



(11)

EP 3 064 775 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
26.01.2022 Patentblatt 2022/04

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F04C 25/02 ^(2006.01) **F04C 28/28** ^(2006.01)
F04C 29/00 ^(2006.01) **F04C 18/16** ^(2006.01)
F04C 18/12 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15157105.6**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F04C 25/02; F04C 28/28; F04C 29/0042;
F04C 18/126; F04C 18/16; F04C 2230/602;
F04C 2240/60; F04C 2240/81

(22) Anmeldetag: **02.03.2015**

(54) **Vakuumpumpe sowie Verfahren zur Detektion eines Kontaktes zwischen wenigstens einem Rotor und einem Stator einer Vakuumpumpe**

Vacuum pump and method for detecting a contact between at least one rotor and a stator of a vacuum pump

Pompe à vide et procédé de détection d'un contact entre au moins un rotor et un stator d'une pompe à vide

(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

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.09.2016 Patentblatt 2016/36

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 2 348 218 **EP-A2- 0 136 617**
DE-A1-102008 060 540 **FR-A1- 2 812 041**
JP-A- S61 104 187 **US-A- 4 049 098**
US-A1- 2011 169 651 **US-A1- 2012 258 000**

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

(72) Erfinder: **Huber, Peter**
35390 Gießen (DE)

EP 3 064 775 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 eine Vakuumpumpe sowie ein Verfahren zur Detektion eines Kontaktes zwischen wenigstens einem Rotor und einem Stator einer Vakuumpumpe.

[0002] Die Entwicklung der Vakuumpumpen geht hin zu Vakuumpumpen mit einer hoher Leistungsdichte und einem kompakten Pumpengehäuse. Überschreitet die Leistungsdichte ein gewisses Maß, kann durch freie Konvektion keine gleichmäßige Temperaturverteilung über die verschiedenen Bauteile mehr gewährleistet werden. Bei einer Wärmedehnung und/oder ungleichmäßigen Temperaturverteilung kommt es bei den relativ engen Spalten, die üblicherweise zwischen einem hundertstel Millimeter bis einem Millimeter liegen, zwischen den relativ zueinander bewegten Bauteilen zu einem Anlaufen der Teile untereinander, das heißt zu einem Kontakt zwischen den Teilen mit möglichen Folgeschäden für das gesamte System.

[0003] Die Erfindung bezieht sich auf zweiwellige Vakuumpumpen. Eine zweiwellige Vakuumpumpe ist beispielsweise aus der DE 10 2008 060 540 A1 bekannt. Zweiwellige Vakuumpumpen sind beispielsweise Wälzkolbenvakuumpumpen oder Schraubenvakuumpumpen.

[0004] Zum Stand der Technik (US 2012/025800 A1) gehört eine Vorrichtung zur Überwachung der Abnutzung von Pumpenauskleidungen. Diese Vorrichtung weist einen Verschleißsensor auf, der in einem Gehäuse der Pumpe angeordnet ist. In dem Verschleißdetektor ist eine Schleife eines elektrischen Leiters angeordnet und der Leiter ist mit einer Steuerung verbunden. Ein Controller überwacht, ob verschiedene Schaltkreisschleifen in dem Verschleißsensor funktionieren.

[0005] Diese zum Stand der Technik gehörende Vorrichtung weist den Nachteil auf, dass sie relativ aufwendig ist und ein gesonderter Schaltkreis erforderlich ist.

[0006] Weiterhin gehört zum Stand der Technik (FR 2 812 041 A1) eine Vakuumpumpe, welche einen oder mehrere Temperatursensoren aufweist, die im Bereich des Rotors angeordnet sind, um eine Erwärmung des Rotors erfassen zu können. Gemäß diesem Stand der Technik kann auch ein Näherungssensor vorgesehen sein.

[0007] Das Vorsehen eines Näherungssensors weist den Nachteil auf, dass die Spalte in der Pumpe zwischen Rotor und Stator relativ groß bleiben müssen, da ein Näherungssensor mit einer relativ großen Toleranz arbeitet.

[0008] Die Gehäuse von Wälzkolbenvakuumpumpen und Schraubenvakuumpumpen werden über die Oberfläche ihrer Gehäuse gekühlt. Wärme wird also von der Pumpenoberfläche an die Umgebung abgegeben. Im kontinuierlichen Betrieb und für konstante Bedingungen stellt sich ein Gleichgewicht für die eingebrachte Leistung und die Abwärme ein. Die verschiedenen Komponenten, deren Längenausdehnung von der Temperatur abhängt, weisen in diesem Zustand eine gleichbleibende Spalt-

größe zwischen den beweglichen Teilen und den stehenden Teilen auf. Die Spalte zwischen Kolben oder Schraube und Gehäuse, insbesondere Lagerschild, bestimmen dabei maßgeblich die Betriebssicherheit gegen so genannte Anläufer als auch die Höhe der Vakuumkennwerte wie Saugvermögen, Kompressionsvermögen und Enddruck.

[0009] Ein erstes Problem ist hierbei, dass wegen der verringerten Wärmeleitfähigkeit im Vakuum schnelle Änderungen der Eingangsgrößen zu Anläufern zwischen Rotor und Gehäuse beziehungsweise Lagerschild führen.

[0010] Ein zweites Problem ist, dass die Spaltgröße zwischen pumpwirksamem Rotor und unbewegten Gehäusebauteilen (Stator) von besonderer Bedeutung für die Betriebssicherheit dieser Pumpen ist. Ablagerungen und Verunreinigungen im Schöpfraum erschweren die direkte Messung der Spaltgröße.

[0011] Das der Erfindung zugrunde liegende technische Problem besteht darin, eine Vakuumpumpe anzugeben, bei der frühzeitig sogenannte Anläufer detektierbar sind, sowie ein Verfahren zur Detektion eines Kontaktes zwischen wenigstens einem Rotor und einem Stator einer Vakuumpumpe anzugeben, mit dem ebenfalls frühzeitig ein Kontakt detektiert werden kann, damit die Vakuumpumpe möglichst vollständig vor Folgeschäden dieser sogenannten Anläufer geschützt wird.

[0012] Dieses technische Problem wird durch eine Vakuumpumpe mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß Anspruch 2 gelöst.

[0013] Die erfindungsgemäße Vakuumpumpe mit einem Gehäuse, zwei in dem Gehäuse angeordneten, über einen Antrieb drehbar angetriebenen Wellen sowie mit einem mit den Wellen gekoppelten Getriebe, bei der zwischen einem auf der Welle angeordneten Kolben oder einer auf der Welle angeordneten Schraube und einer Innenseite des Gehäuses oder eines Stators wenigstens ein Sensor und wenigstens ein Anschlagement oder wenigstens ein Sensor und wenigstens ein Abriebselement angeordnet ist, zeichnet sich dadurch aus, dass wenigstens ein Beschleunigungssensor oder wenigstens ein Schwingungssensor vorgesehen ist, der als ein bei einem Kontakt zwischen dem Kolben oder der Schraube und dem Anschlagement oder dem Abriebselement ein für den Kontakt charakteristisches Signal erfassender Beschleunigungssensor oder Schwingungssensor ausgebildet ist, und dass das wenigstens ein Anschlagement oder das wenigstens ein Abriebselement eine geringere Höhe als die bei Normalbetrieb vorgesehene Spalthöhe zwischen Kolben oder Schraube und Innenseite des Gehäuses oder Stators aufweist.

[0014] Dehnt sich die Welle mit dem Kolben aus, oder schrumpft das Gehäuse, schlagen die Kolben oder die Schrauben an dem Anschlagement an, was wiederum von einem Schwingungssensor detektierbar ist. Ist ein Sensor in dem Spalt angeordnet, wird der Sensor durch den Kontakt beschädigt, was von einer Auswerteeinheit

erfasst werden kann. Wird ein Kontakt entsprechend detektiert, können die vorgegebenen Maßnahmen ergriffen werden, beispielsweise kann eine zusätzliche Kühlung vorgesehen sein oder der Antriebsmotor wird abgebremst oder ausgeschaltet.

[0015] Ist ein Sensor vorgesehen, der zerstört oder beschädigt wird, wird der Sensor ausgetauscht. Auch hierbei handelt es sich um ein Verschleißteil, welches jedoch wesentlich günstiger ist, als wenn ein Schaden bei einem sogenannten Anläufer in der Pumpe auftritt.

[0016] Gemäß der Erfindung ist vorgesehen, dass das wenigstens eine Anschlagelement oder wenigstens eine Abtriebsselement eine geringere Höhe als die bei Normalbetrieb vorgesehene Spalthöhe zwischen Kolben oder Schraube und Innenseite des Gehäuses oder Stators aufweist. Das bedeutet, dass im Normalbetrieb ein Anschlag des Kolbens oder der Schraube an dem Anschlagelement oder dem Sensor oder dem Abtriebsselement nicht erfolgt.

[0017] Gemäß der Erfindung ist die Vakuumpumpe derart ausgebildet, dass wenigstens ein Beschleunigungssensor oder wenigstens ein Schwingungssensor vorgesehen ist.

[0018] Diese Sensoren dienen dazu, einen Kontakt zwischen Kolben oder Schraube und Innenseite des Gehäuses oder Stator zu detektieren.

[0019] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Detektion eines Kontaktes zwischen wenigstens einem Rotor und einem Stator einer Vakuumpumpe zeichnet sich dadurch aus, dass wenigstens ein Beschleunigungs- oder wenigstens ein Schwingungssensor vorgesehen ist, der bei einem Kontakt zwischen dem Kolben oder der Schraube und dem Anschlagelement oder dem Abtriebsselement ein für den Kontakt charakteristisches Signal erfasst.

[0020] Bei einem Kontakt wird von dem wenigstens einen Beschleunigungs- und/oder wenigstens einen Schwingungssensor ein Signal erfasst. Übersteigt dieses Signal einen Schwellwert bei einer oder mehreren festen Frequenzen für die jeweilige Drehzahl, bedeutet dies, dass eine Unwucht oder ein Lagerschaden oder dergleichen vorliegt.

[0021] Eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Detektion eines Kontaktes zwischen wenigstens einem Rotor und einem Stator einer Vakuumpumpe zeichnet sich dadurch aus, dass bei einem Kontakt des Kolbens oder der Schraube mit dem wenigstens einen Sensor eine Auswerteeinheit den Kontakt und/oder das Zerstören des Sensors detektiert.

[0022] Dehnt sich der Kolben und/oder die Schraube entsprechend aus, wird ein Kontakt mit dem Sensor hergestellt, wobei dieser beispielsweise abgeschert wird. Eine Auswerteeinheit erfasst das Zerstören des Sensors und kann die schon beschriebenen erforderlichen Maßnahmen veranlassen.

[0023] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist eine Auswerteeinheit vorgesehen, die Signale des wenigstens einen Beschleuni-

gungssensors oder des wenigstens einen Schwingungssensors auswertet. Diese Auswerteeinheit ist vorteilhaft, um einen Kontakt entsprechend den verschiedenen Möglichkeiten zu detektieren und die erforderlichen Maßnahmen zur Vermeidung von Folgeschäden einzuleiten.

[0024] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die Auswerteeinheit bei Feststellen eines beginnenden Kontaktes zwischen Rotor und Stator Maßnahmen zur Vermeidung von Schäden auslöst. Diese Maßnahmen können beispielsweise sein das Abbremsen oder Ausschalten des Antriebsmotors, eine Rotorkühlung oder dergleichen.

[0025] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird bei der Detektion eines Kontaktes über Beschleunigungs- und/oder Schwingungssensoren ermittelt, ob ein Signal einen Schwellwert bei einer oder mehreren festen Frequenzen für die jeweilige Drehzahl übersteigt. Hierbei weist der Kolben und/oder die Schrauben vorteilhaft im Bereich zwischen dem größten Durchmesser des Rotors (Überdrehbereichsabstreifer) oder auch Sollkontur des Kolbens oder der Schraube und der Innenseite des Gehäuses oder Stators ein oder mehrere zusätzliche Elemente auf. Diese Elemente können sowohl in den Kolben oder in die Schraube als auch in das Gehäuse oder in den Stator eingebracht werden. Die Elemente erzeugen den engsten Spalt zwischen Rotor und Gehäuse, der bei Störungen des Temperaturngleichgewichtes schwindet und bei Kontakt ein schlagendes Signal mit einem Vielfachen der Drehfrequenz des Rotors erzeugt.

[0026] Eine andere Ausführungsform sieht vor, dass ein Schwingungssensor auf der dem Sensor gegenüberliegenden Seite ein besonders starkes Signal misst, das sich deutlich vom Hintergrundrauschen gleicher Frequenz abhebt.

[0027] Ist eine angepasste Anzahl der schlagenden Elemente auf Seite des Rotors oder auch des Gehäuses vorgesehen, kann die Schlagfrequenz in einen für die Detektion besser geeigneten Bereich verschoben werden. Hierbei kann auf aufwendige Frequenzanalysen verzichtet werden.

[0028] Die Erfindung bezieht sich vorteilhaft auf zweiwellige Pumpen. Es kann sich hierbei um Wälzkolbenpumpen oder Schraubenpumpen handeln.

[0029] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die Vakuumpumpe ein Gehäuse aufweist, und dass das Gehäuse im Bereich der Aufnahme der zwei Wellen symmetrisch ausgebildet ist. Diese symmetrische Ausbildung des Gehäuses unterstützt und vereinfacht die Auslegung.

[0030] Vorteilhaft weist das Getriebe Getriebezahnräder auf und die Getriebezahnräder sind als Zahnräder mit einer Geradverzahnung ausgebildet. Bei einer Geradverzahnung der Getriebezahnräder treten keine axialen Kräfte durch die Verzahnung auf. Hierdurch ist es möglich, mit engen axialen Spalten zu arbeiten.

[0031] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich anhand der zugehörigen Zeichnungen, in denen verschiedene Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Vakuumpumpe nur beispielhaft dargestellt sind, ohne die Erfindung auf diese Ausführungsbeispiele zu beschränken. In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch eine Vakuumpumpe mit zwei Wellen;
- Fig. 2 einen Querschnitt durch einen Kolben mit einem Abriebselement;
- Fig. 3 einen Querschnitt durch einen zum Stand der Technik gehörenden Sensor;
- Fig. 4 einen Teilquerschnitt durch einen Rotor einer Wälzkolbenpumpe mit einem am Gehäuse angeordneten Abriebselement;
- Fig. 5 ein geändertes Ausführungsbeispiel;
- Fig. 6 ein geändertes Ausführungsbeispiel;
- Fig. 7 ein geändertes Ausführungsbeispiel;
- Fig. 8 ein Abriebselement in perspektivischer Ansicht;
- Fig. 9 ein Abriebselement in perspektivischer Ansicht;
- Fig. 10 ein Abriebselement in perspektivischer Ansicht;
- Fig. 11 einen Querschnitt durch einen Schöpfraum einer Wälzkolbenvakuumpumpe;
- Fig. 12 ein geändertes Ausführungsbeispiel eines Abriebselementes in Draufsicht;
- Fig. 13 das Abriebselement gemäß Fig. 12 im Querschnitt.

[0032] Fig. 1 zeigt im Schnitt eine Vakuumpumpe 1, deren Gehäuse 2 im Wesentlichen zwei Gehäuseteile 3 und 4 aufweist, nämlich Schöpfräume 3 und einen mit einem Schmiermittelspeicher 5 versehenen Getrieberaum 4.

[0033] Die in Fig. 1 dargestellte Vakuumpumpe ist eine Wälzkolbenvakuumpumpe.

[0034] Im Gehäuse 2 sind zwei Wellen 6 und 7 über Wälzlager 8 horizontal drehbar gelagert angeordnet. Die Welle 6 wird über einen Antrieb (nicht dargestellt), beispielsweise einen Asynchronmotor, angetrieben. Der nicht dargestellte Asynchronmotor wirkt auf eine Kupplung 9. Auf der vom nicht dargestellten Antrieb über die Kupplung 9 angetriebenen Welle 6 ist als Bestandteil eines Getriebes 10 im Getrieberaum 4 ein Zahnrad 11 angeordnet, das bei der dargestellten Ausführungsform einer Zweiwellen-Vakuumpumpe 1 mit einem auf der Welle 7 gelagerten zweiten Zahnrad 12 in Eingriff steht.

[0035] Wie weiterhin aus Fig. 1 ersichtlich, ist der das Getriebe 10 aufweisende Gehäuseteil 4 über einen am übrigen Gehäuse 2 festlegbaren Getriebedeckel 13 gegenüber der Umgebung verschließbar.

[0036] Auf den die Schöpfräume 3 durchsetzenden Teilen der Wellen 6 und 7 sind Kolben 14 und 15 angeordnet, die bei der Drehung der Wellen 6 und 7 den Pumpeffekt bewirken und über mindestens eine Ansaugöffnung

(nicht dargestellt) Fluid in die Schöpfräume 3 ansaugen und über mindestens eine Ausstoßöffnung (nicht dargestellt) wieder aus den Schöpfräumen 3 austragen.

[0037] Die Kolben 14, 15 sind als zweibogige Rotoren ausgebildet.

[0038] Die Querschnittsform der Kolben 14, 15 hat annähernd die Form der Ziffer "8".

[0039] Die Kolben 14, 15 sind in einer durch das Gehäuseteil 3 gebildeten Rotorkammer angeordnet mit einem minimalen Abstand zwischen einer Umfangsfläche des Gehäuseteiles 3 und den Kolben 14, 15. Darüber hinaus haben die Kolben 14, 15, wenn sie miteinander eingreifen, einen minimalen Abstand zwischen sich ausgebildet, um zu verhindern, dass sie direkt miteinander eingreifen, beziehungsweise sich behindern. Bei dem Betrieb der Wälzkolbenvakuumpumpe 1 wird die Antriebswelle 6 durch den Antrieb, beispielsweise einen Elektromotor, gedreht. Hierdurch wird die Abtriebswelle 7 in Gegenrichtung zu der Antriebswelle 6 durch die Eingreifbeziehung zwischen einem Antriebszahnrad 11 und einem Abtriebszahnrad 12 gedreht und der Antriebsrotor mit Kolben 15 und der Abtriebsrotor mit Kolben 14 werden demzufolge gedreht.

[0040] Sowohl die Zahnräder 11 und 12 als auch die Wälzlager 8 müssen mit einem Schmiermittel versorgt werden, um diese zu kühlen und einen erhöhten Verschleiß zu vermeiden. Zu diesem Zweck weist der Getrieberaum 4 einen mit einem Schmiermittel befüllten Schmiermittelspeicher 5 auf. In den Schmiermittelspeicher 5 taucht eine auf der Welle 6 angeordnete Schleuderscheibe 16 ein, die das Schmiermittel in dem gesamten Getrieberaum 4 verteilt und insbesondere den Wälzlager 8 und den Zahnrädern 11 und 12 zuführt.

[0041] Fig. 2 zeigt ein Abriebselement 31, welches in einem Gehäuse 2 an einer Gehäuseinnenseite 32 angeordnet ist. Der Kolben 14 weist zusätzlich ein weiteres Abriebselement 33 auf. Dehnt sich der Kolben 14 in radialer Richtung aus, gelangen die Abriebselemente 31, 33 in Kontakt und erzeugen ein Schlagsignal, welches von einem Schwingungssensor (nicht dargestellt) erfasst wird.

[0042] Fig. 3 zeigt das Abriebselement 31, in dem beispielsweise ein Draht 34 angeordnet sein kann. Das Abriebselement 31 besteht aus einem Grundkörper 35, der beispielsweise aus Kunststoff oder Keramik besteht. Der Draht 34 ist in dem Grundkörper 35 eingebettet. Wird bei Kontakt zwischen dem Abriebselement 33 und dem Abriebselement 31 der Grundkörper 35 abgeschert, wird ein elektrischer Kontakt, der durch den Draht 34 hergestellt wurde, unterbrochen. Diese Unterbrechung wird von einer Auswerteeinheit (nicht dargestellt) erfasst und es können geeignete Maßnahmen ergriffen werden, beispielsweise wird ein Antriebsmotor verlangsamt oder abgestellt.

[0043] Fig. 4 zeigt den Kolben 14, der auf der Welle 6 angeordnet ist. In dem Gehäuse 2 ist an der Gehäuseinnenwand 32 ein Abriebselement 31 angeordnet.

[0044] Bei Kontakt des Kolbens 14 mit dem Abriebse-

lement 31 wird ein Signal mit einem Beschleunigungs- und/oder Schwingungssensor detektiert. Übersteigt das Signal einen Schwellwert bei einer oder mehreren festen Frequenzen für die jeweilige Drehzahl, ist dies ein Zeichen dafür, dass ein Kontakt auftritt. Der Antriebsmotor kann in diesem Fall abgestellt werden. Damit wird vermieden, dass es zu einem sogenannten Anläufer zwischen Kolben 14 und Gehäuseinnenwand 32 kommt und die Vakuumpumpe Schaden nimmt.

[0045] Fig. 5 zeigt ein geändertes Ausführungsbeispiel, bei dem der Kolben 14 ein Abriebselement 31 trägt. In diesem Fall weist das Gehäuse 2 mit der Gehäuseinnenseite 32 kein zusätzliches Element auf.

[0046] Es besteht auch die Möglichkeit, wie in Fig. 6 dargestellt, das Abriebselement 31 als Sensor auszubilden, wie beispielsweise in Fig. 5 dargestellt. Zusätzlich kann ein Abriebselement 33 an den Kolben 14 angeordnet sein. Es besteht auch die Möglichkeit, das Abriebselement 31 als einfaches Abriebselement ohne Ausbildung als Sensor auszugestalten.

[0047] Fig. 7 zeigt den Kolben 14 mit dem Abriebselement 33. Das Abriebselement kann quaderförmig ausgebildet sein, wie in Fig. 8 dargestellt. Das Abriebselement 33 kann abgerundete Kanten aufweisen, wie in Fig. 9 dargestellt. Das Abriebselement 33 kann auch zylinderförmig ausgebildet sein, wie in Fig. 10 dargestellt.

[0048] Fig. 11 zeigt zwei Kolben 14, 15, die auf Wellen 6, 7 gelagert sind und in dem Gehäuse 2 angeordnet sind. An einer Gehäuseinnenwand 32 sind mehrere Abriebselemente 31 angeordnet. Mit einer angepassten Anzahl der Abriebselemente 31 auf der Seite des Gehäuses 2, wie in Fig. 11 dargestellt, kann die Schlagfrequenz in einen für die Detektion guten Bereich verschoben werden. Hierbei kann auch auf aufwendige Frequenzanalysen verzichtet werden. Das Gehäuse 2 weist einen Einlass 39 und einen Auslass 40 auf.

[0049] Die Fig. 12 und 13 zeigen das Abriebselement 33, welches beispielsweise an dem Kolben 14 angeordnet ist. Das Abriebselement 33 weist eine kleine Kontaktfläche 41 auf. Dadurch, dass die mögliche Kontaktfläche 41 mit dem Gehäuse 2 sehr klein ist, führt dies bei einem Kontakt zu einer minimalen Reibleistung und einer geringen Abwärme für die Kontaktdetektion. Besonderer Schwerpunkt ist hier also die Detektion und nicht die verbesserte Schadenstoleranz.

Bezugszahlen

[0050]

- 1 Vakuumpumpe
- 2 Gehäuse
- 3 Gehäuseteil des Schöpfraumes
- 4 Gehäuseteil des Getrieberaumes
- 5 Schmiermittelspeicher
- 6 Welle
- 7 Welle
- 8 Wälzlager

- 9 Kupplung
- 10 Getriebe
- 11 Zahnrad
- 12 Zahnrad
- 5 13 Getriebedeckel
- 14 Kolben
- 15 Kolben
- 16 Schleuderscheibe
- 17 Kühlrippe
- 10 18 Lüfter
- 19 Kühlrippe
- 20 Teilbereich
- 31 Antriebselement/Abriebselement
- 32 Gehäuseinnenwand
- 15 33 Antriebselement/Abriebselement
- 34 Draht
- 35 Grundkörper
- 38 Sensor
- 39 Einlass
- 20 40 Auslass
- 41 Kontaktfläche eines Abriebselementes

Patentansprüche

- 25
1. Vakuumpumpe mit einem Gehäuse, zwei in dem Gehäuse angeordneten, über einen Antrieb drehbar angetriebenen Wellen sowie mit einem mit den Wellen gekoppelten Getriebe, bei der zwischen einem auf
- 30 der Welle (6, 7) angeordneten Kolben (14, 15) oder einer auf der Welle angeordneten Schraube und einer Innenseite (32) des Gehäuses (2) oder eines Stators
- 35 - wenigstens ein Sensor (38) und wenigstens ein Anschlagelement (31, 33) oder
- wenigstens ein Sensor (38) und ein Abriebselement (31, 33)
- 40 angeordnet ist,
- dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Beschleunigungssensor oder wenigstens ein Schwingungssensor vorgesehen ist, der als ein bei einem Kontakt zwischen dem Kolben oder der
- 45 Schraube und dem Anschlagelement (31, 33) oder dem Abriebselement (31, 33) ein für den Kontakt charakteristisches Signal erfassender Beschleunigungssensor oder Schwingungssensor ausgebildet ist, und dass das wenigstens eine Anschlagelement
- 50 (31, 33) oder das wenigstens eine Abriebselement (31, 33) eine geringere Höhe als die bei Normalbetrieb vorgesehene Spalthöhe zwischen . Kolben (14) oder Schraube und Innenseite (32) des Gehäuses (2) oder Stators aufweist.
- 55
2. Verfahren zur Detektion eines Kontaktes zwischen wenigstens einem Rotor und einem Stator einer Vakuumpumpe mit den Merkmalen gemäß Anspruch

- 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Beschleunigungssensor oder wenigstens ein Schwingungssensor vorgesehen ist, der bei einem Kontakt zwischen dem Kolben (14, 15) oder der Schraube und dem Anschlagenelement (31, 33) oder dem wenigstens einen Abriebselement (31, 33) ein für den Kontakt charakteristisches Signal erfasst.
3. Verfahren nach Anspruch 2 zur Detektion eines Kontaktes zwischen dem wenigstens einem Rotor und einem Stator einer Vakuumpumpe, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einem Kontakt des Kolbens (14, 15) oder der Schraube mit dem wenigstens einen Sensor (38) eine Auswerteeinheit den Kontakt detektiert.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Auswerteeinheit vorgesehen ist, die Signale des wenigstens einen Sensors auswertet.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit bei Feststellen eines beginnenden Kontaktes zwischen Rotor und Stator Maßnahmen zur Vermeidung von Schäden auslöst.

Claims

1. A vacuum pump with a housing, two shafts arranged in the housing and rotatably driven by a drive and with a gearing coupled to the shaft, in which there is arranged between a piston (14, 15) arranged on the shaft (6, 7) or a screw member arranged on the shaft and an inner side (32) of the housing (2) or a stator
- at least one sensor (38) and at least one stop element (31, 33) or
 - at least one sensor (38) and an abrasion element (31, 33), **characterised in that** there is provided at least one acceleration sensor or at least one vibration sensor, which is formed as an acceleration sensor or a vibration sensor which, upon a contact between the piston or the screw member and the stop element (31, 33) or the abrasion element (31, 33), detects a signal which is characteristic of the contact, and **in that** the at least one stop element (31, 33) or the at least one abrasion element (31, 33) has a lower height than the gap height specified during normal operation between piston (14) or screw member and inner side (32) of the housing (2) or stator.
2. A method for the detection of a contact between at least one rotor and a stator of a vacuum pump with the features according to claim 1, **characterised in**

that there is provided at least one acceleration sensor or at least one vibration sensor, which upon a contact between the piston (14, 15) or the screw member and the stop element (31, 33) or the at least one abrasion element (31, 33) detects a signal which is characteristic for the contact.

3. A method according to claim 2 for the detection of a contact between the at least one rotor and a stator of a vacuum pump, **characterised in that**, upon a contact of the piston (14, 15) or the screw member with the at least one sensor (38), an evaluation unit detects the contact.
4. A method according to claim 3, **characterised in that** there is provided an evaluation unit, which evaluates the signals of the at least one sensor.
5. A method according to claim 4, **characterised in that** the evaluation unit, upon determination of an incipient contact between rotor and stator, initiates measures for the avoidance of damage.

Revendications

1. Pompe à vide munie d'un boîtier, de deux arbres agencés dans le boîtier, entraînés en rotation par l'intermédiaire d'un entraînement, ainsi que d'une transmission couplée aux arbres, dans laquelle sont agencés, entre un piston (14, 15) agencé sur l'arbre (6, 7) ou une vis agencée sur l'arbre et un côté intérieur (32) du boîtier (2) ou d'un stator,
- au moins un capteur (38) et au moins un élément de butée (31, 33) ou
 - au moins un capteur (38) et un élément d'abrasion (31, 33),
- caractérisée en ce qu'**au moins un capteur d'accélération ou au moins un capteur d'oscillation est prévu, qui est configuré sous la forme d'un capteur d'accélération ou d'un capteur d'oscillation détectant, lors d'un contact entre le piston ou la vis et l'élément de butée (31, 33) ou l'élément d'abrasion (31, 33), un signal caractéristique du contact, et **en ce que** l'au moins un élément de butée (31, 33) ou l'au moins un élément d'abrasion (31, 33) présente une hauteur plus faible que la hauteur d'interstice prévue en fonctionnement normal entre le piston (14) ou la vis et le côté intérieur (32) du boîtier (2) ou du stator.
2. Procédé pour la détection d'un contact entre au moins un rotor et un stator d'une pompe à vide présentant les caractéristiques selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**au moins un capteur d'accélération ou au moins un capteur d'oscillation est prévu, qui détecte, lors d'un contact entre le piston

(14, 15) ou la vis et l'élément de butée (31, 33) ou l'au moins un élément d'abrasion (31, 33), un signal caractéristique du contact.

3. Procédé selon la revendication 2 pour la détection d'un contact entre l'au moins un rotor et un stator d'une pompe à vide, **caractérisé en ce que** lors d'un contact du piston (14, 15) ou de la vis avec l'au moins un capteur (38), une unité d'évaluation détecte le contact. 5
10
4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'**une unité d'évaluation est prévue, qui évalue des signaux de l'au moins un capteur. 15
5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'unité d'évaluation déclenche des mesures pour éviter des dégâts lorsqu'un début de contact entre le rotor et le stator est constaté. 20

25

30

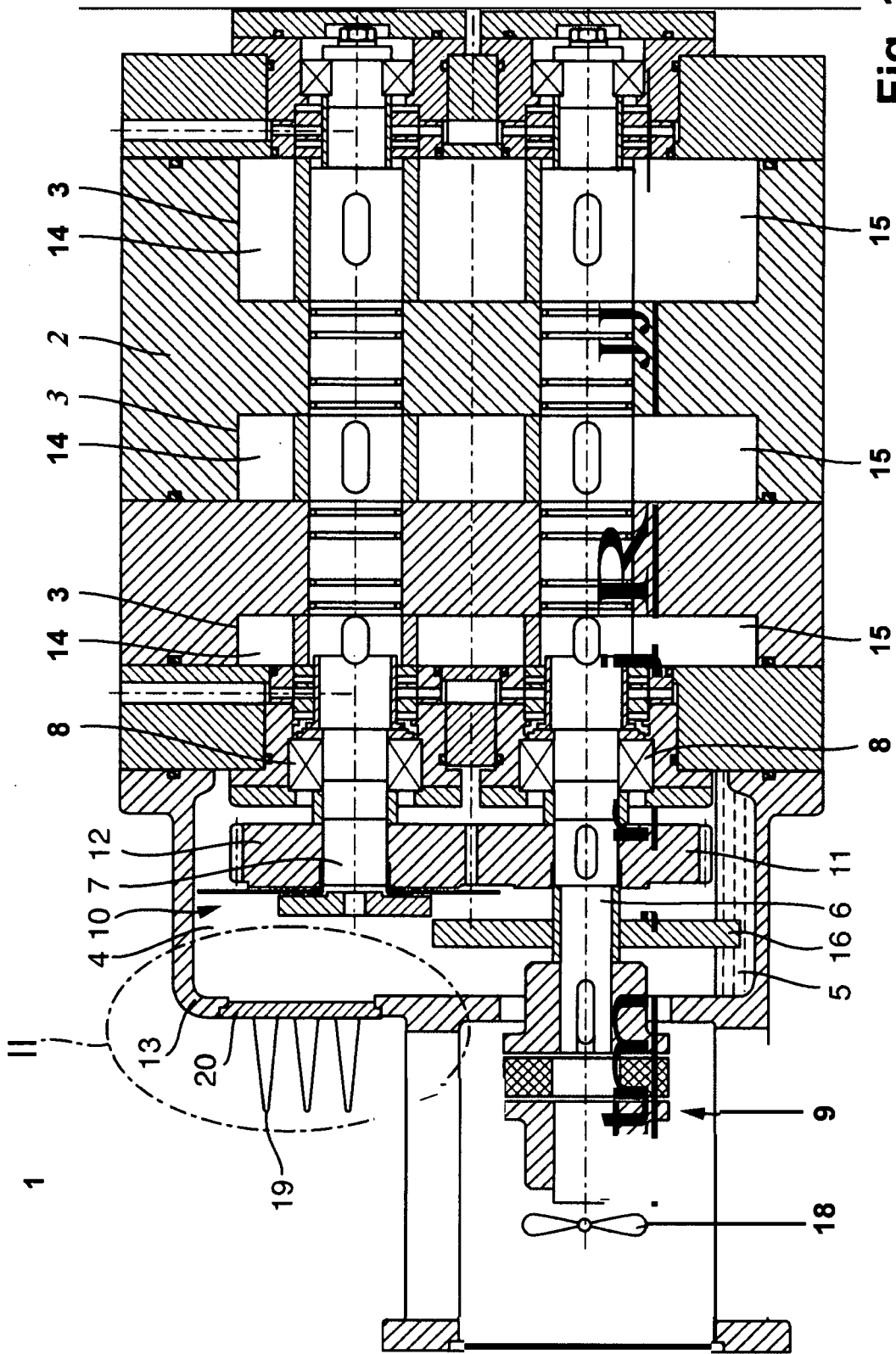
35

40

45

50

55



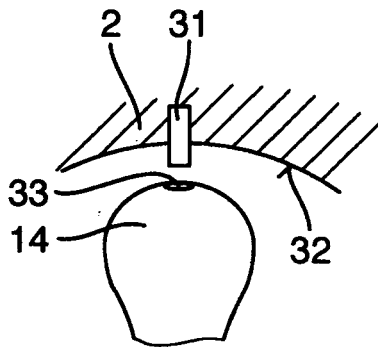


Fig. 2

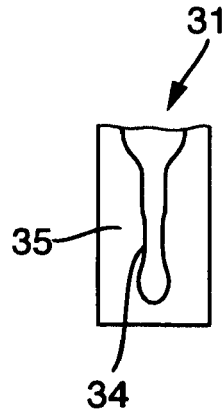


Fig. 3

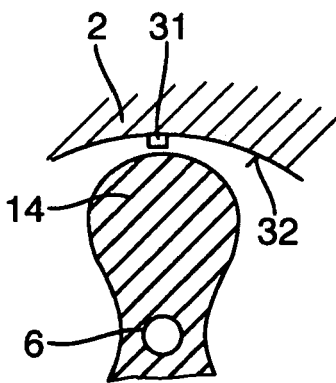


Fig. 4

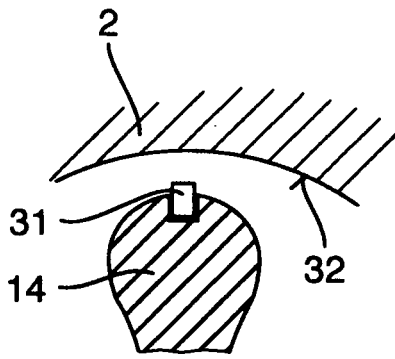


Fig. 5

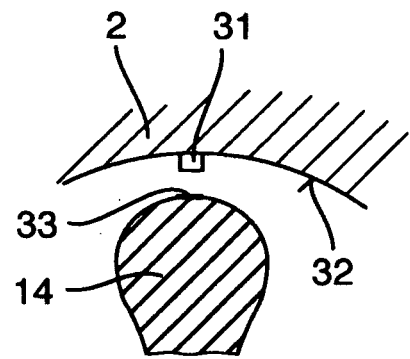


Fig. 6

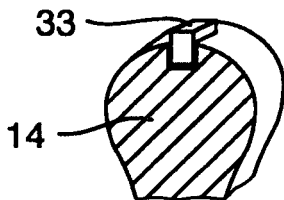


Fig. 7

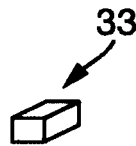


Fig. 8

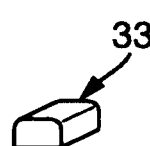


Fig. 9

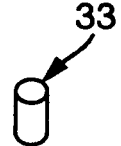


Fig. 10

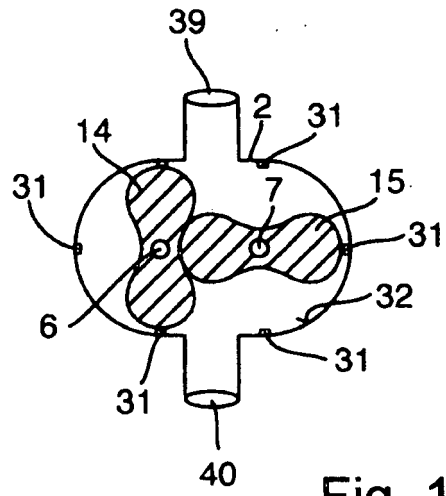


Fig. 11

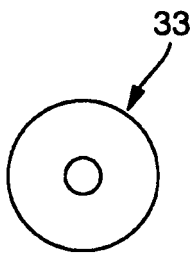


Fig. 12

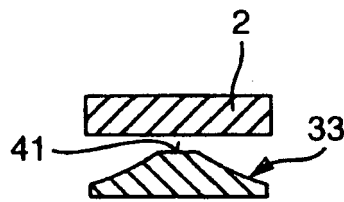


Fig. 13

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

- DE 102008060540 A1 [0003]
- US 2012025800 A1 [0004]
- FR 2812041 A1 [0006]