antriebsmotor ist mit 11 bezeichnet. Während des Betriebs der Pumpe ist an den Einlaßflansch 12 ein zu evakuierender Rezipient angeschlossen. Infolge der Drehung des Rotors 8 werden die Gase zum Auslaß 13 gefördert, an den eine Vorvakuumpumpe angeschlossen ist.

25
30
35
40 Das Ausführungsbeispiel nach Figur 1 ist eine Turbomolekularvakuumpumpe. Die Statorringe 5 tragen jeweils nach innen gerichtete Statorschaufeln 14, denen am Rotor 8 befestigte Rotorscheufeln 15 zugeordnet sind. Der Rotor 8 stützt sich über eine Welle 16 in den Rotorlagern 9 ab.

45 Die erfindungsgemäße Rotorabstützung umfaßt den hülsenförmigen Träger 21, dessen oberes Ende mit einem Kragen 22 ausgerüstet ist. Das untere Ende des Trägers 21 ragt in eine Ausnehmung 23 eines Gehäusebauteiles 24 hinein, welche nur einen geringfügig größeren Durchmesser hat als der Außendurchmesser des Trägers 21. Ein O-Ring 25 zwischen dem Träger 21 und der Innenseite der Ausnehmung 23 sichert zum einen die zentrische Position des Trägers 21 und dient zum anderen als Dämpfungselement.

50 Zur Abstützung des Trägers 21 im Gehäuse 2 sind mehrere vorzugsweise drei im wesentlichen sich axial erstreckende Stäbe 26 vorgesehen, die am Kragen 22 und am Gehäusebauteil 24 befestigt sind. Führt eine in dieser Weise aufgehängte Rotor 8 infolge von Stößen oder beim Durchfahren von Resonanzen Schwingungen aus, dann sind diese Schwingungen zwangsgeführt und praktisch ausschließlich radial gerichtet. Beim Auf-

treten von Rotorschwingungen findet nur eine radial gerichtete Parallelverschiebung des Rotors statt. Radial gerichtete Spalte zwischen den Stator- und Rotorschaukeln 14, 15 können optimal klein gehalten werden. Bei der Bemessung der radial gerichteten Spalte zwischen den Statorschaukeln 14 und dem Rotor 8 einerseits bzw. den Laufschaufeln 15 und dem Stator 4 andererseits sind nur noch die geringfügigen Radialschwingungen des Rotors zu berücksichtigen. Die Amplitude dieser Schwingungen hängt von der Bemessung des Dämpfungselementes 25 ab.

Die Stäbe 26 - vorzugsweise drei - bestehen zweckmäßig aus Metall und haben eine der Maschinendynamik angepaßte Steifigkeit über die Länge und den Stabdurchmesser. Bei Längen > 30 mm treten axial gerichtete Schwingungskomponenten des Rotors 8 im Hinblick auf die geringen radialen Auslenkungen (< 0,2 mm) praktisch nicht auf.

Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 3 sind zwei Pumpenabschnitte vorgesehen. Hochvakuumseitig sind Turbomolekularpumpenstufen 14, 15 vorhanden. Daran schließt sich ein Siegbahn-Pumpenabschnitt an. Die einzelnen Siegbahn-Pumpenstufen bestehen aus Rotorringscheiben 16 und Statorringscheiben 17. Die Statorringscheiben 17 werden von den Statorringen 6 getragen. Stirnseitig sind sie mit spiralförmigen Nuten 19 ausgerüstet. Die spiralförmige Gestaltung ist jeweils so gewählt, daß eine kontinuierliche Gasströmung vom Einlaß 12 zum Auslaß 13 sichergestellt ist, das heißt, daß beim dargestellten Ausführungsbeispiel die oberhalb einer Statorringscheibe 17 befindlichen pumpaktiven Flächen der Siegbahn-Stufen die Gase von außen nach innen und die unterhalb einer Statorringscheibe 17 befindlichen pumpaktiven Flächen die Gase von innen nach außen fördern. Die axialen Spalte zwischen den Stator- und Rotorringscheiben 16, 17 können - da der Rotor 8 axial gerichtete Schwingungen praktisch nicht ausführen kann - optimal klein gehalten werden. Die Pumpeigenschaften des Siegbahn-Pumpenabschnittes, insbesondere deren Kompression, sind dadurch ebenfalls optimal.

Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 4 schließt sich an den Turbomolekularpumpenabschnitt 14, 15 ein Holweck-Pumpenabschnitt an. Dieser umfaßt den zylindrischen Statorring 7, dessen Innenseite einem zylindrischen Rotorabschnitt 31 mit wendelförmigem Vorsprung 32 zugeordnet ist. Bei der Bemessung des zwischen den pumpaktiven Flächen befindlichen Axialspaltes müssen lediglich die sehr kleinen, radial gerichteten Schwingungsamplituden des rotierenden Systems berücksichtigt werden.

Das Ausführungsbeispiel nach Figur 4 unterscheidet sich von den Ausführungsbeispielen nach den Figuren 1 bis 3 außerdem noch dadurch, daß anstelle einer Welle 16 ein gehäusefester Zapfen 33 vorgesehen ist, auf dem sich der Rotor 8 über die Lager 9 und den hülsenförmigen Träger 21 abstützt. Die Stäbe 26 erstrecken sich zwischen einem Kragen 34 am oberen Ende

des Zapfens 33 und einem nach innen gerichteten Rand 35 am unteren Ende des hülsenförmigen Trägers 21. Das Dämpfungselement 25 befindet sich zwischen dem hülsenförmigen Träger 21 und dem Kragen 34 des Zapfens 33. Bei einer Rotorabstützung dieser Art ist es außerdem erforderlich, daß der Antriebsmotor 11 als Außenläufer ausgebildet ist.

10 Patentansprüche

1. Reibungsvakuumpumpe (1) mit einem Gehäuse (2, 3), einem Rotor (8) und einer Rotorlagerung (9), die sich im Gehäuse (2, 3) über einen hülsenförmigen Träger (21) abstützt, dadurch gekennzeichnet, dass sich die gesamte Rotorlagerung (9) auf dem Träger abstützt und dass sich der hülsenförmige Träger (21) seinerseits über mehrere, vorzugsweise drei sich im wesentlichen axial erstreckende Stäbe (26) im Gehäuse (2, 3) abstützt.
2. Pumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem hülsenförmigen Träger (21) eine Dämpfung (25) zugeordnet ist.
3. Pumpe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Dämpfung aus einem O-Ring (25) besteht, der zwischen dem hülsenförmigen Träger (21) und einem gehäusefesten Bauteil (24, 34) angeordnet ist.
4. Pumpe nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet daß der Rotor (8) mit einer Welle (16) ausgerüstet ist, die sich über die Lager (9), den hülsenförmigen Träger (21) und die Stäbe (26) im Gehäuse (2, 3) abstützt.
5. Pumpe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der hülsenförmige Träger (21) auf einer Seite mit einem Kragen (22) ausgerüstet ist, der der Befestigung der Stäbe (26) dient.
6. Pumpe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der dem Kragen (22) gegenüberliegenden Stirnseite des hülsenförmigen Trägers (21) die Dämpfung (25) zugeordnet ist.
7. Pumpe nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das dem Kragen (22) gegenüberliegende Ende des hülsenförmigen Trägers in eine Ausnehmung (23) eines Gehäusebauteiles (24) hineinragt und daß ein zwischen dem Träger (21) und der Innenseite der Ausnehmung (23) befindlicher O-Ring (25) die Dämpfung bildet.
8. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Rotor (8) über seine Lager (9), den hülsenförmigen Träger (21)

und die Stäbe (26) auf einem feststehenden Zapfen (33) des Gehäuses (2) abstützt.

9. Pumpe nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Zapfen (33) mit einem Kragen (34) und der hülsenförmigen Träger (21) auf seiner dem Kragen (34) gegenüberliegenden Seite mit einem Innenrand (35) ausgerüstet ist und daß sich die Stäbe (26) zwischen Kragen (34) und Innenrand (35) erstrecken.
10. Pumpe nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der hülsenförmige Träger (21) den Kragen (34) umgibt und daß die von einem O-Ring (25) gebildete Dämpfung zwischen Kragen (34) und hülsenförmigen Träger (21) angeordnet ist.
11. Pumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie hochvakuumseitig als Turbomolekularvakuumpumpe und vorvakuumseitig als Siegbahn-Pumpe ausgebildet ist.
12. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß sie hochvakuumseitig als Turbomolekularpumpenstufe und vorvakuumseitig als Holweck-Pumpe ausgebildet ist.

Claims

1. Friction vacuum pump (1) having a housing (2, 3), a rotor (8) and a rotor bearing arrangement (9) which is supported in the housing (2, 3) by means of a sleeve-shaped carrier (21), characterized in that the entire rotor bearing arrangement (9) is supported on the carrier and that the sleeve-shaped carrier (21) is in turn supported in the housing (2, 3) by means of a plurality of, preferably three, substantially axially extending rods (26).
2. Pump according to claim 1, characterized in that a damping device (25) is associated with the sleeve-shaped carrier (21).
3. Pump according to claim 2, characterized in that the damping device comprises an O-ring (25) which is disposed between the sleeve-shaped carrier (21) and a housing-fixed structural part (24, 34).
4. Pump according to claim 1, 2 or 3, characterized in that the rotor (8) is equipped with a shaft (16), which is supported by means of the bearings (9), the sleeve-shaped carrier (21) and the rods (26) in the housing (2, 3).
5. Pump according to claim 4, characterized in that the sleeve-shaped carrier (21) is equipped at one end

with a collar (22), which is used to fasten the rods (26).

6. Pump according to claim 5, characterized in that the damping device (25) is associated with the opposite end of the sleeve-shaped carrier (21) to the collar (22).
7. Pump according to claim 6, characterized in that the opposite end of the sleeve-shaped carrier to the collar (22) projects into a recess (23) of a housing structural part (24) and that an O-ring (25) situated between the carrier (21) and the inside of the recess (23) forms the damping device.
8. Pump according to one of claims 1 or 2, characterized in that the rotor (8) is supported by means of its bearings (9), the sleeve-shaped carrier (21) and the rods (26) on a stationary journal (33) of the housing (2).
9. Pump according to claim 8, characterized in that the journal (33) is equipped with a collar (34) and the sleeve-shaped carrier (21) at its opposite end to the collar (34) is equipped with an inside edge (35) and that the rods (26) extend between collar (34) and inside edge (35).
10. Pump according to claim 9, characterized in that the sleeve-shaped carrier (21) surrounds the collar (34) and that the damping device formed by an O-ring (25) is disposed between collar (34) and sleeve-shaped carrier (21).
11. Pump according to one of the preceding claims, characterized in that it is designed at the high-vacuum end as a turbomolecular vacuum pump and at the backing pressure end as a Siegbahn pump.
12. Pump according to one of claims 1 to 10, characterized in that it is designed at the high-vacuum end as a turbomolecular pump stage and at the backing pressure end as a Holweck pump.

Revendications

1. Pompe à vide à friction (1) comprenant un boîtier (2, 3), un rotor (8) et un palier de rotor (9), qui s'appuie dans le boîtier (2, 3) par l'intermédiaire d'un support en forme de douille (21), caractérisée en ce que la totalité du palier de rotor (9) s'appuie sur le support, et en ce que le support en forme de douille (21) s'appuie de son côté dans le boîtier (2, 3) par l'intermédiaire de plusieurs tiges (26), de préférence au nombre de trois, qui s'étendent sensiblement axialement.

2. Pompe selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'un amortisseur (25) est associé au support en forme de douille (21).
3. Pompe selon la revendication 2, caractérisée en ce que l'amortisseur est constitué par un joint torique (25) qui est agencé entre le support en forme de douille (21) et un composant solidaire du boîtier (24, 34). 5
4. Pompe selon l'une des revendications 1, 2 ou 3, caractérisée en ce que le rotor (8) est équipé d'un arbre (16), qui s'appuie dans le boîtier (2, 3) par l'intermédiaire du palier (9), du support en forme de douille (21), et des tiges (26). 10 15
5. Pompe selon la revendication 4, caractérisée en ce que le support en forme de douille (21) est équipé d'un côté d'une collerette (22) qui sert à la fixation des tiges (26). 20
6. Pompe selon la revendication 5, caractérisée en ce que l'amortisseur (25) est associé au côté frontal du support en forme de douille (21) opposé à la collerette (22). 25
7. Pompe selon la revendication 6, caractérisée en ce que l'extrémité du support en forme de douille opposée à la collerette (22) pénètre dans un évidement (23) d'un composant du boîtier (24), et en ce qu'un joint torique (25) situé entre le support (21) et la face intérieure de l'évidement (23) forme l'amortisseur. 30
8. Pompe selon l'une ou l'autre des revendications 1 et 2, caractérisée en ce que le rotor (8) s'appuie sur un tenon fixe (33) du boîtier (2) par l'intermédiaire de son palier (9), du support en forme de douille (21), et des tiges (26). 35 40
9. Pompe selon la revendication 8, caractérisée en ce que le tenon (33) est équipé d'une collerette (34) et le support en forme de douille (21) est équipé d'un bord intérieur (35) sur son côté opposé à la collerette (34), et en ce que les tiges (26) s'étendent entre la collerette (34) et le bord intérieur (35). 45
10. Pompe selon la revendication 9, caractérisée en ce que le support en forme de douille (21) entoure la collerette (34), et en ce que l'amortisseur formé par un joint torique (25) est agencé entre la collerette (34) et le support en forme de douille (21). 50
11. Pompe selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle est réalisée du côté vide poussé sous forme d'une pompe à vide turbo-moléculaire, et du côté vide préliminaire sous forme d'une pompe dite "siegbahn". 55
12. Pompe selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisée en ce qu'elle est réalisée du côté vide poussé sous forme d'une pompe à vide turbo-moléculaire, et du côté vide préliminaire sous forme d'une pompe de Holweck.



