

(19)



(11)

EP 2 913 533 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.09.2015 Patentblatt 2015/36

(51) Int Cl.:
F04D 17/16 (2006.01) **F04D 19/04 (2006.01)**
F04D 29/54 (2006.01) **F04D 29/64 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **15152240.6**

(22) Anmeldetag: **23.01.2015**

(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:
• **Stoll, Tobias**
35644 Hohenahr (DE)
• **Antonacci, Marco**
35585 Wetzlar (DE)

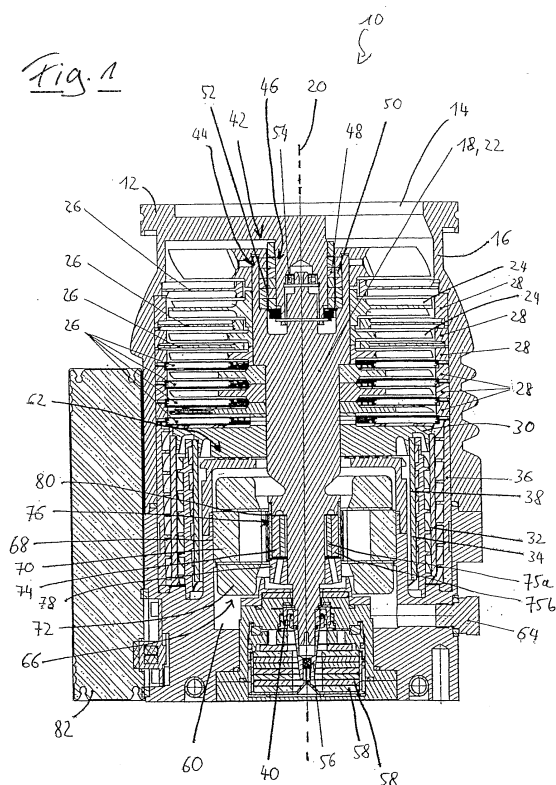
(30) Priorität: **28.02.2014 DE 102014102681**

(74) Vertreter: **Manitz, Finsterwald & Partner GbR**
Martin-Greif-Strasse 1
80336 München (DE)

(71) Anmelder: **PFEIFFER VACUUM GMBH**
35614 Asslar (DE)

(54) Statorscheibe

(57) Eine Statorscheibe (86) einer Turbomolekularpumpe (10, 84) umfasst wenigstens zwei teilingförmige Statorscheibenabschnitte (92), vorzugsweise zwei Statorscheibenhälften, mit jeweils mehreren in Umfangsrichtung aufeinanderfolgenden Blebschaufeln. Dabei sind die teilingförmigen Statorscheibenabschnitte (92) jeweils aus mehreren einzelnen Blechteilsegmenten (94) gebildet und die einzelnen Blechteilsegmente (94) eines jeweiligen teilingförmigen Statorscheibenabschnitts (92) im Bereich deren Innen- und/oder Außenumfangs (96 bzw. 98) über ein gemeinsames Spritzgussformteil (100) miteinander verbunden. Es werden auch eine Turbomolekularpumpe (10, 84) mit zumindest einer solchen Statorscheibe (86) sowie ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Statorscheibe (86) angegeben.

**EP 2 913 533 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Statorscheibe für eine Vakuumpumpe, insbesondere für eine Turbomolekularpumpe. Ferner betrifft die Erfindung eine Vakuumpumpe, insbesondere eine Turbomolekularpumpe, mit wenigstens einer solchen Statorscheibe sowie ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Statorscheibe.

[0002] Vakuumpumpen wie z.B. Turbomolekularpumpen dienen der Erzeugung eines Vakuums, beispielsweise für Elektronenmikroskope oder Massenspektrometer. Dabei werden Gasteilchen von Rotorscheiben der Turbomolekularpumpe beschleunigt und von Statorscheiben in eine Vorzugsrichtung gelenkt, wodurch eine das Vakuum erzeugende Strömung entsteht. Zu diesem Zweck umfassen sowohl die Rotorscheiben als auch die Statorscheiben zu einer senkrecht zur einer Rotorachse verlaufenden Ebene schräg gestellte Schaufeln, die die Gasteilchen beschleunigen bzw. ablenken.

[0003] Die Rotorscheiben sind drehfest mit einer schnelldrehenden Welle verbunden, deren Rotationsachse eine axiale Richtung der Turbomolekularpumpe definiert, während die Statorscheiben nicht mit der Welle gekoppelt, sondern an einem Gehäuse der Turbomolekularpumpe fixiert sind. Die Rotor- und Statorscheiben sind in der axialen Richtung abwechselnd angeordnet und durch Distanzringe voneinander beabstandet.

[0004] Bei der Montage der Turbomolekularpumpe werden die Rotor- und Statorscheiben sowie die Distanzringe auf der Welle angeordnet und das so entstehende Paket in das Gehäuse der Turbomolekularpumpe eingeführt. Dabei ist es wünschenswert, dass sich insbesondere die Statorscheiben nicht seitlich aus dem Paket herausbewegen und beim Einführen in das Gehäuse ein Verkeilen mit demselben unterbunden wird.

[0005] Die Statorscheiben werden üblicherweise aus einem Blechteil mittels eines Biege-, Stanz- und/oder Schneidumformprozesses hergestellt. Ein solches Verfahren besitzt gegenüber einer spanenden Herstellung von Statorscheiben wesentliche wirtschaftliche Vorteile. Zunehmende Abmessungen der Statorscheiben bringen hierbei jedoch eine Reihe von Nachteilen mit sich. So ist das erforderliche Werkzeug relativ teuer. Bei geringeren Blechstärken ist die Steifigkeit der Statorscheibe zu gering. Es müssen daher dickere Bleche verwendet werden, womit sich jedoch schlechtere Leitwerte ergeben und die Umformung deutlich erschwert wird. Zudem sind die zu erzeugenden Geometrien stark begrenzt, da durch Aufbiegen der Schaufeln aus der Blechebene offene Schaufelzwischenräume entstehen.

[0006] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine Statorscheibe, eine Vakuumpumpe, insbesondere eine Turbomolekularpumpe, sowie ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, mit denen die zuvor erwähnten Probleme beseitigt sind. Dabei soll eine jeweilige Statorscheibe bei hoher Flexibilität hinsichtlich der realisierbaren Geometrien der Statorscheibe möglichst einfach und entsprechend kostengünstig herstell-

bar sein.

[0007] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Statorscheibe mit den Merkmalen des Anspruchs 1, eine Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, mit den Merkmalen des Anspruchs 10 sowie ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 12 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Statorscheibe und der erfindungsgemäßen Pumpe sowie bevorzugte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0008] Die erfindungsgemäße Statorscheibe umfasst wenigstens zwei teiltringförmige Statorscheibenabschnitte, vorzugsweise zwei Statorscheibenhälften, mit jeweils mehreren in Umfangsrichtung aufeinanderfolgenden Blechschaufeln. Dabei sind die teiltringförmigen Statorscheibenabschnitte jeweils aus mehreren einzelnen Blechteilsegmenten gebildet, wobei die einzelnen Blechteilsegmente eines jeweiligen teiltringförmigen Statorscheibenabschnitts im Bereich deren Innen- und/oder Außenumfangs über ein gemeinsames Spritzgussformteil miteinander verbunden sind, insbesondere formschlüssig.

[0009] Nachdem die Statorscheibe aus einzelnen Blechteilen zusammengesetzt ist, die primär mittels Spritzgusstechnik im Bereich deren Innen- und/oder Außenumfangs miteinander verbunden sind, können zu deren Herstellung Umformwerkzeuge geringerer Komplexität eingesetzt werden, da sich mit den einzelnen Blechteilen eine entsprechend einfachere Geometrie ergibt.

[0010] Die Flexibilität hinsichtlich der realisierbaren Geometrien der Statorscheiben wird deutlich erhöht.

[0011] Die einzelnen Blechteilsegmente können jeweils nur eine oder auch jeweils mehrere Blechschaufeln umfassen.

[0012] Bevorzugt enthält der Werkstoff des Spritzgussformteils wenigstens ein Polymer. Dabei kann dieser Werkstoff insbesondere wenigstens ein Flüssigkristallpolymer (LCP-Polymer) enthalten.

[0013] Der Werkstoff des Spritzgussformteils kann wenigstens ein Polymer mit Verstärkung und/oder wenigstens ein Polymer ohne Verstärkung enthalten.

[0014] Von Vorteil ist insbesondere auch, wenn der Werkstoff des Spritzgussformteils wenigstens ein Füllmaterial, insbesondere wenigstens ein Füllmaterial mit erhöhter Wärmeleitfähigkeit enthält.

[0015] Bevorzugt sind die einzelnen Blechteilsegmente eines jeweiligen teiltringförmigen Statorscheibenabschnitts im Bereich deren Innen- und/oder Außenumfangs über ein formschlüssiges gemeinsames Spritzgussformteil miteinander verbunden.

[0016] Gemäß einer weiteren bevorzugten praktischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Statorscheibe sind die einzelnen Blechteilsegmente eines jeweiligen teiltringförmigen Statorscheibenabschnitts im Bereich deren Innenumfangs insbesondere in Axialrichtung durch das Spritzgussformteil oder durch zusätzliches Spritzgussmaterial verstärkt. Auf diese Weise kön-

nen die axialen Spalte im Bereich des Innenumfangs der Statorscheiben in Verbindung mit den die Statorscheibe umgebenden Rotorscheiben reduziert werden, ohne dass dazu die Statorscheiben im Übrigen dicker ausgeführt werden müssen.

[0017] Die Oberfläche des Spritzgussformteils und/oder des Spritzgussmaterials kann zumindest bereichsweise strukturiert sein, um eine Pumpstruktur bzw. pumpaktive Struktur auf der Oberfläche zu schaffen. Dabei kann durch eine entsprechende Struktur insbesondere einer Rückströmung innerhalb der Pumpe entgegengewirkt werden.

[0018] Die erfindungsgemäße Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, zeichnet sich dadurch aus, dass sie zumindest eine erfindungsgemäße Statorscheibe umfasst.

[0019] Gemäß einer bevorzugten praktischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vakuumpumpe sind die einzelnen Blechteilsegmente im Bereich deren Außenumfangs metallisch mit einem metallischen Distanzring verbunden. Ein solcher metallischer Distanzring dient insbesondere der thermischen Anbindung der Blechteilsegmente und deren besseren Integration in die Pumpe. Indem die Blechteilsegmente metallisch mit dem Distanzring verbunden sind, können sie die Wärme besser an die äußere Hülle der Pumpe abgeben.

[0020] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung einer Statorscheibe einer Vakuumpumpe, insbesondere einer Turbomolekularpumpe, mit wenigstens zwei teiltringförmigen Statorscheibenabschnitten, vorzugsweise zwei Statorscheibenhälften, mit jeweils mehreren in Umfangsrichtung aufeinanderfolgenden Blechschaufeln zeichnet sich dadurch aus, dass die teiltringförmigen Statorscheibenabschnitte jeweils aus mehreren einzelnen Blechteilsegmenten gebildet und die einzelnen Blechteilsegmente eines jeweiligen teiltringförmigen Statorscheibenabschnitts im Spritzgussverfahren miteinander verbunden werden, insbesondere form-schlüssig.

[0021] Gemäß einer bevorzugten praktischen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die einzelnen Blechteilsegmente eines jeweiligen teiltringförmigen Statorscheibenabschnitts im Bereich deren Innen- und/oder Außenumfangs über ein gemeinsames Spritzgussformteil miteinander verbunden.

[0022] Die einzelnen Blechteilsegmente können jeweils insbesondere mittels eines Biege-, Stanz- und/oder Schneidprozesses gebildet werden.

[0023] Erfindungsgemäß wird die Statorscheibe also aus einzelnen Blechteilen zusammengesetzt, die primär mittels Spritzgusstechnik im Bereich des Außen- und/oder Innenumfangs miteinander verbunden werden. Die Komplexität des zur Herstellung der Statorscheibe erforderlichen Umformwerkzeugs wird durch die einfache Geometrie der einzelnen Blechteile deutlich reduziert. Die hergestellten Blechteile werden in eine Spritzgussmaschine eingelegt und über ein Spritzgussverfahren miteinander verbunden. Dabei können die Blechteile

sowohl Einzelschaukeln als auch Statorscheibensegmente sein.

[0024] Die Flexibilität hinsichtlich der realisierbaren Geometrien der Statorscheibe wird deutlich erhöht. Überlappungen und Hinterschneidungen sind problemlos realisierbar. Durch das Spritzgussverfahren können insbesondere auch versteifende Elemente auf die Schaufeln aufgebracht werden, womit der zu deren Herstellung erforderliche Pressdruck im Vergleich zur Herstellung einer kompletten Statorscheibe bzw. Statorscheibenhälfte wesentlich reduziert wird. Es können entsprechend kleinere Pressen verwendet werden. Zudem können die Statorscheiben in pumpaxialer Richtung durch vorteilhafte Spritzgussgeometrien wesentlich steifer ausgeführt werden, ohne dass dazu die Blechdicke vergrößert werden muss.

[0025] Zudem kann die durch die Druckdifferenz zwischen der Ober- und Unterseite während des Flutvorgangs auftretende Durchbiegung der Statorscheibe reduziert werden. Zugunsten des Vakuumleistungsvermögens ist nunmehr auch eine Reduktion des Rotor/Stator-Spiels der Vakuumpumpe möglich.

[0026] Infolge des reduzierten Aufwands im Zusammenhang mit dem Stanzwerkzeug ist der erfindungsgemäße Einsatz der Spritzgusstechnik bereits bei geringeren Stückzahlen wirtschaftlich möglich.

[0027] Als Spritzgusswerkstoff können unterschiedliche Polymere mit oder auch ohne Verstärkung eingesetzt werden, wobei insbesondere LCP-Polymere aufgrund ihrer Beständigkeit und Vakuumtauglichkeit sehr gut geeignet sind. Überdies ist auch der Einsatz von Füllmaterialien mit erhöhter Wärmeleitfähigkeit denkbar.

[0028] Zur thermischen Anbindung der Schaufeln und zu deren besseren Integration in die Vakuumpumpe kann zusätzlich ein metallischer Distanzring eingebracht werden. Indem die Schaufelteile metallisch mit dem metallischen Distanzring verbunden werden, können diese die Wärme besser an die äußere Hülle der Turbomolekularpumpe abgeben. Die Schaufelteile bzw. einzelnen Blechteilsegmente werden über das Spritzgussverfahren miteinander fixiert. Dabei können insbesondere form-schlüssige Verbindungselemente Verwendung finden.

[0029] Während herkömmlich gestanzte komplette Statorscheibenhälften aus Blechmaterial in Kombination mit den sie umgebenden Rotorscheiben im Bereich des Innenumfangs zwei relativ große axiale Spalte aufweisen, die auf die unter Umformaspekten gesehen möglichst gering zu wählende Blechdicke zurückzuführen sind und sich aufgrund der begünstigten Rückströmung von Gasmolekülen während des Pumpvorgangs negativ auf das Vakuumleistungsvermögen der Pumpe auswirken, können diese Spalte infolge der erfindungsgemäß angewandten Spritzgusstechnik deutlich reduziert werden. So ist es mit dem erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren möglich, die Statorscheibe im Bereich deren Innenumfangs durch Spritzgussmaterial aufzudicken, um die axialen Spalte möglichst klein zu halten. Zusätzlich kann eine der Rückströmung entgegenwirkende

Pumpstruktur auf die gespritzte Oberfläche aufgebracht werden.

[0030] Die Schaufeln bzw. einzelnen Blechteilsegmente können erfindungsgemäß zusätzlich versteift sein bzw. werden, insbesondere mittels eines oder mehrerer in einem Biege-, Stanz- und/oder Schneidprozess hergestellter Versteifungselemente, insbesondere Sicken.

[0031] Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert; in dieser zeigen:

Fig. 1 eine schematische Querschnittsdarstellung einer beispielhaften Ausführungsform einer Turbomolekularpumpe zur Erläuterung des Grundprinzips einer solchen Turbomolekularpumpe, und

Fig. 2 eine schematische Querschnittsdarstellung eines Teils einer beispielhaften Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Turbomolekularpumpe mit wenigstens einer erfindungsgemäßen Statorscheibe.

[0032] Die in Fig. 1 gezeigte Turbomolekularpumpe 10 umfasst einen von einem Einlassflansch 12 umgebenen Pumpeneinlass 14 sowie mehrere Pumpstufen zur Förderung des an dem Pumpeneinlass 14 anstehenden Gases zu einem in Fig. 1 nicht dargestellten Pumpenauslass. In einem Gehäuse 16 der Turbomolekularpumpe 10 ist ein Rotor 18 mit einer um eine Rotationsachse 20 drehbar gelagerten Rotorwelle 22 angeordnet.

[0033] Zur Erzeugung einer Pumpwirkung umfasst die Turbomolekularpumpe 10 mehrere pumpwirksam miteinander in Serie geschaltete turbomolekulare Pumpstufen mit mehreren an der Rotorwelle 22 befestigten Rotorscheiben 24 und in axialer Richtung zwischen den Rotorscheiben 24 angeordneten Statorscheiben 26. Die Statorscheiben 26 sind durch Distanzringe 28 in einem gewünschten axialen Abstand zueinander gehalten.

[0034] Des Weiteren sind drei in radialer Richtung ineinander angeordnete und pumpwirksam miteinander in Serie geschaltete Holweckpumpstufen vorgesehen. Der rotorseitige Teil der Holweckpumpstufen umfasst eine mit der Rotorwelle 22 verbundene Rotornabe 30 und zwei an der Rotornabe 30 befestigte und von dieser getragene zylindermantelförmige Holweckrotorhülsen 32, 34, die koaxial zu der Rotationsachse 22 orientiert und in radialer Richtung ineinander geschachtelt sind. Ferner sind zwei zylindermantelförmige Holweckstatorhülsen 36, 38 vorgesehen, die ebenfalls koaxial zu der Rotationsachse 22 orientiert und in radialer Richtung ineinander geschachtelt sind.

[0035] Die pumpaktiven Oberflächen der Holweckpumpstufen sind jeweils durch die einander unter Ausbildung eines engen radialen Holweckspalts gegenüber liegenden radialen Mantelflächen einer jeweiligen Holweckrotorhülse 32, 34 und einer jeweiligen Holweckstatorhülse 36, 38 gebildet. Dabei ist jeweils eine der pumpaktiven Oberflächen glatt ausgebildet - vorwiegend die-

jenige der Holweckrotorhülse 32, 34 - während die gegenüberliegende pumpaktive Oberfläche der Holweckstatorhülse 36, 38 eine Strukturierung mit schraubenlinienförmig um die Rotationsachse 22 herum in axialer Richtung verlaufenden Nuten aufweist, in denen bei der Rotation des Rotors 18 das Gas vorangetrieben und dadurch gepumpt wird.

[0036] Die drehbare Lagerung der Rotorwelle 22 wird durch ein Wälzlager 40 im Bereich des Pumpenauslasses und ein Permanentmagnetlager 42 im Bereich des Pumpeneinlasses 14 bewirkt.

[0037] Das Permanentmagnetlager 42 umfasst eine rotorseitige Lagerhälfte 44 und eine statorseitige Lagerhälfte 46, welche jeweils einen Ringstapel aus mehreren in axialer Richtung aufeinander gestapelten permanentmagnetischen Ringen 48, 50 umfassen, wobei sich die Magnetringe 48, 50 einander unter Ausbildung eines radialen Lagerspalts 52 gegenüberliegen.

[0038] Innerhalb des Magnetlagers 42 ist ein Not- bzw. Fanglager 54 vorgesehen, welches als ungeschmiertes oder trockengeschmiertes Wälzlager ausgebildet ist und im normalen Betrieb der Turbomolekularpumpe 10 ohne Berührung leerläuft und erst bei einer übermäßigen radialen Auslenkung des Rotors 18 gegenüber dem Stator in Eingriff gelangt, um einen radialen Anschlag für den Rotor 18 zu bilden, der eine Kollision der rotorseitigen Strukturen mit den statorseitigen Strukturen verhindert. Das Notlager 54 definiert somit die maximale radiale Auslenkung des Rotors 18.

[0039] Im Bereich des Wälzlagers 40 ist an der Rotorwelle 22 eine konische Spritzmutter 56 mit einem zu dem Wälzlager 40 hin zunehmenden Außendurchmesser vorgesehen. Die Spritzmutter 56 steht mit zumindest einem Abstreifer eines mehrere aufeinander gestapelte saugfähige Scheiben 58 umfassenden Betriebsmittelspeichers in gleitendem Kontakt, welche mit einem Betriebsmittel wie z.B. einem Schmiermittel für das Wälzlager 40 getränkt sind.

[0040] Im Betrieb der Turbomolekularpumpe 10 wird das Betriebsmittel durch kapillare Wirkung von dem Betriebsmittelspeicher über den Abstreifer auf die rotierende Spritzmutter 56 übertragen und infolge der Zentrifugalkraft entlang der Spritzmutter in Richtung des größer werdenden Außendurchmessers der Spritzmutter 56 zu dem Wälzlager 40 hin gefördert, wo es zum Beispiel eine schmierende Funktion erfüllt.

[0041] Die Turbomolekularpumpe 10 umfasst einen Motorraum 60, in den sich die Rotorwelle 22 hinein erstreckt. Der Motorraum 60 ist im Bereich des Eintritts der Rotorwelle 22 durch eine Siegbahnstufe 62 gegenüber einem Arbeits- bzw. Schöpfraum der Turbomolekularpumpe 10 abgedichtet. Alternativ oder zusätzlich kann die Abdichtung auch durch eine Labyrinthdichtung erfolgen. Ein Sperrgaseinlass 64 ermöglicht die Zuführung eines Sperrgases in den Motorraum 60.

[0042] In dem Motorraum 60 ist ein Antriebsmotor 66 angeordnet, welcher zum drehenden Antreiben des Rotors 18 dient. Der Antriebsmotor 66 umfasst einen Mo-

torstator 68 mit einem Kern 70 und mit mehreren in Fig. 1 nur schematisch dargestellten Spulen 72, die in an der radialen Innenseite des Kerns 70 vorgesehenen Nuten des Kerns 70 festgelegt sind. Der Kern 70 besteht aus einem Blechpaket mit mehreren in axialer Richtung aufeinander gestapelten Blechscheiben aus einem weichmagnetischen Material.

[0043] Der Läufer des Antriebsmotors 77, welcher auch als Anker bezeichnet wird, ist durch die Rotorwelle 22 gebildet, die sich durch den Motorstator 68 hindurch erstreckt. Auf dem sich durch den Motorstator 68 hindurch erstreckenden Abschnitt der Rotorwelle 22 ist radial außenseitig eine Permanentmagnetanordnung 74 festgelegt. Zwischen dem Motorstator 68 und dem sich durch den Motorstator 68 hindurch erstreckenden Abschnitt der Rotorwelle 22 ist ein radialer Motorspalt 76 ausgebildet, über den sich der Motorstator 68 und die Permanentmagnetanordnung 74 zur Übertragung des Antriebsmoments magnetisch beeinflussen.

[0044] Die Permanentmagnetanordnung 74 ist an der Rotorwelle 22 mittels Kleben und/oder Schrumpfen und/oder Aufpressen fixiert. Die Permanentmagnetanordnung 74 umfasst einen weichmagnetischen Rückschluss 75a aus Eisenblechen oder aus massivem Eisen sowie einen Permanentmagneten 75b. Eine Kapselung 80, die als CFK- oder Edelstahlhülse ausgebildet ist, umgibt die Permanentmagnetanordnung 74 an deren radialer Außenseite und dichtet diese gegenüber dem Motorspalt 76 ab. Auf der Rotorwelle 22 ist ferner ein Wuchtring 78 mittels Kleben und/oder Schrumpfen und/oder Aufpressen angebracht, welcher Gewindebohrungen zur Aufnahme von Wuchtgewichten aufweist. Der Wuchtring 78 besitzt keine direkte mechanische Verbindung zur Permanentmagnetanordnung 74, um keine axialen Zwangskräfte auf die Permanentmagnetanordnung 74 zu übertragen.

[0045] Eine Steuer- und Stromversorgungseinheit 82 ist dazu eingerichtet, den Antriebsmotor 66 während des Betriebs der Turbomolekularpumpe 10 mit elektrischer Energie zu versorgen.

[0046] Fig. 2 zeigt in schematischer Querschnittsdarstellung einen Teil einer beispielhaften Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Turbomolekularpumpe 84 mit wenigstens einer erfindungsgemäßen Statorscheibe 86.

[0047] In der Fig. 2 ist eine beispielhafte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Statorscheibe 86 zu erkennen, die zwischen zwei an einer Rotorwelle 88 befestigten Rotorscheiben 90 angeordnet ist. Durch Pfeile 106 ist die Pumprichtung angegeben. Mit HV ist die Hochvakuumseite und mit W die Vorvakuumseite der Pumpe angedeutet.

[0048] Die Statorscheibe 86 umfasst wenigstens zwei teilringförmige Statorscheibenabschnitte 92, vorzugsweise zwei Statorscheibenhälften, mit jeweils mehreren in Umfangsrichtung aufeinanderfolgenden Blechschaufeln.

[0049] Die teilringförmigen Statorscheibenabschnitte 92 sind jeweils aus mehreren einzelnen Blechteilseg-

menten 94 gebildet. Dabei sind die einzelnen Blechteilsegmente 94 eines jeweiligen teilringförmigen Statorscheibenabschnitts 92 im Bereich deren Innen- und/oder Außenumfangs 96 bzw. 98, im vorliegenden Fall beispielsweise im Bereich deren Innenumfangs 96, über ein gemeinsames Spritzgussformteil 100 miteinander verbunden.

[0050] Die einzelnen Blechteilsegmente 94 können jeweils wenigstens eine oder auch jeweils mehrere Blechschaufeln umfassen.

[0051] Der Werkstoff des Spritzgussformteils 100 kann wenigstens ein Polymer, insbesondere wenigstens ein LCP-Polymer enthalten.

[0052] Dabei kann der Werkstoff des Spritzgussformteils 100 wenigstens ein Polymer mit und/oder wenigstens ein Polymer ohne Verstärkung enthalten.

[0053] Der Werkstoff des Spritzgussformteils 100 kann insbesondere auch wenigstens ein Füllmaterial, insbesondere wenigstens ein Füllmaterial mit erhöhter Wärmeleitfähigkeit enthalten.

[0054] Durch das Spritzgussformteil 100 sind jeweils die mit den benachbarten Rotorscheiben 90 gebildeten axialen Spalte reduziert.

[0055] Das Spritzgussformteil 100 ist in den Bereichen 102 mit einer pumpaktiven Struktur versehen, deren Wirkungsrichtung durch Pfeile 108 angedeutet ist und die insbesondere eine Siegbahngeometrie aufweist.

[0056] Wie in der Fig. 2 dargestellt, können die einzelnen Blechteilsegmente 94 im Bereich deren Außenumfangs 98 metallisch mit einem metallischen Distanzring 104 verbunden sein.

[0057] Im Übrigen kann die Turbomolekularpumpe 84 zumindest im Wesentlichen wieder so ausgeführt sein wie die Turbomolekularpumpe 10 gemäß Fig. 1.

[0058] Das erfindungsgemäße Verfahren betrifft die Herstellung einer solchen Statorscheibe 86 und zeichnet sich entsprechend dadurch aus, dass die teilringförmigen Statorscheibenabschnitte 92 jeweils aus mehreren einzelnen Blechteilsegmenten 94 gebildet und die einzelnen Blechteilsegmente 94 über ein gemeinsames Spritzgussformteil 100 miteinander verbunden werden.

[0059] Die einzelnen Blechteilsegmente 94 können jeweils mittels eines Biege-, Stanzund/oder Schneidprozesses gebildet werden.

Bezugszeichenliste

[0060]

10	Turbomolekularpumpe
12	Einlassflansch
14	Pumpeneinlass
16	Gehäuse
18	Rotor
20	Rotorachse
22	Rotorwelle
24	Rotorscheibe
26	Statorscheibe

28 Distanzring
 30 Rotornabe
 32 Holweck-Rotorhülse
 34 Holweck-Rotorhülse
 36 Holweck-Statorhülse
 38 Holweck-Statorhülse
 40 Wälzlager
 42 Permanentmagnetlager
 44 rotorseitige Lagerhälfte
 46 statorseitige Lagerhälfte
 48 Magnetring
 50 Magnetring
 52 Lagerspalt
 54 Fanglager
 56 Spritzmutter
 58 saugfähige Scheibe
 60 Motorraum
 62 Siegbahnstufe
 64 Sperrgaseinlass
 66 Antriebsmotor
 68 Motorstator
 70 Kern
 72 Spule
 74 Permanentmagnetanordnung
 75a weichmagnetischer Rückschluss
 75b Permanentmagnet
 76 Motorspalt
 78 Wuchtring
 80 Kapselung
 82 Steuer- und Stromversorgungseinheit
 84 Turbomolekularpumpe
 86 Statorscheibe
 88 Rotorwelle
 90 Rotorscheibe
 92 Statorscheibenabschnitt
 94 Blechteilsegment
 96 Innenumfang
 98 Außenumfang
 100 Spritzgussformteil
 102 strukturierter Bereich
 104 metallischer Distanzring
 106 Pumprichtung
 108 Wirkungsrichtung

Patentansprüche

1. Statorscheibe (86) einer Vakuumpumpe, insbesondere einer Turbomolekularpumpe (10, 84), die wenigstens zwei teilingförmige Statorscheibenabschnitte (92), vorzugsweise zwei Statorscheibenabschnitten, mit jeweils mehreren in Umfangsrichtung aufeinanderfolgenden Blechschaukeln umfasst, wobei die teilingförmigen Statorscheibenabschnitte (92) jeweils aus mehreren einzelnen Blechteilsegmenten (94) gebildet sind und die einzelnen Blechteilsegmente (94) eines jeweiligen teilingförmigen Statorscheibenabschnitts (92) im Bereich deren In-

nen- und/oder Außenumfangs (96 bzw. 98) über ein gemeinsames Spritzgussformteil (100) miteinander verbunden sind.

5 2. Statorscheibe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die einzelnen Blechteilsegmente (94) jeweils wenigstens eine Blechschaukel umfassen.

10 3. Statorscheibe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkstoff des Spritzgussformteils (100) wenigstens ein Polymer enthält, wobei insbesondere der Werkstoff des Spritzgussformteils (100) wenigstens ein LCP-Polymer enthält.

15 4. Statorscheibe nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkstoff des Spritzgussformteils (100) wenigstens ein Polymer mit Verstärkung enthält.

20 5. Statorscheibe nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkstoff des Spritzgussformteils (100) wenigstens ein Füllmaterial, insbesondere wenigstens ein Füllmaterial mit erhöhter Wärmeleitfähigkeit enthält.

25 6. Statorscheibe nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die einzelnen Blechteilsegmente (94) eines jeweiligen teilingförmigen Statorscheibenabschnitts (92) im Bereich deren Innen- und/oder Außenumfangs (96 bzw. 98) über ein formschlüssiges gemeinsames Spritzgussformteil (100) miteinander verbunden sind.

30 7. Statorscheibe nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die einzelnen Blechteilsegmente (94) eines jeweiligen teilingförmigen Statorscheibenabschnitts (92) im Bereich deren Innenumfangs (96) insbesondere in Axialrichtung durch das Spritzgussformteil und/oder durch zusätzliches Spritzgussmaterial verstärkt sind.

35 8. Statorscheibe nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberfläche des Spritzgussformteils und/oder zusätzlichen Spritzgussmaterials zumindest bereichsweise strukturiert, insbesondere mit einer Pumpstruktur versehen, ist.

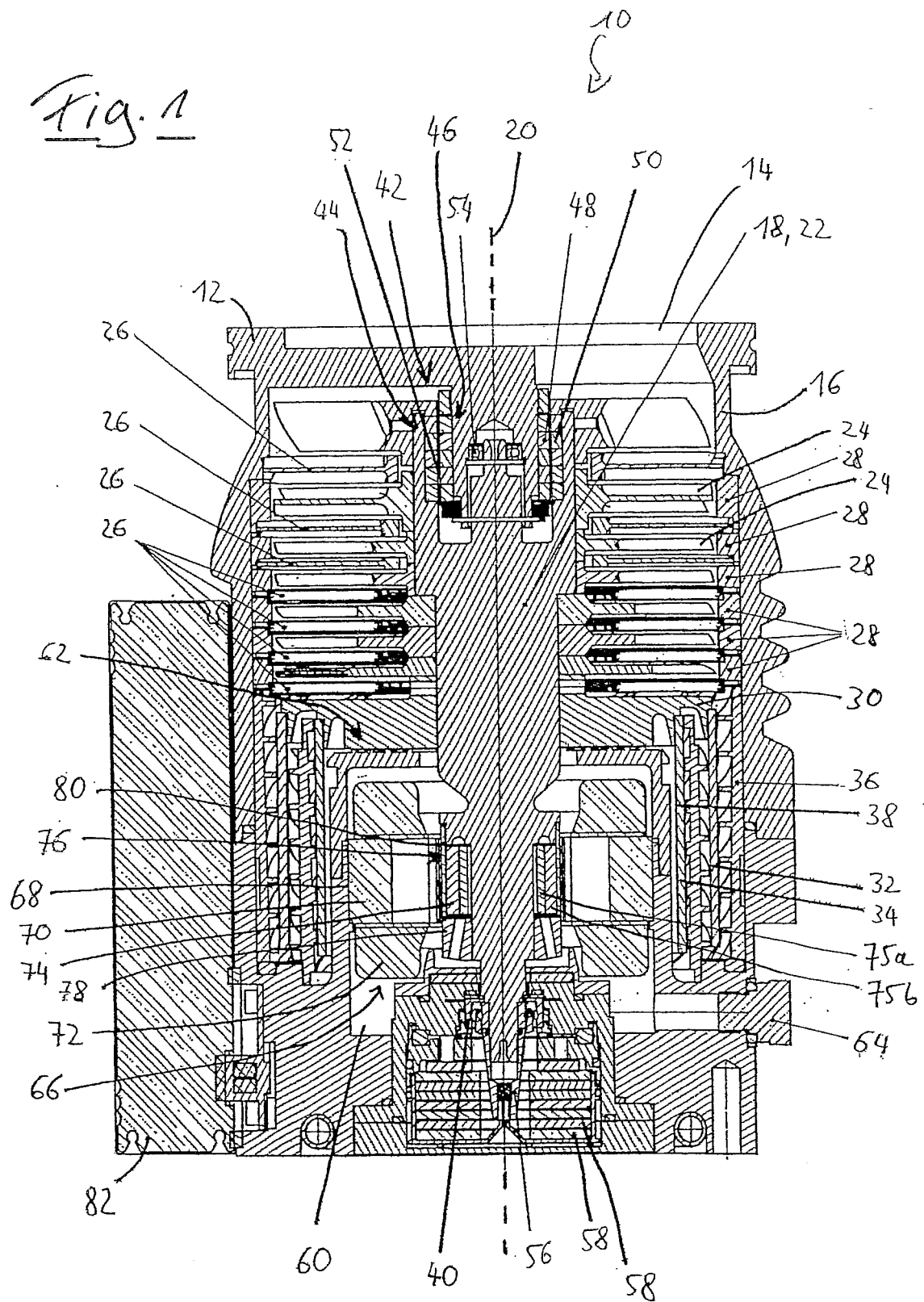
40 9. Statorscheibe nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaukeln bzw. einzelnen Blechteilsegmente (94) zusätzlich versteift sind, insbesondere mittels eines oder mehrerer

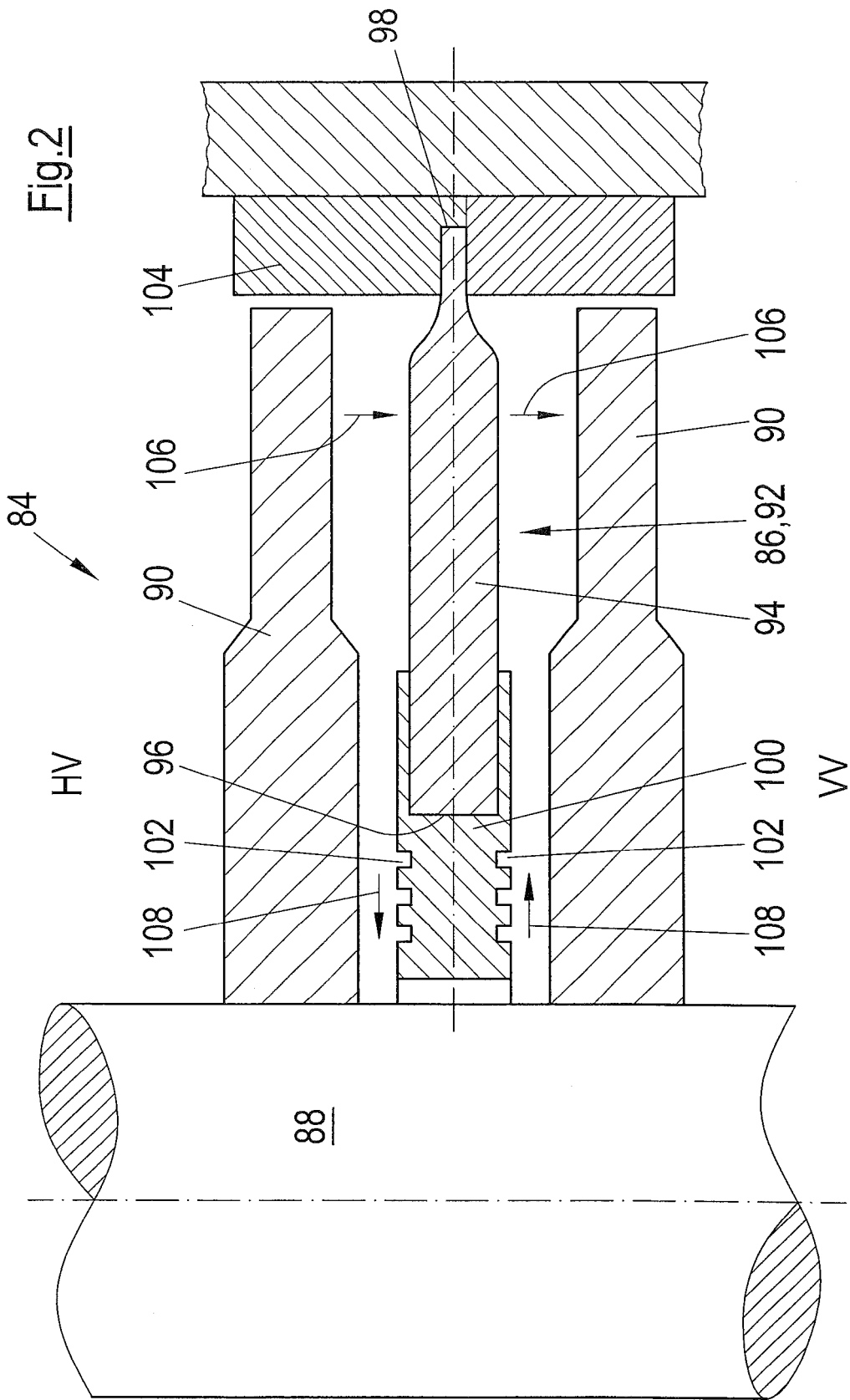
in einem Biege-, Stanz- und/oder Schneidprozess hergestellter Versteifungselemente, insbesondere Sicken.

10. Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe (10, 84), mit zumindest einer Statorscheibe (86) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche. 5
11. Vakuumpumpe nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die einzelnen Blechteilsegmente (94) im Bereich deren Außenumfangs (98) metallisch mit einem metallischen Dis- 10
tanzring (104) verbunden sind. 15
12. Verfahren zur Herstellung einer Statorscheibe (86) einer Vakuumpumpe, insbesondere einer Turbomo- 20
lekularpumpe (10, 84), die wenigstens zwei teiling-
förmige Statorscheibenabschnitte (92), vorzugswei-
se zwei Statorscheibenhälften, mit jeweils mehreren
in Umfangsrichtung aufeinanderfolgenden Blech-
schaufeln umfasst, wobei die teilingförmigen Sta-
torscheibenabschnitte (92) jeweils aus mehreren
einzelnen Blechteilsegmenten (94) gebildet und die 25
einzelnen Blechteilsegmente (94) eines jeweiligen
teilingförmigen Statorscheibenabschnitts (92) im
Spritzgussverfahren miteinander verbunden wer-
den. 25
13. Verfahren nach Anspruch 12, 30
dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen
Blechteilsegmente (94) eines jeweiligen teilingfö-
rmigen Statorscheibenabschnitts (92) im Bereich de-
ren Innen- und/oder Außenumfangs (96 bzw. 98)
über ein gemeinsames Spritzgussformteil (100) mit- 35
einander verbunden werden. 35
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, 40
dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen
Blechteilsegmente (94) jeweils mittels eines Biege-,
Stanz- und/oder Schneidprozesses gebildet wer-
den. 40
15. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 12
bis 14, 45
dadurch gekennzeichnet, dass die Schaufeln bzw.
einzelnen Blechteilsegmente (94) zusätzlich ver-
steift werden, insbesondere mittels eines oder meh-
rerer in einem Biege-, Stanz- und/oder Schneidpro-
zess hergestellter Versteifungselemente, insbeson- 50
dere Sicken. 50

55

Fig. 1







EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 15 2240

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	JP 2013 092063 A (SHIMADZU CORP) 16. Mai 2013 (2013-05-16) * Zusammenfassung * * Absatz [0032] - Absatz [0034]; Abbildung 5 * * Absatz [0036] - Absatz [0038]; Abbildung 5 * * Absatz [0044]; Abbildung 8 *	1,2, 10-12,14	INV. F04D17/16 F04D19/04 F04D29/54 F04D29/64
A	DE 699 28 866 T2 (BOC EDWARDS JAPAN LTD [JP]) 6. Juli 2006 (2006-07-06) * Absatz [0033] * * Absatz [0040] - Absatz [0042]; Abbildung 1 * * Absatz [0060] - Absatz [0063]; Abbildungen 2a-2e * * Absatz [0067] *	1,7, 9-12,14, 15	
A	EP 1 918 588 A2 (PFEIFFER VACUUM GMBH [DE]) 7. Mai 2008 (2008-05-07) * Absatz [0016] - Absatz [0020]; Abbildungen 1a,1b,2 *	1,2, 10-12,14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F04D
A	EP 1 795 756 A1 (BOC EDWARDS JAPAN LTD [JP] EDWARDS JAPAN LTD [JP]) 13. Juni 2007 (2007-06-13) * Absatz [0039] - Absatz [0045]; Abbildungen 3-4 * * Absatz [0055] - Absatz [0059]; Abbildungen 7-9 *	1,10-12, 14	
A	JP 2004 353652 A (OSAKA VACUUM LTD) 16. Dezember 2004 (2004-12-16) * Zusammenfassung * * Absatz [0014] - Absatz [0023]; Abbildungen 1-3 * * Absatz [0045] - Absatz [0049]; Abbildungen 11-12 *	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 26. Juni 2015	Prüfer Di Giorgio, F
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 15 2240

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

26-06-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2013092063 A	16-05-2013	KEINE	
DE 69928866 T2	06-07-2006	DE 69928866 T2	06-07-2006
		EP 0967395 A2	29-12-1999
		JP 3013083 B2	28-02-2000
		JP 2000009088 A	11-01-2000
		KR 20000006393 A	25-01-2000
		US 6334754 B1	01-01-2002
EP 1918588 A2	07-05-2008	DE 102006050565 A1	30-04-2008
		EP 1918588 A2	07-05-2008
EP 1795756 A1	13-06-2007	EP 1795756 A1	13-06-2007
		JP 4676731 B2	27-04-2011
		JP 2006077713 A	23-03-2006
		KR 20070050952 A	16-05-2007
		US 2008118351 A1	22-05-2008
		WO 2006027961 A1	16-03-2006
JP 2004353652 A	16-12-2004	JP 4527966 B2	18-08-2010
		JP 2004353652 A	16-12-2004

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82