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

(11) EP 1 669 608 A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.06.2006 Patentblatt 2006/24

(51) Int Cl.:
F04D 19/04 *(2006.01)* ***F04D 19/02*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **05024152.0**

(22) Anmeldetag: **05.11.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(30) Priorität: **24.11.2004 DE 102004056512**

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

(72) Erfinder:
- **Klabunde, Frank**
  35614 Asslar (DE)
- **Stoll, Tobias**
  35719 Angelburg-Gönnern (DE)

(54) Vakuumpumpe

(57) Die Erfindung betrifft einen Splitterschutz zur Verwendung mit einer Vakuumpumpe, mit der ihr vom Außenraum magnetisch entkoppelt wird. Es wird vorgeschlagen, ein die Öffnung des Ansaugflansches Bauteil des Splitterschutzes aus einem Material mit hoher relativer Permeabilitätszahl μ_r zu fertigen.

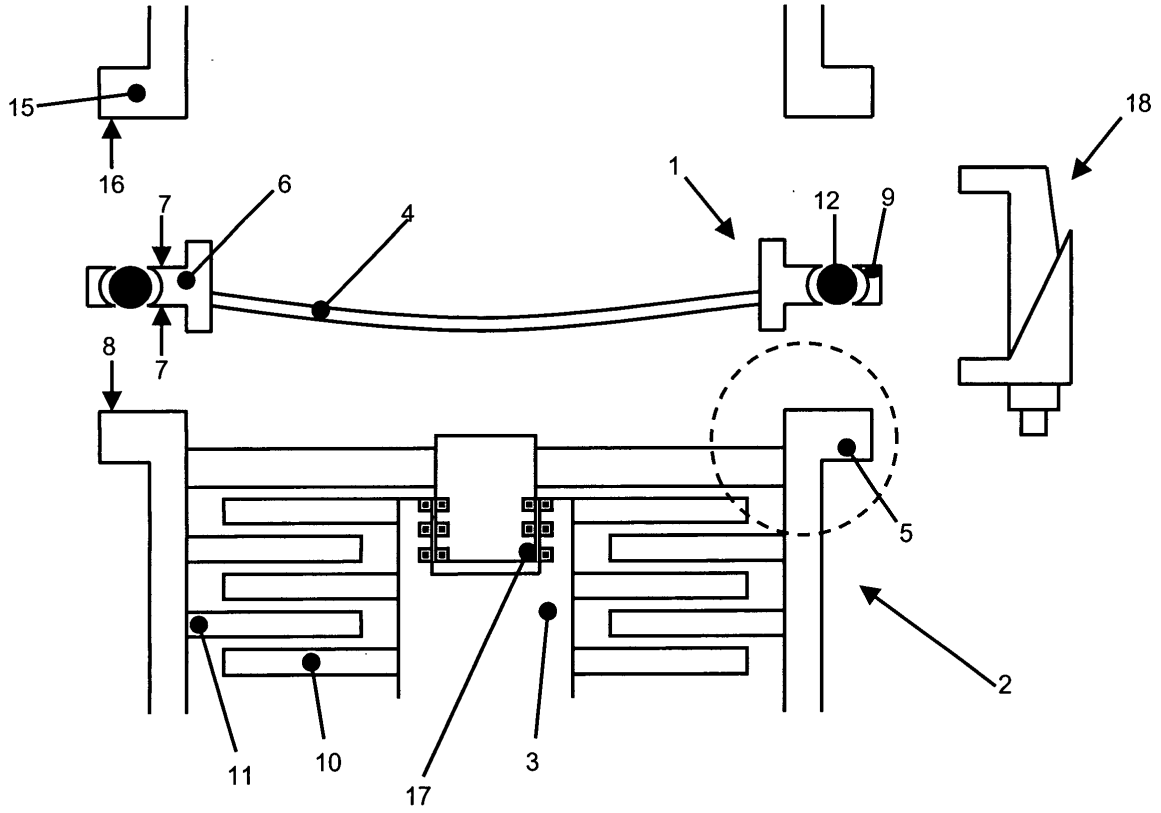


Fig. 1

EP 1 669 608 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Splitterschutz zur Verwendung mit einer Vakuumpumpe mit schnelldrehendem Rotor.

[0002] Vakuumpumpen mit schnelldrehenden Rotoren sind sehr erfolgreich in der Erzeugung von Hoch- und Ultrahochvakuum. Eine sehr gängige Bauform ist die Turbomolekularpumpe, auch Turbopumpe genannt. In ihnen sind mit Schaufeln versehene Rotor- und Statorscheiben abwechselnd angeordnet, wobei sich der Rotor meist mit Drehzahlen zwischen 100 Hz und 1000 Hz bewegt.

Werden solche Vakuumpumpen in Umgebungen mit hohen Magnetfeldern eingesetzt, entstehen Wirbelströme im Rotor. Diese Bewirken zum Einen eine Erwärmung des Rotors und damit eine Längenausdehnung. Dies ist bei den erforderlichen geringen Spaltmaßen der Pumpen kritisch, es kann zu einer Berührung von Rotor und Stator kommen. Zum anderen bewirken die Wirbelströme eine Abbremsung des Rotors und damit verbunden eine höhere Leistungsaufnahme des Antriebes.

Auch der umgekehrte Fall ist problematisch: Die schnelldrehenden Rotoren von Vakuumpumpen werden oftmals magnetisch gelagert, d.h. magnetische Kräfte stützen den Rotor ohne mechanische Berührung ab. Die in diesen Magnetlager erzeugten magnetischen Felder sind in ihrer räumlichen Ausdehnung nicht auf den Raum des Lagers selbst beschränkt. Magnetfeldlinien können durch die Ansaugöffnung der Pumpe heraustreten und damit Störungen der davor befindlichen Geräte bewirken. Solche Geräte können beispielsweise Elektronenmikroskope sein, in denen die Streufelder des Magnetlagers zu einer Ablenkung des Elektronenstrahls und damit zu einem Auflösungsverlust führen können. Aufgrund der immer höheren Empfindlichkeit und geforderten besseren Auflösung ist diese Strahlablenkung in geringerem Maße tolerierbar.

[0003] Im Stand der Technik ist versucht worden, diese Probleme mit einer Abschirmung des Gehäuses der Pumpe und der Rotorwelle zu lösen [Z. Vakuum-Technik, 27. Jahrgang, Heft 1, Seite 6 bis 8].

Eine andere Lösung schlägt die Patentschrift DE-PS 35 31 942 vor. Diese Lösung möchte die Wirbelströme unterdrücken, indem der Rotor und seine Bestandteile aus einem Material mit einem spezifischen Widerstand von 10^{-4} Ωm oder mehr besitzen. Insbesondere Siliziumnitrid wird als Material empfohlen.

[0004] Die im Stand der Technik vorgeschlagenen Lösungen weisen mehrere Nachteile auf: Die Lösung der Gehäuseabschirmung führt zu nicht ausreichenden Ergebnissen, die zusätzliche Abschirmung der Rotorwelle stellt sich als fertigungstechnisch schwierig heraus. Die vorgeschlagenen Materialwahl ist extrem teuer und für eine breite Anwendung mit großen Stückzahlen ungeeignet.

[0005] Aufgabe des Erfinders war es, eine stark verbesserte magnetische Entkopplung des Inneren der Pumpe von ihrer Umgebung zu erzielen, ohne aufwändige Maßnahmen ergreifen zu müssen und damit insgesamt kostengünstig zu bleiben.

[0006] Gelöst wird Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale des ersten Patentanspruches. Die Merkmale der abhängigen Ansprüche 2 bis 11 stellen vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung dar.

Der erfindungsgemäße Splitterschutz dient durch die Wahl des Werkstoffes nicht nur zum Schutz der Pumpe vor Fremdkörpern, sondern schirmt zugleich die Pumpe vor Magnetfeldern, die durch die Ansaugöffnung eintreten, und verhindert andererseits das Heraustreten von Streufeldern aus der Pumpe, welche beispielsweise durch Magnetlager erzeugt werden können. Damit wird es möglich, den schnelldrehenden Rotor der Vakuumpumpe im Zusammenspiel mit dem Pumpengehäuse rundum vor Magnetfeldern abzuschirmen und die Ausbildung von Wirbelströmen in ihm weitestgehend zu unterdrücken. Durch die getroffene Maßnahme wird es möglich, eine existierende Pumpe abzuschirmen, also auch nach ihrer Herstellung noch die Anpassung an einen Standort mit hohen Magnetfeldern vorzunehmen. Mit dem erfindungsgemäßen Splitterschutz ist es zudem möglich, ein Austreten der durch die Magnetlager erzeugten magnetischen Streufelder aus der Pumpe zu verhindern. Da nur eine geringe Menge Material notwendig ist, die Ansaugöffnung der Vakuumpumpe zu bedekken, ist diese Lösung vergleichsweise kostengünstig, insbesondere gegenüber der Herstellung eines kompletten Rotors aus speziellem Material.

Die Wirksamkeit der magnetischen Trennung der Innenräume von Vakuumpumpe und Vakuumkammer kann insbesondere verbessert werden, wenn der Splitterschutz zusätzlich eine Schicht aus elektrisch gut leitendem Material aufweist. Dies erhöht die Trennwirkung für dynamische, also zeitlich variable, Magnetfelder.

[0007] Die Erfindung soll anhand der Figuren näher erläutert werden.

Fig. 1: Flansch einer Vakuumkammer, Vakuumpumpe, Splitterschutz und Klammerschraube im Schnitt

Fig. 2: Einfache Ausführungsform des Splitterschutzes als Ausschnitt

Die Figur 1 zeigt den Flansch einer Vakuumkammer, eine Vakuumpumpe, den erfindungsgemäßen Splitterschutz und eine der zur Befestigung notwenigen Klammerschrauben im Schnitt. Der Splitterschutz 1 umfasst als Bauteile den Zentrierring 6 und das netzartige Bauteil 4, das die Öffnung des Ansaugflansches 5 abdeckt, sobald der Splitterschutz mit der Vakuumpumpe verbunden wird. Er kann mit dem Ansaugflansch 5 der Vakuumpumpe 2 verbunden werden. Innerhalb der Vakuumpumpe ist ein schnelldrehender Rotor 3 angeordnet. Auf diesem sitzen Flügel 10, die am Gehäuse angebrachten Flügeln 11 gegenüberstehen. Gelagert ist der Rotor in diesem Beispiel durch ein Magnetlager, welches aus den Ma-

gneten 17 aufgebaut ist. Im gezeigten Beispiel handelt es sich um ein passives Magnetlager, auch aktive Magnetlager sind denkbar. Durch die Drehung des Rotors 3 wird eine Pumpwirkung erzeugt. Vakuumpumpe 2 und Splitterschutz 1 werden mit Flansch 15, der beispielsweise zu einer Vakuumkammer gehört, verbunden und dann durch geeignete Mittel, beispielsweise Klammerschrauben 18, fixiert. Um den Splitterschutz kann ein Elastomerring 12 gelegt sein, der abdichtend wirkt und von einem äußeren Ring 9 gestützt werden kann.

[0008] Die Figur 2 zeigt eine sehr einfache Ausführungsform des Splitterschutzes, wobei nur der in Figur 1 gestrichelt gekennzeichnete Bereich in der Umgebung des Flansches 5 der Vakuumpumpe dargestellt ist. Das netzartige Bauteil 4 ist so gestaltet, dass es in die Öffnung der Vakuumpumpe eingelegt werden kann und so diese abdeckt. So wird die Zahl der notwendigen Bauteile reduziert und zusätzlicher Raumbedarf zwischen Vakuumpumpe und Vakuumkammer vermieden. Das netzartige Bauteil weist zudem eine Schicht (20) auf, die elektrisch gut leitend ist. dies kann beispielsweise Kupfer sein. Hierdurch erfolgt eine bessere Abtrennung der zeitlich veränderlichen magnetischen Felder (dynamischen Felder). Hergestellt wird diese Struktur beispielsweise durch einen Sandwichaufbau aus Mu-Metall- und Kupferfolie. Nach dem Verbinden dieser Schichten werden die Lochstrukturen eingebracht.

[0009] Die Abschirmeigenschaften gegen Magnetfelder hängen von der Dicke des Materials und seiner relativen Permeabilitätszahl μ_r ab. Um gleichzeitig das Bauteil 4 dünn (typisch sind einige Zehntel Millimeter) halten zu können, wird erfindungsgemäß ein Material mit einer hohen relativen Permeabilitätszahl μ_r verwendet. Bereits mit einem μ_r von mehr als 1000 kann das Bauteil dünner gestaltet werden als mit Material wie Stahl.

[0010] Eine weitere Reduzierung der Bauteilstärke kann erreicht werden, in dem ein Material mit einem μ_r von mehr als 10000 verwendet wird.

[0011] In einer vorteilhaften Ausführung ist das Bauteil 4 aus einem Material mit einer relativen Permeabilität μ_r, von mehr als 25000 hergestellt. Dies hohe Permeabilität erlaubt es, das Bauteil 4 mit geringer axialer Stärke zu fertigen und damit Leitwertverluste für das abzupumpende Gas gering zu halten.

[0012] In einer Ausführung wird das unter dem Handelsnamen "Mu-Metall" bekannte Metall verwendet. Die Bezeichnung Mu leitet sich ab aus "Magnetfeld undurchlässig". Dieses Metall basiert auf einer Legierung aus Nickel und Eisen.

[0013] Auch andere Nickel-Eisen-Legierungen können eingesetzt werden, wobei der Anteil von Nickel mindestens 70% und der Anteil von Eisen mindestens 10% beträgt.

[0014] In einer vorteilhaften Ausführung weisen die Oberflächen 7, 8 und 16, die beim Verbinden von Splitterschutz 1 mit der Vakuumpumpe 2 in Berührung kommen, eine definierte und gleichbleibende Reibungszahl auf. Damit ist es möglich, auch nach oftmaligem Montieren und Demontieren eine sichere Verbindung des Splitterschutzes mit der Vakuumpumpe zu gewährleisten. Darüber hinaus können Oberflächen (7, 8, 16) mit einer Beschichtung versehen sein, welche eine definierte und gleichbleibende Reibungszahl aufweist.

[0015] Gerade bei Molekularvakuumpumpen (z.B. Holweckpumpen) und speziell Turbomolekularvakuumpumpen sind hohe Drehzahlen des Rotors bei sehr geringen Spaltmaßen erforderlich. Oftmals kommen Magnetlager zum Einsatz. Hier erweist sich der erfindungsgemäße Splitterschutz als vorteilhaft.

Patentansprüche

1. Splitterschutz (1) verbindbar mit dem Ansaugflansch (5) einer Vakuumpumpe (2) mit schnelldrehendem Rotor (3), wobei wenigstens ein die Öffnung des Ansaugflansches (5) der Vakuumpumpe abdeckendes Bauteil (4) beinhaltet, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Bauteil (4) aus einem Material mit einer relativen Permeabilitätszahl μ_r größer als 1000 hergestellt ist.

2. Splitterschutz nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** er einen Zentrierring (6) aufweist.

3. Splitterschutz nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil (4) aus einem Material mit einer relativen Permeabilitätszahl μ_r größer als 10000 hergestellt ist.

4. Splitterschutz nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil (4) aus einem Material mit einer relativen Permeabilitätszahl μ_r größer als 25000 hergestellt ist.

5. Splitterschutz nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material eine Legierung ist, die Nickel mit mindestens 70% Anteilen und Eisen mit mindestens 10% Anteilen enthält.

6. Splitterschutz nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material Mu-Metall ist.

7. Splitterschutz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das die Öffnung abdeckende Bauteil (4) eine Schicht (20) aus elektrisch gut leitendem Material aufweist.

8. Splitterschutz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächen (7, 8, 16) eine definierte und gleichbleibende Reibungszahl aufweisen.

9. Splitterschutz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächen (7, 8, 16) mit einer Beschichtung ver-

sehen sind, welche eine definierte und gleichbleibende Reibungszahl aufweist.

10. Splitterschutz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Vakuumpumpe eine Molekularpumpe ist.

11. Splitterschutz nach Anspruch 9, wobei die Molekularpumpe eine Turbomolekularpumpe ist.

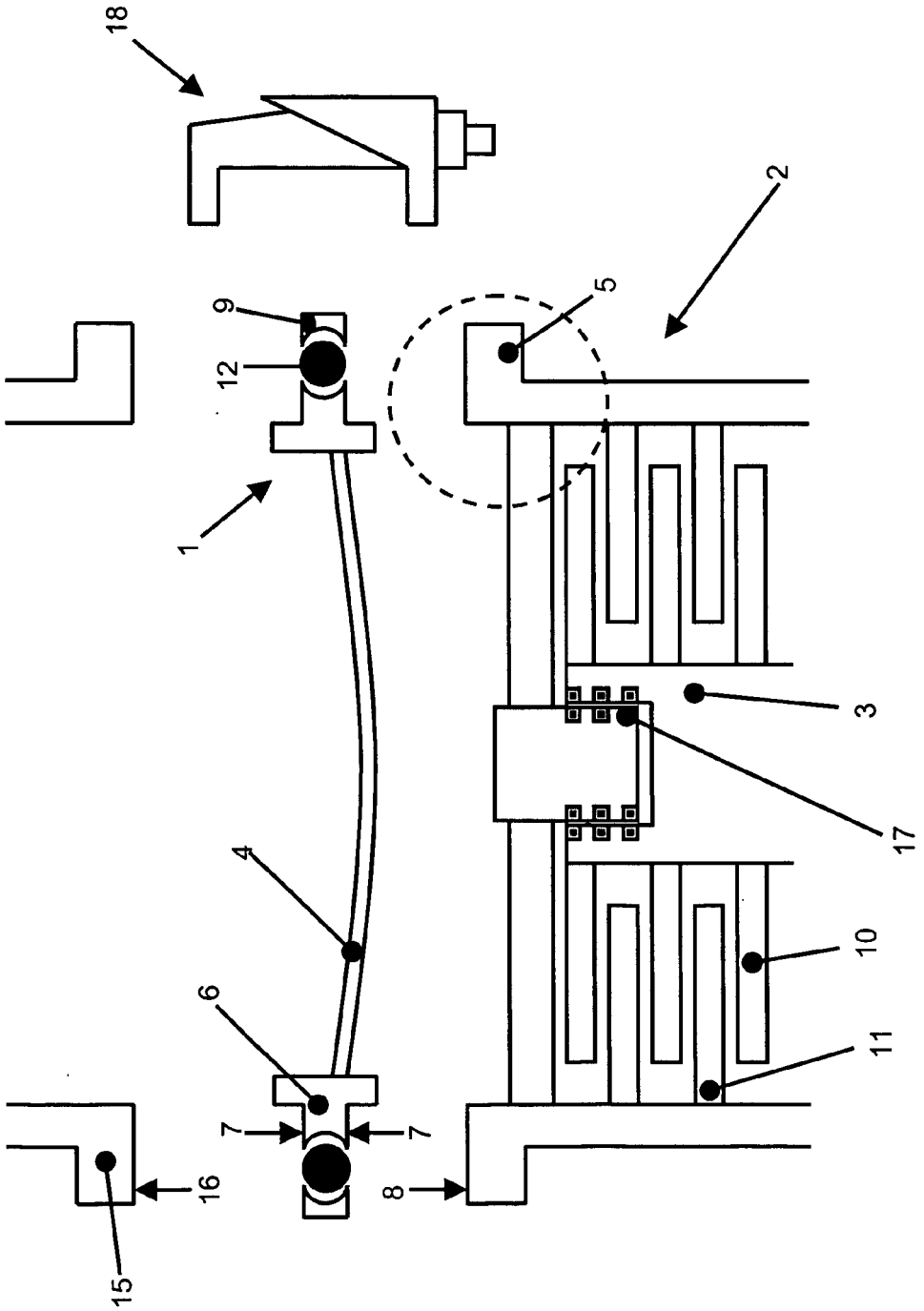


Fig. 1

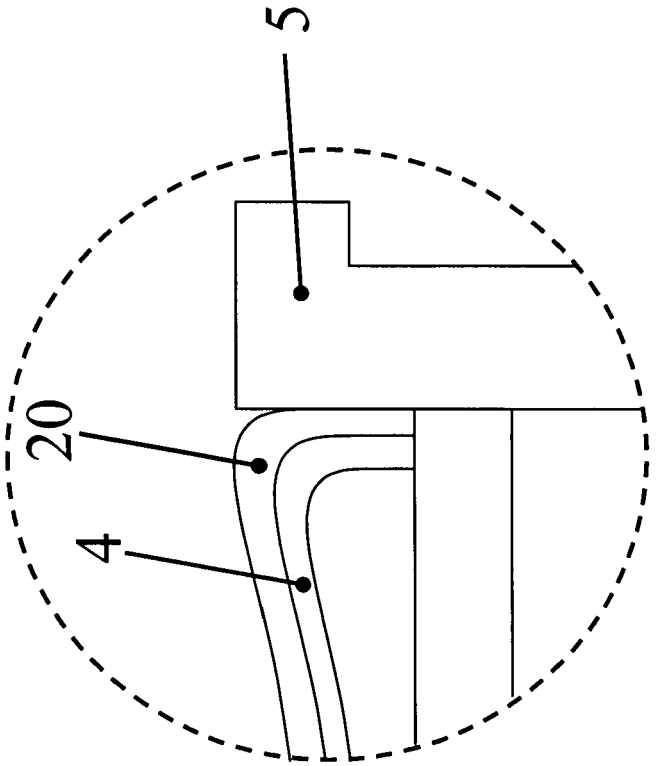


Fig. 2