



(11)

EP 3 049 676 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT
Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
02.10.2024 Patentblatt 2024/40

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
10.07.2019 Patentblatt 2019/28

(21) Anmeldenummer: **14761870.6**

(22) Anmeldetag: **11.09.2014**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F04D 19/04 (2006.01) **F04D 29/58** (2006.01)
F04D 25/06 (2006.01) **F04D 29/056** (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F04D 19/04; F04D 25/06; F04D 29/5806;
F04D 29/584; F04D 29/5853; F04D 29/056

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2014/069344

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2015/043962 (02.04.2015 Gazette 2015/13)

(54) VAKUUMPUMPE

VACUUM PUMP

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**

(30) Priorität: **24.09.2013 DE 202013008470 U**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.08.2016 Patentblatt 2016/31

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

(72) Erfinder: **HÖLZER, Rainer
50354 Hürth (DE)**

(74) Vertreter: **dompatent von Kreisler Selting Werner -
Partnerschaft von Patent- und Rechtsanwälten
mbB
Deichmannhaus am Dom
Bahnhofsvorplatz 1
50667 Köln (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 236 906 **EP-A1- 1 344 940**
EP-A1- 1 760 319 **EP-A2- 0 855 517**
WO-A1-94/00694 **DE-A1- 3 932 228**
DE-T2- 602004 012 546

Beschreibung

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

[0002] Vakuumpumpen weisen eine Rotorwelle auf, die üblicherweise mit mehreren Rotorelementen verbunden ist. Bei den Rotorelementen handelt es sich beispielsweise bei einer Turbomolekularpumpe um mehrere im Wesentlichen radial zur Rotorwelle verlaufende Rotorschichten. Zwischen den Rotorschichten sind üblicherweise mit dem Gehäuse verbundene oder im Gehäuse angeordnete Statorscheiben, bei denen es sich somit um mehrere einzelne Statoreinrichtungen handelt, vorgesehen. Die einzelnen Statorscheiben sind somit zwischen benachbarten Rotorschichten angeordnet. Ebenso kann es sich bei einem Rotorelement beispielsweise um rotierende Bauteile einer Holweckstufe, einer Siegbahnstufe oder Gaedestufe, sowie auch um einen Rotor eines Seitenkanalverdichters, handeln. Insbesondere in derartigen Pumpentypen treten aufgrund der Verdichtung hohe Temperaturen auf. Die Rotorwelle der Vakuumpumpe ist ferner mit einer Antriebseinrichtung wie einem Elektromotor verbunden. Auch derartige Bauteile erzeugen häufig hohe Temperaturen. Es ist daher erforderlich, dass derartige stark wärmeerzeugende Bauteile gekühlt werden.

[0003] Die Rotorwelle ist von Lagern getragen. Insbesondere Wälzlager sind jedoch temperaturempfindlich. Bei hohen Betriebstemperaturen sinkt die Lebensdauer der Wälzlager. Häufig sind die Lager, insbesondere das druckseitig angeordnete Lager, auf engem Bauraum und insofern nahe der elektrischen Antriebseinheit, sowie auch des Bereichs, in dem eine hohe Gasverdichtung und somit hohe Verlustwärme erzeugt wird, angeordnet. Dies führt dazu, dass die Lager bei hoher Betriebstemperatur betrieben werden.

[0004] Die Druckschrift WO 94/00694 A1 beschreibt eine Gasreibungsvakuumpumpe mit einem Hochvakuum- und einem Vorvakuum-Bereich, die mit unterschiedlichen Betriebstemperaturen arbeiten.

[0005] Die Druckschrift DE 39 32 228 A1 beschreibt eine Turbovakuumpumpe mit einem Umfangstromlauf-
rad und einem einstückigen Stator.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es mit konstruktiv einfachen Mitteln die Betriebstemperatur von Lagern, insbesondere Wälzlagern, bei Vakuumpumpen zu verringern.

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

[0008] Eine Vakuumpumpe weist eine Rotorwelle und mindestens ein Rotorelement auf. Ferner ist mindestens eine mit dem mindestens einen Rotorelement zusammenwirkende Statoreinrichtung vorgesehen. Des Weiteren ist mit der Rotorwelle eine elektrische Antriebseinrichtung, sowie die Rotorwelle tragende Lager verbunden. Des Weiteren weist die Vakuumpumpe ein Gehäuse auf, in dem die Bauteile der Pumpe angeordnet sind. Insbesondere trägt das Gehäuse über die Lager die Ro-

torwelle. Ferner ist mit dem Gehäuse mittelbar oder unmittelbar die mindestens eine Statoreinrichtung verbunden. Erfindungsgemäß weist das Gehäuse mehrere Gehäuseteile auf, wobei wärmeempfindliche Bauteile mit einem ersten Gehäuseteil und stark wärmeerzeugende Bauteile mit einem zweiten Gehäuseteil verbunden sind. Aufgrund dieser Anordnung ist es möglich, dass die beispielweise im Verdichterteil und/oder von der Antriebseinrichtung erzeugte starke Wärme abgeführt wird, so dass die Betriebstemperatur wärmeempfindlicher Bauteile reduziert werden kann, wobei es sich bei dem wärmeempfindlichen Bauteil um eines der Lager handelt. Erfindungsgemäß wird somit die innerhalb der Pumpe erzeugte starke Wärme nur möglichst wenig in das Lager eingebracht. Dies ist erfindungsgemäß durch eine einfache konstruktive Maßnahme gelöst, da das Gehäuse mindestens zwei Gehäuseteile aufweist, und diese entweder die wärmeempfindlichen Bauteile oder die stark wärmeerzeugenden Bauteile tragen.

[0009] Das zweite Gehäuseteil ist wärmeleitfähig mit der Antriebseinrichtung verbunden. Hierdurch kann die von der Antriebseinrichtung erzeugte Wärme auf einfache Weise abgeführt werden. In der bevorzugten Weiterbildung ist das zweite Gehäuseteil über ein Trägerteil mit der Antriebseinrichtung verbunden. Hierdurch ist insbesondere die Montage vereinfacht. Das zweite Gehäuseteil ist mit dem Trägerteil verpresst. Ferner ist es des Weiteren bevorzugt, dass das Trägerteil weitere Bauteile trägt, über die Wärme zum zweiten Gehäuseteil abgeführt werden kann. Insbesondere handelt es sich hierbei um Bauteile die mit dem Verdichtungsbereich in Verbindung stehen, sodass aus diesem die Wärme zum zweiten Gehäuseteil abgeführt wird. Bevorzugt ist es somit, dass mit der Trägereinrichtung zumindest eine Statoreinrichtung verbunden ist. Hierbei kann es sich insbesondere um Statoreinrichtungen der Holweckstufe, der Siegbahnstufe, der Gaedestufe oder eines Seitenkanalverdichters handeln. Eine Verbindung mit derartigen Statoreinrichtungen ist insbesondere vorteilhaft, da in derartigen Stufen eine hohe Verdichtung und insofern eine hohe Wärmeerzeugung erfolgt.

[0010] In besonders bevorzugter Ausführungsform ist das zweite Gehäuseteil daher mit der Antriebseinrichtung und/oder mindestens einer Statoreinrichtung gut wärmeleitend verbunden. Die Verbindung erfolgt insbesondere über ein Verpressen der Bauteile mit Übermaß. Hierdurch kann eine gute Wärmeleitung verwirklicht werden.

[0011] Gemäß der Erfindung ist das erste Gehäuseteil mit einem Lager, insbesondere dem druckseitigen Lager, verbunden. Das druckseitige Lager ist insbesondere bei einer kompakten Bauweise der Vakuumpumpe stark von der Wärmeentwicklung der Antriebseinrichtung und/oder des Verdichtungsbereichs der Pumpe beeinflusst. Dies ist insbesondere der Fall, wenn dieses Lager von einer Holweckstufe oder dergleichen umgeben ist.

[0012] Bei einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist das erste Gehäuseteil zusätzlich mit einer insbeson-

dere nur wenig wärmeerzeugenden Steuereinrichtung verbunden.

[0013] Erfindungsgemäß sind das erste Gehäuseteil und das zweite Gehäuseteil über eine geringe Wärmeleitfähigkeit aufweisende Verbindung miteinander verbunden sind. Hierbei handelt es sich beispielsweise um eine Verschraubung, wobei gegebenenfalls ein Dichtelement wie ein Luftspalt oder dergleichen vorgesehen sein kann. Insbesondere ist es auch möglich, dass die Kammern der beiden Gehäuseteile thermisch voneinander entkoppelt sind.

[0014] Durch das Vorsehen zweier gesonderter Gehäuseteile ist es möglich diese auf unterschiedlichem Temperaturniveau durch eine gesonderte Kühlung zu halten. Insbesondere kann das erste Gehäuseteil stärker gekühlt werden, sodass die Betriebstemperatur des Lagers und/oder einer Steuereinrichtung gering ist. Hierdurch kann beispielsweise die Lebensdauer eines Lagers deutlich erhöht werden. Dies wäre bei nicht getrennten Gehäuseteilen nur möglich, indem auch die stark wärmeerzeugenden Bauteile stark gekühlt würden. Dies würde einen erheblich höheren Energieaufwand mit sich bringen.

[0015] Das Verbinden der stark wärmeerzeugenden Bauteile über ein Trägerteil insbesondere durch Verpressen hat ferner den Vorteil, dass neben einer guten Wärmeübertragung auch die Positionierung dieser Bauteile sehr exakt definiert ist. Dies ist insbesondere hinsichtlich eines von dem Trägerteil getragenen Stators einer Holweckstufe oder dergleichen zweckmäßig. Bevorzugt ist es ferner, dass mit dem Trägerteil der Stator des Motors durch Verpressen verbunden ist. Hierdurch ist auch die Position des Motorstators eindeutig definiert.

[0016] Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer bevorzugten Ausführungsform unter Bezugnahme auf die anliegende Zeichnung näher erläutert.

[0017] Die Figur zeigt eine stark vereinfachte schematische Schnittansicht eines Teils einer Vakuumpumpe.

[0018] In der in der Figur schematisch dargestellten Vakuumpumpe trägt eine Rotorwelle 10 mehrere als Rotor scheiben 12 ausgebildete Rotorelemente. Mit einem oberen Gehäuseteil 14 sind im Bereich der Turbomolekularstufe Statorscheiben 16 verbunden bzw. werden von dem oberen Gehäuseteil getragen.

[0019] Des Weiteren ist mit der Rotorwelle 10 ein scheinb formiger Träger 18 fest verbunden. Der Träger 18 trägt im dargestellten Ausführungsbeispiel zwei als Rohrzylinder ausgebildete Rotorelemente 20, 22 einer Holweckstufe. Zwischen den Rotorelementen 20, 22 der Holweckstufe ist eine innere Statoreinrichtung 24 der Holweckstufe angeordnet. Das äußere Rotorelement 22 ist von einer weiteren Statoreinrichtung 26 der Holweckstufe umgeben, wobei diese äußere Statoreinrichtung 26 im dargestellten Ausführungsbeispiel einstückig mit einem zweiten Gehäuseteil 28 verbunden bzw. an der Innenseite des zweiten Gehäuseteils 28 ausgebildet ist.

[0020] Des Weiteren trägt die Rotorwelle 10 eine Antriebseinrichtung 30. Das druckseitige, in der Figur untere

Ende der Rotorwelle 10 ist von einem Wälz lager 32 getragen. Das Wälz lager 32 ist in einem ersten Gehäuseteil 34 angeordnet.

[0021] Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist zur Wärmeabfuhr der Antriebseinrichtung 30 bzw. des Motorstators der Antriebseinrichtung 30 der Motorstator fest mit einem Trägerteil 36 verbunden. Die Verbindung erfolgt insbesondere durch Verpressen. Das Trägerteil 36 trägt ferner die Statoreinrichtung 24, die ebenfalls durch Verpressen mit dem Trägerteil 36 verbunden ist. Das Trägerteil 36 ist sodann fest und wiederum gut wärmeleitfähig mit dem zweiten Gehäuseteil 28 verbunden. Die im Bereich der Holweckstufe erzeugte starke Wärme, sowie die von der Antriebseinrichtung 30 erzeugte starke Wärme wird somit aufgrund der gut wärmeleitfähigen Verpressungen nach außen in das zweite Gehäuseteil 28 eingeleitet.

[0022] Getrennt hiervon ist das Lager 32 mit dem ersten Gehäuseteil 34 verbunden. Das erste Gehäuseteil 34 ist beispielsweise mittels Schrauben oder dergleichen mit dem zweiten Gehäuseteil 28 verbunden. Gegebenenfalls ist in diesem Bereich zusätzlich eine Dichtung 38 vorgesehen. Insbesondere ist die Wärmeleitfähigkeit zwischen dem ersten Gehäuseteil 34 und dem zweiten Gehäuseteil 28 möglichst gering. Es ist hierdurch möglich das erste Gehäuseteil 34 gesondert von dem zweiten Gehäuseteil 28 zu kühlen, sodass die Betriebstemperatur des Lagers 32 reduziert werden kann. Dies führt zu einer Verlängerung der Lebensdauer.

30

Patentansprüche

1. Vakuumpumpe insbesondere Turbomolekularpumpe, mit

mit einer Rotorwelle (10) verbundenen Rotorelementen (20, 22),

mindestens einer mit einem Rotorelement (20, 22) zusammenwirkenden Statoreinrichtung (24, 26),

einer die Rotorwelle (10) antreibenden elektrischen Antriebseinrichtung (30),

die Rotorwelle (10) tragenden Lagern (32) und einem mehrere Gehäuseteile (14, 28, 34) aufweisenden Gehäuse,

wobei wärmeempfindliche Bauteile (32) mit einem

ersten Gehäuseteil (34) und stark wärmeerzeugende Bauteile (30, 24, 26) wie die Antriebseinrichtung (30) mit einem zweiten Gehäuseteil (28) verbunden sind, und

das zweite Gehäuseteil (28) wärmeleitfähig mit der Antriebseinrichtung (30) verbunden ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

das zweite Gehäuseteil (28) über ein Trägerteil (36) mit der Antriebseinrichtung (30) verbunden ist, wobei das erste Gehäuseteil (34) und das

zweite Gehäuseteil (28) mittels einer gering wärmeleitfähig aufweisenden Verbindung miteinander verbunden sind, oder thermisch voneinander entkoppelt sind,
wobei das zweite Gehäuseteil (28) mit dem Trägerteil (36) verpresst ist und wobei es sich bei dem wärmeempfindlichen Bauteil um eines der Lager handelt.

2. Vakuumpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit dem Trägerteil (36) zumindest eine Statoreinrichtung (24) insbesondere einer Holweckstufe, einer Siegbahnstufe, einer Gaedestufe oder eines Seitenkanalverdichters verbunden ist. 10
3. Vakuumpumpe nach den Ansprüchen 1 - 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Gehäuseteil (28) mit der Antriebseinrichtung (30) und/oder der Statoreinrichtung (24) gut wärmeleitfähig verbunden, insbesondere verpresst ist. 20
4. Vakuumpumpe nach den Ansprüchen 1 - 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Gehäuseteil (34) mit dem druckseitigen Lager (32) verbunden ist. 25
5. Vakuumpumpe nach den Ansprüchen 1 - 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Gehäuseteil (34) mit einer insbesondere wenig wärmerzeugenden Steuereinrichtung verbunden ist. 30
6. Vakuumpumpe nach den Ansprüchen 1 - 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Gehäuseteil (34) und das zweite Gehäuseteil (28) mit einer gesonderten Kühleinrichtung verbunden sind. 35

Claims

1. A vacuum pump, in particular a turbomolecular pump, comprising
rotor elements (20, 22) connected to a rotor shaft (10),
at least one stator means (24, 26) cooperating with a rotor element (20, 22),
an electric drive means (30) driving said rotor shaft (10),
bearings (32) supporting said rotor shaft (10), and
a housing including a plurality of housing portions (14, 28, 34),
wherein heat-sensitive components (32) are connected to a first housing portion (34), and strongly heat-generating components (30, 24, 26), such as said drive means (30), are connected to a second housing portion (28), and said second housing portion (28) is connected to said drive means (30) in a heat-conducting 50 manner,
characterized in that
said second housing portion (28) is connected to said drive means (30) via a supporting portion (36), wherein said first housing portion (34) and said second housing portion (28) are connected to each other via a connection which is heat-conducting to a small extent, or which are thermally decoupled from each other,
wherein the second housing portion (28) is press-fitted with the supporting portion (36), and wherein the heat-sensitive component is one of the bearings.

2. The vacuum pump according to claim 1, **characterized in that** the supporting portion (36) has connected thereto at least one stator means (24), in particular of a Holweck stage, a Siegbahn stage, a Gaede stage or a lateral channel compressor. 15
3. The vacuum pump according to claims 1-2, **characterized in that** the second housing portion (28) is connected, in particular press-fitted, to the drive means (30) and/or the stator means (24) in a good heat-conducting manner. 20
4. The vacuum pump according to claims 1-3, **characterized in that** the first housing portion (34) is connected to the discharge-side bearing (32). 25
5. The vacuum pump according to claims 1-4, **characterized in that** the first housing portion (34) is connected to a controller which in particular generates heat to a small extent. 30
6. The vacuum pump according to claims 1-5, **characterized in that** the first housing portion (34) and the second housing portion (28) are connected to a separate cooling means. 35

Revendications

1. Pompe à vide, en particulier pompe turbomoléculaire, comprenant
des éléments de rotor (20, 22) reliés à un arbre de rotor (10),
au moins un dispositif de stator (24, 26) coopérant avec un élément de rotor (20, 22),
un dispositif d'entraînement électrique (30) entraînant l'arbre de rotor (10),
des paliers (32) supportant l'arbre de rotor (10) et
un carter comprenant plusieurs parties de carter (14, 28, 34),
des composants thermosensibles (32) étant reliés à une première partie de carter (34) et des

composants fortement générateurs de chaleur (30, 24, 26) tels que le dispositif d'entraînement (30) étant reliés à une seconde partie de carter (28), et la seconde partie de carter (28) étant reliée de manière thermoconductrice au dispositif d'entraînement (30),
caractérisée en ce que
la seconde partie de carter (28) est reliée au dispositif d'entraînement (30) par l'intermédiaire d'une partie support (36), la première partie de carter (34) et la seconde partie de carter (28) étant reliées l'une à l'autre au moyen d'une liaison faiblement thermoconductrice ou étant thermiquement découplées l'une de l'autre, la seconde partie de carter (28) étant fabriquée par injection en même temps que la partie support (36) et le composant thermosensible étant un des paliers.

5

10

15

20

2. Pompe à vide selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'**au moins un dispositif de stator (24), en particulier un étage Holweck, un étage Siegbahn, un étage Gaede ou un compresseur à canal latéral, est relié à la partie support (36).

25

3. Pompe à vide selon les revendications 1 à 2, **caractérisée en ce que** la seconde partie de carter (28) est reliée au dispositif d'entraînement (30) et/ou au dispositif de stator (24) de manière à avoir une bonne conductivité thermique, en particulier est fabriquée par injection en même temps que celui-ci/ceux-ci.

30

4. Pompe à vide selon les revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** la première partie de carter (34) est reliée au palier (32) côté pression.

35

5. Pompe à vide selon les revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** la première partie de carter (34) est reliée à un dispositif de commande particulièrement peu génératrice de chaleur.

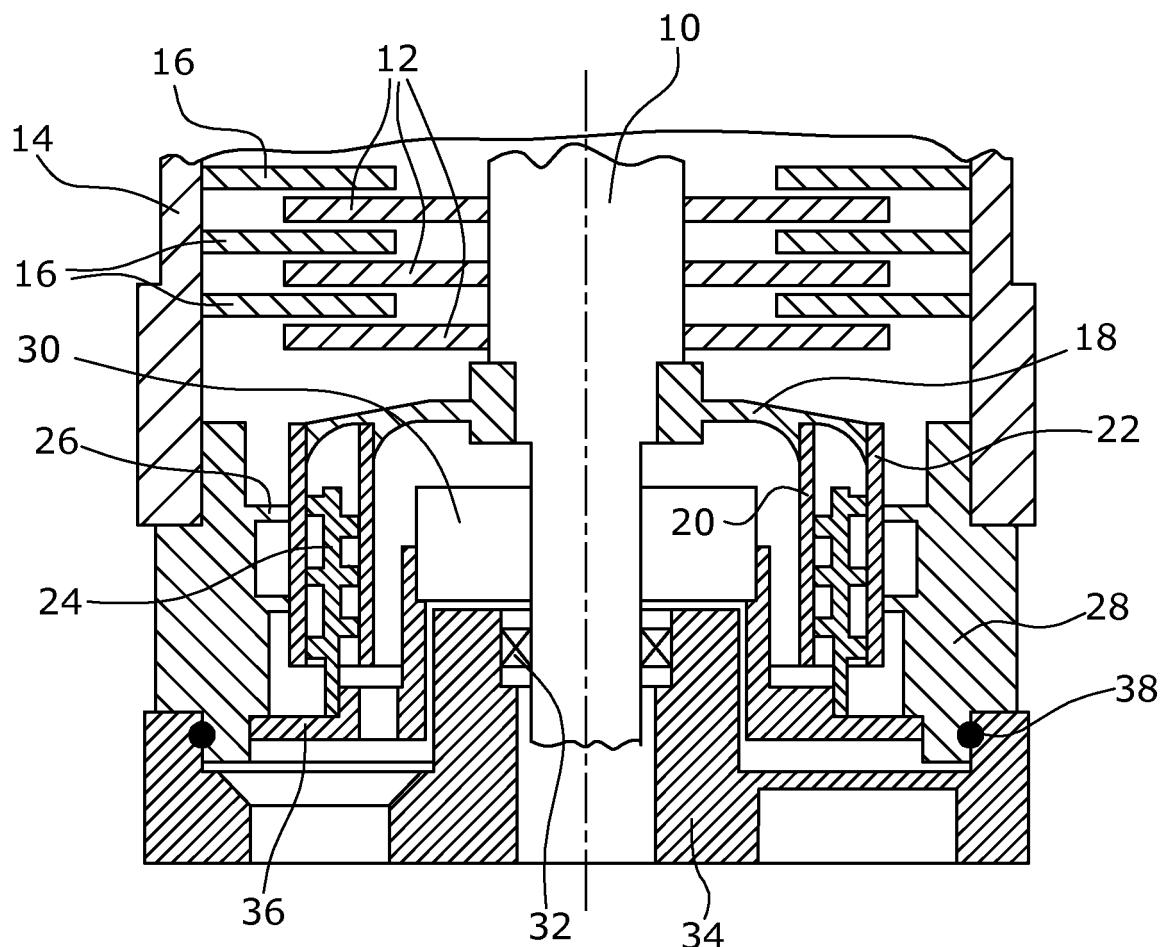
40

6. Pompe à vide selon les revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** la première partie de carter (34) et la seconde partie de carter (28) sont reliées à un dispositif de refroidissement séparé.

45

50

55



Figur

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

- WO 9400694 A1 **[0004]**
- DE 3932228 A1 **[0005]**