

(19)



(11)

EP 2 607 706 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
26.06.2013 Patentblatt 2013/26

(51) Int Cl.:
F04D 19/04 ^(2006.01) **F04D 29/54** ^(2006.01)
F04D 29/64 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12194041.5**

(22) Anmeldetag: **23.11.2012**

(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**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder:
• **Henry, Markus**
51109 Köln (DE)
• **Brezina, Jürgen**
51061 Köln (DE)

(30) Priorität: **23.12.2011 DE 202011109517 U**

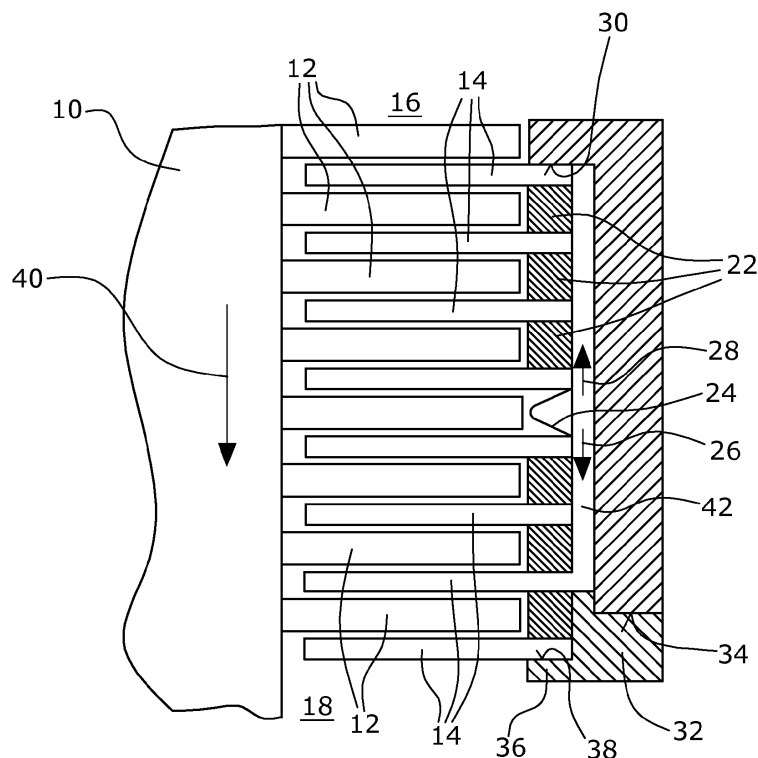
(74) Vertreter: **von Kreisler Selting Werner**
Deichmannhaus am Dom
Bahnhofsvorplatz 1
50667 Köln (DE)

(71) Anmelder: **Oerlikon Leybold Vacuum GmbH**
50968 Köln (DE)

(54) Vakuumpumpe

(57) Eine Vakuumpumpe, bei der es sich insbesondere um eine Turbomolekularpumpe handelt, weist in einem Pumpengehäuse (20) einen mehrere Rotorscheiben (12) aufweisenden Rotor auf. Ferner ist in dem Gehäuse (20) ein Stator angeordnet, dessen Statorscheiben (14) zwischen benachbarten Rotorscheiben (12) an-

geordnet sind. Zwischen den Statorscheiben (14) sind Statorringe (22) angeordnet. Um eine exakte Positionierung der Statorscheiben (14) und eine gute Wärmeabfuhr an den Gehäuseflächen (30, 36) zu gewährleisten, ist insbesondere in einem mittleren Bereich ein Federelement (24) vorgesehen. Das Federelement (24) ersetzt einen Statorring (22) und erzeugt axiale Kräfte (26, 28).

**EP 2 607 706 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe, insbesondere eine Turbomolekularpumpe.

[0002] Vakuumpumpen, wie beispielsweise Turbomolekularpumpen, weisen mehrere mit einer Rotorwelle verbundene Rotorscheiben auf, die den schnell drehenden Rotor ausbilden. Zusätzlich zu dem Rotor ist in dem Pumpengehäuse ein Stator angeordnet. Der Stator weist mehrere Statorscheiben sowie mehrere Statorringe auf. Die Statorscheiben sind jeweils zwischen benachbarten Rotorscheiben angeordnet. Üblicherweise ist am Pumpeneinlass eine Rotorscheibe und am Pumpenauslass Statorscheiben angeordnet. Die Statorscheiben sind üblicherweise als Ringsegmente ausgebildet, so dass die einzelnen eine Statorscheibe ausbildenden Ringsegmente zur Montage von außen zwischen benachbarte Rotorscheiben eingeschoben werden können. Da der Abstand der Statorscheiben exakt definiert sein muss, um ein Berühren der Rotor- und Statorscheiben zu vermeiden, sind zwischen den Statorscheiben Statorringe angeordnet. Die Statorringe umgeben somit radial jeweils die Rotorscheiben. Bei den Statorringen handelt es sich vorzugsweise um gesonderte Bauteile, wobei es auch möglich ist, dass die Statorringe jeweils mit einer Statorscheibe verbunden oder einstückig ausgebildet sind. Mit derartigen aus Halb-Ringen zusammengesetzten Statorringen und -scheiben kann eine bessere Wärmeleitfähigkeit erzielt werden. Allerdings sind derartige Statorringe teuer.

[0003] Zur Montage der Vakuumpumpe erfolgt üblicherweise ein Anordnen der Statorscheiben zwischen den Rotorscheiben sowie ein entsprechendes Anordnen der Statorringe zwischen den Statorscheiben. Das derart vormontierte Rotor-Stator-Element wird sodann in axialer Richtung in das Pumpengehäuse eingeschoben. Hierzu ist ein radialer Montagespalt vorgesehen. In montiertem Zustand liegt die in Pumprichtung erste Statorscheibe oder der erste Statorring an einer Innenseite des Pumpengehäuses in axialer Richtung an. Auf der gegenüberliegenden Seite liegt der in Pumprichtung letzte Statorring oder die letzte Statorscheibe an einer Innenseite eines Gehäuseflansches an. Der Gehäuseflansch wird entsprechend eines ringförmigen Deckels mit dem Pumpengehäuse verbunden, üblicherweise verschraubt. Bei der Montage besteht die Anforderung, dass die Statorscheiben exakt positioniert sind und ferner eine gute Wärmeübertragung zwischen dem Stator und dem Pumpengehäuse gewährleistet ist. Hierbei muss des Weiteren ein Toleranzausgleich erfolgen, wobei sich aufgrund der Vielzahl von Statorscheiben und Statorringen die Toleranzen in axialer Richtung addieren können. Zur exakten Positionierung der Statorscheiben und zur thermischen Ankopplung des Stators an dem Pumpengehäuse ist es bekannt, zwischen dem Gehäuseflansch und dem Gehäuse einen axialen Fügespalt vorzusehen. Durch Verbinden des Gehäuseflansches mit dem Pumpengehäuse kann aufgrund des axialen Fügespalts sicherge-

stellt werden, dass der Stapel aus Statorscheiben und Statorringen sowohl gegen die Gehäuseinnenseite als auch gegen die Innenseite des Gehäuseflansches gedrückt wird, so dass sowohl eine Positionierung als auch eine thermische Ankopplung gewährleistet ist. Hierbei muss die Breite des axialen Fügespalts derart gewählt werden, dass auch sich addierende Toleranzen ausgeglichen werden können.

[0004] Aus konstruktiven Gründen ist es jedoch häufig nicht möglich, einen axialen Fügespalt vorzusehen. Vielmehr besteht die Anforderung, dass der Gehäuseflansch eine zum Pumpengehäuse, insbesondere in axiale Richtung, definierte Lage aufweist. Üblicherweise wird hierbei der Gehäuseflansch fest mit dem Pumpengehäuse verbunden bzw. auf Block gezogen. Bei einer Konstruktion ohne axialen Fügespalt muss der Toleranzausgleich, die axiale Positionierung der Statorscheiben sowie die thermische Ankopplung des Stators an das Pumpengehäuse somit auf andere Weise erfolgen. Hierzu ist es bekannt, insbesondere hochvakuumseitig, d.h. am Pumpeneinlass, zwischen der ersten Statorscheibe und der Gehäuseinnenseite einen Elastomerring vorzusehen. Neben einem erhöhten Montageaufwand weist das Vorsehen eines Elastomerrings den Nachteil auf, dass das Material insbesondere bei längerer Betriebsdauer fließt und sich somit die Positionsgenauigkeit der Statorscheiben verschlechtert. Auch ist der Wärmeübergang zwischen der Statorscheibe und dem Gehäuse durch das Vorsehen des Elastomerrings verschlechtert, so dass insbesondere nach längerer Betriebsdauer die erforderliche Wärmeabfuhr ggf. nicht sichergestellt werden kann. Des Weiteren weist ein Elastomerring den Nachteil auf, dass das Material abdampft und insofern Bestandteile aus dem Elastomermaterial in das zu fördernde Gas gelangen. Des Weiteren ist es bei Pumpen, die keinen axialen Fügespalt zwischen dem Pumpengehäuse und dem Gehäuseflansch aufweisen, bekannt, anstelle des Vorsehens eines Elastomerrings einen unelastischen Zwischenring vorzusehen, der jedoch sodann exakt auf die einzelne Pumpe abgestimmt sein muss. Durch einen derartigen Ring muss die bei jeder einzelnen Pumpe variierende Toleranz ausgeglichen werden. Hierbei handelt es sich um ein aufwändiges Verfahren.

[0005] Aus DE 100 10 371 sowie DE 90 13 672 ist das Vorsehen von Federringen zwischen zwei benachbarten Statorringen bekannt. Dies weist jedoch den Nachteil auf, dass durch derartige Distanz- oder Federringe die erforderliche geringe Toleranz nur schwer realisierbar ist.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vakuumpumpe zu schaffen, bei der die Statorscheiben eine hohe Positionierungsgüte aufweisen und der Stator ferner thermisch gut an das Pumpengehäuse gekoppelt ist.

[0007] Die Lösung der Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1.

[0008] Die erfindungsgemäße Vakuumpumpe, bei der es sich insbesondere um eine Turbomolekularpumpe handelt, weist einen in einem Pumpengehäuse angeordneten Rotor und einen Stator auf. Der Rotor weist meh-

rere Rotorscheiben auf, wobei zwischen benachbarten Rotorscheiben jeweils eine Statorscheibe angeordnet ist. Zwischen benachbarten Statorscheiben sind Statorringe angeordnet. Am Pumpeneinlass und am Pumpenauslass ist jeweils eine Statorscheibe oder ein Statorring angeordnet, die bzw. der vorzugsweise an einer Gehäuseinnenseite bzw. einer Innenseite eines Gehäuseflansches anliegt. Hierdurch ist die Wärmeübertragung zwischen Stator und Pumpengehäuse gewährleistet. Erfindungsgemäß ist zwischen zwei benachbarten Statorscheiben ein die Statorscheiben auseinanderdrückendes Federelement angeordnet. Das Federelement bringt somit auf die Statorscheiben Axialkräfte auf, so dass die axial erste und letzte Statorscheibe bzw. der axial erste und letzte Statorring gegen die Gehäuseinnenseite bzw. die Innenseite des Gehäuseflansches gedrückt wird. Hierdurch ist eine exakte Positionierung der Statorscheiben sowie ein guter Wärmeübergang zwischen Stator und Pumpengehäuse gewährleistet. Insbesondere erfolgt durch das Federelement ein Toleranzausgleich der Statorscheiben und Statorringe. Bei dem erfindungsgemäßen Vorsehen eines Federelements zwischen zwei benachbarten Statorscheiben kann ein axialer Fügspalt zwischen dem Gehäuseflansch und dem Gehäuse entfallen, so dass der Gehäuseflansch in axial definierter Position gegenüber dem Pumpengehäuse angeordnet ist. Insbesondere ist das Federelement zwischen zwei unmittelbar benachbarten Statorscheiben angeordnet, so dass das Federelement an beiden Statorscheiben, insbesondere unmittelbar anliegt, wobei das Federelement gegebenenfalls zusätzlich eine Anlagescheibe oder dergleichen aufweisen kann, um eine möglichst flächige Anlage zu realisieren. Der Gehäuseflansch kann somit, bezogen auf das Gehäuse, auf Block gezogen werden.

[0009] Vorzugsweise ist das Federelement zwischen zwei in einem mittleren Bereich angeordneten Statorscheiben vorgesehen. Sind beispielsweise zehn Statorscheiben vorgesehen, so ist es bevorzugt, dass das Federelement im Bereich der in axialer Richtung vierten, fünften oder sechsten Statorscheibe angeordnet ist. Besonders bevorzugt ist es, dass das Federelement zwischen den beiden mittleren Statorscheiben angeordnet ist. Ggf. kann auch mehr als ein Federelement vorgesehen sein. Das Anordnen des Federelements in einem mittleren Bereich hat insbesondere den Vorteil, dass sich die axialen Toleranzen der Statorscheiben und Statorringe nicht vollständig addieren, so dass die Gesamt toleranz in axialer Richtung gering ist.

[0010] In besonders bevorzugter Ausführungsform ist das Federelement derart ausgebildet, dass durch das Federelement ein Statorring ersetzt wird. Hierbei weist das Federelement in bevorzugter Ausführungsform eine in Richtung der Rotorscheibe weisende Innenfläche auf, die entsprechend einem Statorring ausgebildet ist. Hierdurch ist gewährleistet, dass auch im Bereich des Federelements kein oder nur ein geringfügig höheres Rückströmen des gefördert Gases erfolgt.

[0011] Vorzugsweise umgibt das Federelement eine Rotorscheibe, insbesondere vollständig. Besonders bevorzugt ist es, dass das Federelement ringförmig ausgebildet ist. Bei einer Anordnung des Federelements in einem mittleren Bereich ist bereits eine gute Wärmeabfuhr von der jeweils einen Statorhälfte auf das Pumpengehäuse bzw. den Gehäuseflansch gewährleistet. Gegebenenfalls kann das Federelement aus Metall ausgebildet sein oder Metall aufweisen, um die Wärmeleitfähigkeit zwischen Statorringen bzw. Statorscheiben im mittleren Bereich zu verbessern.

[0012] Das Federelement kann jedoch auch Elastomer aufweisen oder beispielsweise als Elastomerring ausgebildet sein. Dies ist möglich, da die hierbei auftretende Materialabdampfung im mittleren Bereich akzeptabel ist.

[0013] Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer bevorzugten Ausführungsform unter Bezugnahme auf die anliegende Zeichnung näher erläutert.

[0014] Die Zeichnung zeigt eine schematische, stark vereinfachte Schnittansicht einer Vakuumpumpe.

[0015] Die Vakuumpumpe weist eine Rotorwelle 10 auf, die mehrere den Rotor ausbildende Rotorscheiben 12 trägt. Zwischen benachbarten Rotorscheiben 12 sind Statorscheiben 14 angeordnet. Ferner ist im Bereich eines Pumpenauslasses 18 im dargestellten Ausführungsbeispiel eine Statorscheibe 14 angeordnet. Im Bereich eines Pumpeneinlasses 16 ist eine Rotorscheibe 12 angeordnet. Die Statorscheiben 14 sind in einem Gehäuse 20 angeordnet, wobei zwischen benachbarten Statorscheiben jeweils ein Statorring 22 angeordnet ist. Die Statorringe 22 umgeben somit jeweils eine Rotorscheibe 12.

[0016] Erfindungsgemäß ist im dargestellten Ausführungsbeispiel zwischen den beiden mittleren Statorringen 14 ein Federelement 24 angeordnet, das den entsprechenden Statorring ersetzt. Durch das insbesondere aus einem Metallring hergestellte Federelement 24 werden in beide Axialrichtungen 26, 28 Axialkräfte auf die Statorscheiben 14 sowie die Statorringe 22 ausgeübt. Hierdurch wird im dargestellten Ausführungsbeispiel jeweils die Hälfte der Statorscheiben 14 sowie der Statorringe 22 in Richtung des Einlasses 16 bzw. in Richtung des Auslasses 18 gedrückt. Im Bereich des Einlasses 16 wird die erste Statorscheibe 14 gegen eine Gehäuseinnenseite 30 gedrückt und liegt an dieser flächig an. Hierdurch ist ein guter Wärmeübergang zwischen der ersten Statorscheibe 14 und dem Pumpengehäuse 20 gewährleistet.

[0017] Auf der Auslassseite 18 ist ein Gehäuseflansch 32 vorgesehen, der mit dem Gehäuse 20, beispielsweise durch Verschrauben, verbunden ist. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Gehäuseflansch 32 gegenüber dem Gehäuse 20 auf Block gezogen, so dass der Gehäuseflansch 32 an einer Außenseite 34 des Gehäuses insbesondere flächig anliegt. Ein axialer Fügspalt zwischen dem Gehäuseflansch 32 und dem Gehäuse 20 ist nicht vorgesehen. Der Gehäuseflansch 32 weist einen radial nach innen weisenden, ringförmigen Ansatz 36

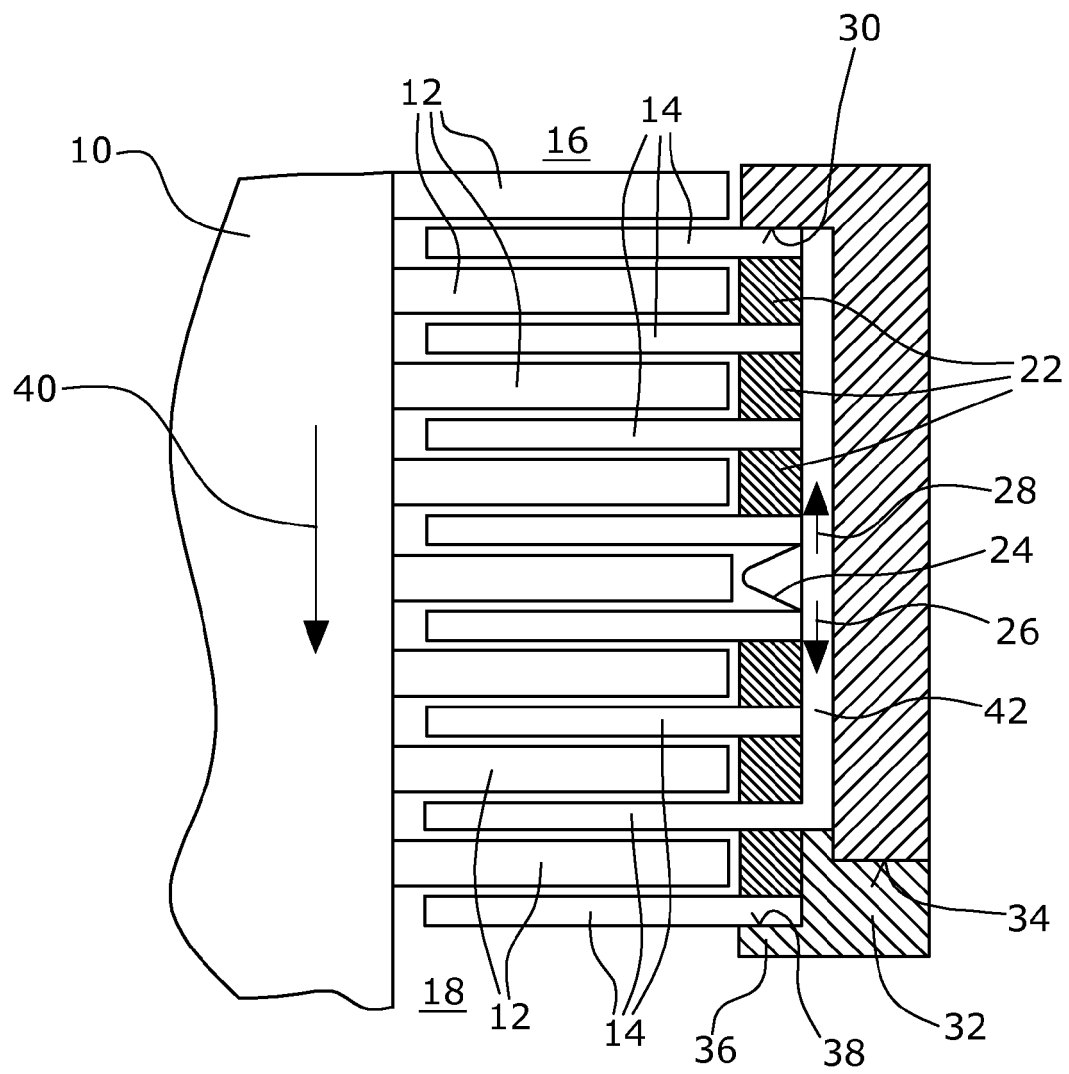
auf. An einer Innenseite 38 des Ansatzes 36 liegt die, bezogen auf eine Förderrichtung 40, letzte bzw. auslassseitige Statorscheibe an.

[0018] Die Montage der Vakuumpumpe erfolgt, indem die beispielsweise ringsegmentförmig ausgebildeten Statorscheiben 14 von außen zwischen die Rotorscheiben 12 gesteckt werden. Zwischen benachbarte Statorscheiben 14 werden die insbesondere ringförmig ausgebildeten Statorringe 22 sowie das Federelement 24 angeordnet. Anschließend erfolgt ein Einstecken der vormontierten Stator-Rotor-Einheit in das Gehäuse 20. Hierzu ist ein radialer Montagespalt 42 vorgesehen. Anschließend erfolgt die Montage des Gehäuseflansches 32, wodurch die einzelnen Statorscheiben 14 exakt positioniert werden und gleichzeitig aufgrund der durch das Federelement 24 hervorgerufenen Axialkräfte 26, 28 ein flächiger Kontakt zur Wärmeabfuhr an den Flächen 30, 38 realisiert ist.

Patentansprüche

1. Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, mit
einem in einem Pumpengehäuse (20) angeordneten, mehrere Rotorscheiben (12) aufweisenden Rotor, und
einem in dem Pumpengehäuse (20) angeordneten Stator mit jeweils zwischen benachbarten Rotorscheiben (12) angeordneten Statorscheiben (14) und zwischen den Statorscheiben (14) angeordneten Statorringen (22),
dadurch gekennzeichnet, dass
zwischen zwei benachbarten Statorscheiben (14) ein die Statorscheiben (14) und die Statorringe (22) auseinanderdrückendes Federelement (24) angeordnet ist.
2. Vakuumpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Federelement (24) an den zwei benachbarten Statorscheiben (14) anliegt.
3. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch das Federelement (24) auf die Statorscheiben (14) und die Statorringe (22) eine Axialkraft (26, 28) wirkt.
4. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Federelement (24) zwischen zwei in einem mittleren Bereich angeordneten Statorscheiben (14), insbesondere bei den beiden mittleren Statorscheiben (14) angeordnet ist.
5. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Federelement (24) einen Statorring (22) ersetzt.

6. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Federelement (24) eine Rotorscheibe (12) umgibt, insbesondere ringförmig ausgebildet ist.
7. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Federelement (24) ein Elastomer aufweist.
8. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stator zur Wärmeübertragung axial an einer Gehäuseinnenseite (30) und einem dieser gegenüberliegenden Gehäuseflansch (32) anliegt.
9. Vakuumpumpe nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gehäuseflansch (32) fest mit dem Pumpengehäuse (20) verbunden, insbesondere verschraubt ist.
10. Vakuumpumpe nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gehäuseflansch (32) axial an dem Pumpengehäuse (20) anliegt.
11. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den Statorscheiben (14) und dem Pumpengehäuse (20) sowie zwischen den Statorringen (22) und dem Pumpengehäuse (20) ein radialer Montagespalt (42) vorgesehen ist.



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 10010371 [0005]
- DE 9013672 [0005]