

(19)



(11)

EP 1 920 160 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.01.2009 Patentblatt 2009/02

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

(21) Anmeldenummer: **06792816.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2006/065315

(22) Anmeldetag: **15.08.2006**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/025854 (08.03.2007 Gazette 2007/10)

(54) **VAKUUMPUMPE**

VACUUM PUMP

POMPE A VIDE

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

• **LONGERICH, Thomas**
51149 Köln (DE)

(30) Priorität: **01.09.2005 DE 102005041500**

(74) Vertreter: **Selting, Günther et al**
Patentanwälte
von Kreisler Selting Werner,
Bahnhofsvorplatz 1
Deichmannhaus am Dom
50667 Köln (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.05.2008 Patentblatt 2008/20

(73) Patentinhaber: **Oerlikon Leybold Vacuum GmbH**
50968 Köln (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 0 979 947 WO-A2-02/077462
US-A1- 2003 175 132 US-A1- 2003 219 342

(72) Erfinder:
• **GREVEN, Alois**
41812 Erkelenz (DE)

EP 1 920 160 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 bezieht sich auf eine Vakuumpumpe mit einem Pumpenrotor und einem Pumpenstator.

[0002] Bei Vakuumpumpen, und insbesondere bei schnell drehenden Turbomolekularpumpen, kann der Pumpenrotor durch Kompressionswärme, Reibungswärme und gegebenenfalls andere Einflüsse stark erwärmt werden. Durch zu hohe Rotortemperaturen erhöht sich die Crashgefahr, beschleunigt sich die Materialermüdung und ändern sich andere Eigenschaften des Pumpenrotors. Aus diesem Grund ist es erforderlich, die Rotortemperatur zu überwachen und gegebenenfalls aufzuzeichnen.

[0003] Das Dokument EP 0979947 offenbart die Merkmale des Oberbegriffes von Anspruch 1.

[0004] Die Rotortemperatur wird entweder durch eine relativ teure pyrometrische Messung ermittelt. Alternativ kann die Rotortemperatur indirekt ermittelt werden, indem die Statortemperatur gemessen und hieraus Rückschlüsse auf die Rotortemperatur gezogen werden. Die indirekte Messung ist nicht sehr genau und eignet sich nicht für die Überwachung schneller Temperaturänderungen des Pumpenrotors.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es demgegenüber, eine Vakuumpumpe zu schaffen, bei der physikalische Messgrößen des Pumpenrotors preiswert und genau erfasst werden können.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst.

[0007] Gemäß der Erfindung weist der Pumpenrotor einen elektrischen Messwandler und eine Sendeantenne auf, die mit dem Messwandler verbunden ist. An dem Pumpenstator ist eine Empfangsantenne vorgesehen, die Messwerte des Messwandlers von der Sendeantenne empfängt, die Messwerte des Messwandlers aussendet. Es wird auf diese Weise eine drahtlose Funkverbindung zur Übertragung von Messwerten zwischen dem Pumpenrotor und dem Pumpenstator geschaffen. Auf eine teure pyrometrische Messung oder ungenaue indirekte Messungen von physikalischen veränderlichen Parametern des Pumpenrotors kann daher verzichtet werden. Da der Messwandler unmittelbar an dem Pumpenstator angeordnet ist, kann der betreffende Parameter sehr genau ermittelt werden. Der Messwert wird über die Sendeantenne an die Empfangsantenne analog oder digital gesendet, wodurch eine sichere, schnelle, genaue und fehlerfreie Übertragung sichergestellt werden kann.

[0008] Der Messwandler ist vorzugsweise ein Temperatursensor, kann jedoch auch ein Beschleunigungs- bzw. Vibrations-Sensor oder ein Dehnungssensor, oder eine Kombination mehrerer der genannten Sensoren sein.

[0009] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist an dem Pumpenstator und an dem Pumpenrotor jeweils eine Energieübertragungs-Spule vorgesehen, wobei die pumpenrotorseitige Spule über einem Spannungswand-

ler mit dem Messwandler verbunden ist, so dass drahtlos elektrische Energie von dem Pumpenstator zu dem Pumpenrotor zur elektrischen Energieversorgung des Messwandlers übertragen werden kann. Die beiden Energieübertragungs-Spulen bilden den Primärkreis und den Sekundärkreis eines Transformators. Durch Einspeisung einer entsprechenden Wechselspannung in die pumpenstatorseitige Energieübertragungs-Spule wird diese auf die pumpenrotorseitige Energieübertragungs-Spule übertragen, so dass in dem Pumpenrotor elektrische Energie zur Versorgung des Messwandlers und gegebenenfalls anderer Aggregate zur Verfügung steht.

[0010] Die beiden Energieübertragungs-Spulen können auch Teile des Antriebsmotors sein, d.h. durch einen Abschnitt einer motorstatorseitigen Statorspule und einer motorrotorseitigen Rotorspule sein. Auch die Sendeantenne und die Empfangsantenne können als Energieübertragungs-Spule dienen.

[0011] Die Sendeantenne und die Empfangsantenne können axial oder radial zueinander angeordnet sein. Die Sende- und Empfangsantenne können im Bereich der Axialen des Pumpenrotors angeordnet sein. Die Sende- und Empfangsantenne können jedoch auch außerhalb und entfernt der Axialen des Pumpenrotors angeordnet sein. Vorzugsweise ist eine der beiden Antennen kreisringförmig ausgebildet. Dies ist dann erforderlich, wenn die beiden Antennen um eine Rotorwelle herum angeordnet sind. Um insbesondere bei hohen Drehzahlen von über 10.000 Umdrehungen pro Minute, wie sie beispielsweise bei Turbomolekularpumpen auftreten können, ausreichend lange Übertragungszeiten sicherzustellen, überdecken sich die beiden Antennen über einen Großteil oder den gesamten Kreisumfang.

[0012] Hierdurch ist eine relativ lange oder gegebenenfalls kontinuierliche Übertragung von Messwerten zwischen der Sendeantenne und der Empfangsantenne möglich. Wenn beide Antennen kreisringförmig, jedoch unterbrochen, ausgebildet sind, können sie jeweils gleichzeitig auch als Primär- und Sekundärspule zur Energieübertragung benutzt werden.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist an dem Pumpenrotor ein Transponder angeordnet, der einen Messwandler-Messwert nur auf Anforderung über die Sendeantenne an die Empfangsantenne sendet. Auf diese Weise kann durch eine entsprechende statorseitige Steuerung das Messwertübertragungsintervall an die jeweilige Situation angepasst werden. Hierdurch wird die Anzahl der Messwertübertragungen möglichst gering gehalten, wodurch wiederum der rotorseitige Bedarf an elektrischer Energie möglichst klein gehalten wird. Hierdurch wiederum können die mit der Rotor-Energieversorgung befassten Aggregate kleinstmöglich ausgelegt werden.

[0014] Im Folgenden ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert.

[0015] Die Figur zeigt eine Vakuumpumpe in schematischer Darstellung.

[0016] In der Figur ist eine als Turbomolekularpumpe

ausgebildete Vakuumpumpe 10 dargestellt. Die Vakuumpumpe 10 weist einen Pumpenteil auf, der im wesentlichen von einem Pumpenstator 12 und einem Pumpenrotor 14 gebildet ist. Ferner weist die Vakuumpumpe 10 einen Antriebs- und Lagerungsteil auf, in dem zwei Wellenlager 16, 18 und ein Antriebsmotor 20 angeordnet sind.

[0017] Statorseitig ist eine Empfangsantenne 30 vorgesehen, die offen ausgebildet und kreisringförmig um die Rotorwelle 22 herum angeordnet ist. Die statorseitige Empfangsantenne 30 ist elektrisch mit einem Steuermodul 32 verbunden, das der Steuerung des Send- und Empfangsbetriebes und der Auswertung der von Empfangsantenne 30 empfangenen Signale dient.

[0018] Rotorseitig und der Empfangsantenne 30 axial genau gegenüberliegend ist eine entsprechende kreisringförmige Sendeantenne 40 vorgesehen. Ferner weist der Pumpenrotor 14 einen Temperatursensor auf, der mit einem Transponder 42 verbunden ist, der seinerseits mit der Sendeantenne 40 verbunden ist.

[0019] Der Messwandler 44 ist ein Temperatursensor, der die Rotortemperatur misst und diesen Wert kontinuierlich oder auf Anforderung an den Transponder 42 sendet. Als Messwandler können alternativ oder ergänzend auch Dehnungssensoren, Beschleunigungs- oder Vibrations-Sensoren oder andere Sensoren verwendet werden.

[0020] Auch die Empfangsantenne 30 ist als offener Kreisring ausgebildet und dient neben ihrer Antenneneigenschaft auch als Sekundärspule eines Transformators, zu dem die Empfangsantenne 30 die Primärspule bildet. Durch die Steuervorrichtung 32 wird eine entsprechende Wechselspannung in die Empfangsantenne 30 eingespeist, die in die Sendeantenne 40 induziert wird. Der axiale Abstand zwischen der Empfangsantenne 30 und der Sendeantenne 40 beträgt wenigen Millimeter und gegebenenfalls sogar weniger als 1 mm.

[0021] Der Transponder 42 in dem Pumpenrotor 14 weist eine Sende-Empfangseinheit auf, die Anforderungssignale des Steuermoduls 32 empfängt, verstärkt und interpretiert, sowie Messwerte des Messwandlers 44 auf Anforderung entsprechend verstärkt an die Sendeantenne 40 weiterleitet.

[0022] In dem Pumpenrotor 14 ist ein Spannungswandler 46 vorgesehen, der die empfangene Wechselspannung gleichrichtet, auf eine konstante Versorgungsspannung regelt und über Versorgungsleitungen den Messwandler 44 und den Transponder 42 mit elektrischer Energie versorgt.

[0023] Mit der drahtlosen Funkübertragung von durch pumpenrotorseitige Messwandler zur Verfügung gestellten Messwerte kann der Pumpenrotor umfassend, genau und zeitnah überwacht werden. Hierdurch kann bei drohender Unfallgefahr durch Rotorüberhitzung durch eine Motorsteuerung schnell eingegriffen und eine Beschädigung oder Zerstörung der Vakuumpumpe vermieden werden. Ferner kann insbesondere durch Überwachung und Aufzeichnung der Pumpenrotor-Temperatur die Al-

terung des Pumpenrotors verfolgt und extrapoliert werden bzw. durch Vermeidung von hohen Pumpenrotor-Temperaturen die Lebensdauer der Vakuumpumpe erheblich erhöht werden.

Patentansprüche

1. Vakuumpumpe (10) mit einem Pumpenrotor (14) und einem Pumpenstator (12),
dadurch gekennzeichnet,
dass der Pumpenrotor (14) einen elektrischen Messwandler (44) aufweist,
dass an dem Pumpenrotor (14) eine Sendeantenne (40) vorgesehen ist, die mit dem Messwandler (44) verbunden ist, und
dass an dem Pumpenstator (12) eine Empfangsantenne (30) vorgesehen ist, die Messwerte des Messwandlers (44) von der Sendeantenne (40) empfängt.
2. Vakuumpumpe (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Pumpenstator (12) und dem Pumpenrotor (14) jeweils eine Energieübertragungs-Spule vorgesehen ist, wobei die pumpenrotorseitige Spule elektrische Energie für den Messwandler (44) zur Verfügung stellt, so dass drahtlos elektrische Energie von dem Pumpenstator (12) zu dem Pumpenrotor (14) zur elektrischen Versorgung des Messwandlers (44) übertragen werden kann.
3. Vakuumpumpe (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine der beiden Antennen (30,40) kreisringförmig ausgebildet ist.
4. Vakuumpumpe (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Pumpenrotor (14) ein Transponder (42) vorgesehen ist, der mit dem Messwandler (44) und der Sendeantenne (40) verbunden ist und auf Anforderung das Senden eines Messwandler-Messwertes durch die Sendeantenne (40) veranlasst.
5. Vakuumpumpe (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Messwandler (44) ein Temperatursensor ist.
6. Vakuumpumpe (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vakuumpumpe (10) eine Turbomolekularpumpe ist.

Claims

1. A vacuum pump (10) comprising a pump rotor (14) and a pump stator (12),
characterized in
that the pump rotor (14) comprises an electric meas-

uring transducer (44),

that a transmitting antenna (40) is provided at the pump rotor (14), which is connected to the measuring transducer (44), and

that a receiving antenna (30) is provided at the pump stator (12), which receives measured values measured by the measuring transducer (44) from the transmitting antenna (40).

2. The vacuum pump (10) of claim 1, **characterized in that** a respective energy transmission coil is provided at the pump stator (12) and the pump rotor (14), the coil on the side of the pump rotor providing electric energy for the measuring transducer (44), so that electric energy can be transmitted wirelessly from the pump stator (12) to the pump rotor (14) in order to supply electric energy to the measuring transducer (44).

3. The vacuum pump (10) of claim 1 or 2, **characterized in that** at least one of the two antennas (30, 40) is annular in shape.

4. The vacuum pump (10) of one of claims 1 to 3, **characterized in that** a transponder (42) is provided at the pump rotor (14), which is connected to the measuring transducer (44) and the transmitting antenna (40), and which, upon a request, causes a transmission of a measured value from the measuring transducer via the transmitting antenna (40).

5. The vacuum pump (10) of one of claims 1 to 4, **characterized in that** the measuring transducer (44) is a temperature sensor.

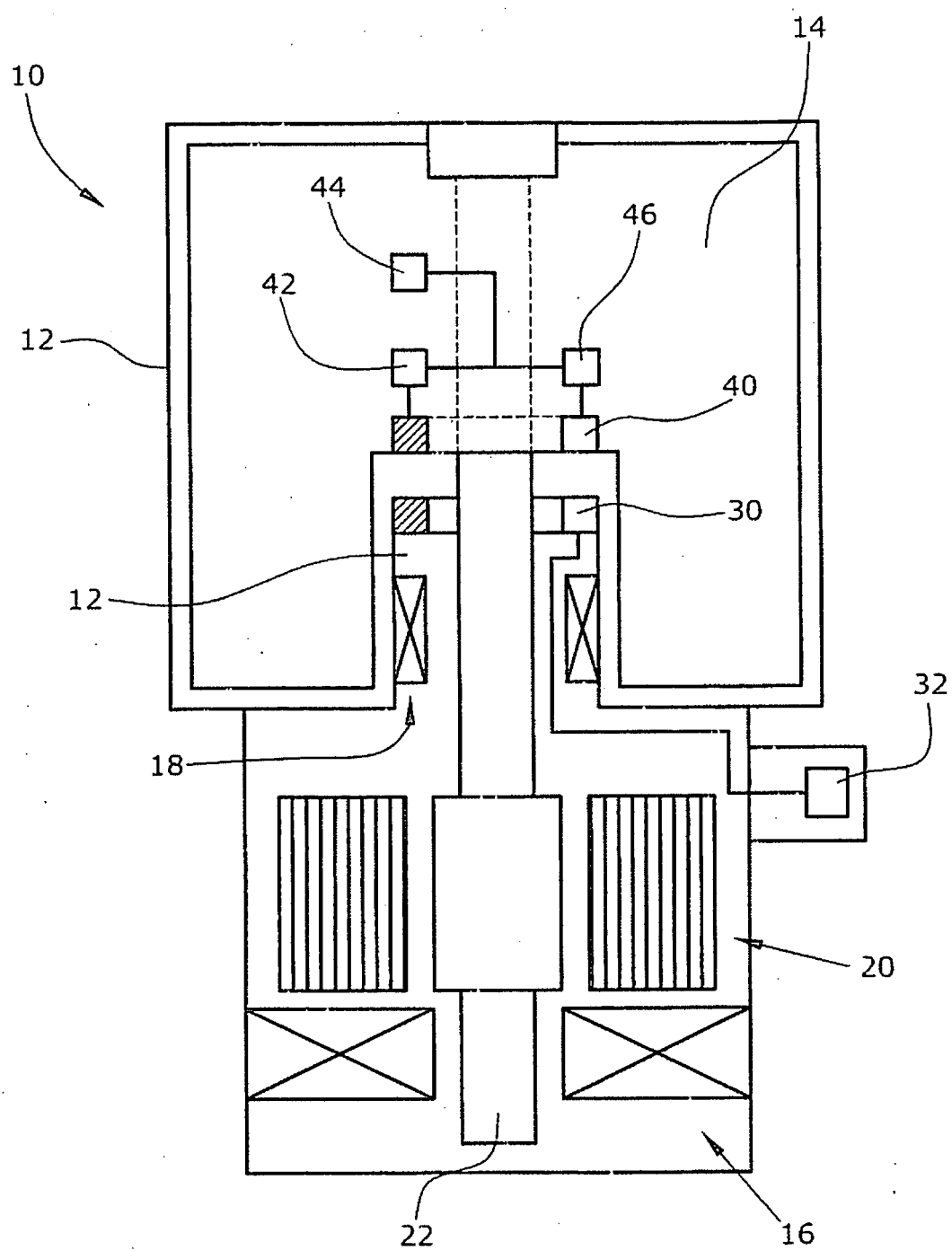
6. The vacuum pump (10) of one of claims 1 to 5, **characterized in that** the vacuum pump (10) is a turbo-molecular pump.

Revendications

1. Pompe à vide comprenant un rotor de pompe (14) et un stator de pompe (12),
caractérisée en ce que
le rotor de pompe (14) comprend un transformateur de mesure (44) électrique,
le rotor de pompe (14) est prévu d'une antenne émettrice (40) liée au transformateur de mesure (44), et le stator de pompe (12) est prévu d'une antenne réceptrice (30) recevant des valeurs mesurées du transformateur de mesure (44) à partir de l'antenne émettrice (40).
2. Pompe à vide (10) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le stator de pompe (12) et le rotor de pompe (14) sont respectivement prévus d'une bobine de transmission d'énergie, la bobine de coté

du rotor de pompe livrant de l'énergie électrique pour le transformateur de mesure (44), de manière que l'énergie électrique peut être transmise sans fil du stator de pompe (12) au rotor de pompe (14) au bût de l'alimentation électrique du transformateur de mesure (44).

3. Pompe à vide (10) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce qu'**au moins une desdites deux antennes (30, 40) est en forme annulaire.
4. Pompe à vide (10) selon une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** le rotor de pompe (14) est prévu d'un répondeur (42) lié au transformateur de mesure (44) et l'antenne émettrice (40) et qui, par demande, fait l'antenne émettrice (40) transmettre une valeurs mesurée du transformateur de mesure.
5. Pompe à vide (10) selon une des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** le transformateur de mesure (44) est un capteur de température.
6. Pompe à vide (10) selon une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** la pompe à vide (10) est une pompe turbo-moléculaire.



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

- EP 0979947 A [0003]