

(19)



(11)

EP 2 913 533 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
08.01.2020 Patentblatt 2020/02

(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**

(54) **Statorscheibe**

Stator disc

Disque de stator

(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: **28.02.2014 DE 102014102681**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.09.2015 Patentblatt 2015/36

(73) Patentinhaber: **PFEIFFER VACUUM GMBH
35614 Asslar (DE)**

(72) Erfinder:
• **Stoll, Tobias
35644 Hohenahr (DE)**

• **Antonacci, Marco
35585 Wetzlar (DE)**

(74) Vertreter: **Manitz Finsterwald
Patent- und Rechtsanwaltspartnerschaft mbB
Martin-Greif-Strasse 1
80336 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 1 795 756 EP-A2- 1 918 588
DE-T2- 69 928 866 JP-A- 2004 353 652
JP-A- 2013 092 063**

EP 2 913 533 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 Statorscheibe für eine Vakuumpumpe gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, 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 gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 12.

[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] Aus JP 2013 092063 A sind eine Statorscheibe gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren gemäß Oberbegriff des Anspruchs 12 bekannt. Zum Stand der Technik wird außerdem verwiesen auf DE 699 28 866 T2, die eine Turbomolekularpumpe mit Statorschaufeln aufweist, welche eine Struktur mit relativ kleinen Krümmungen besitzen, sowie auf EP 1 918 588 A2, die eine Statorscheibe für eine Turbomolekularpumpe zeigt, welche radial außen als Distanzring dienende, aus der Scheibenebene herausgestellte Laschen aufweist.

[0006] 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.

[0007] 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 herstellbar sein.

[0008] 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.

[0009] Die erfindungsgemäße Statorscheibe umfasst wenigstens zwei teilringförmige Statorscheibenabschnitte, vorzugsweise zwei Statorscheibenhälften, mit jeweils mehreren in Umfangsrichtung aufeinanderfolgenden Blechschaufeln. Dabei sind die teilringförmigen Statorscheibenabschnitte jeweils aus mehreren einzelnen Blechteilsegmenten gebildet, wobei die einzelnen Blechteilsegmente eines jeweiligen teilringförmigen Statorscheibenabschnitts im Bereich deren Innen- und/oder Außenumfangs über ein gemeinsames Spritzgussformteil miteinander verbunden sind, insbesondere form-schlüssig.

[0010] 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.

[0011] Die Flexibilität hinsichtlich der realisierbaren Geometrien der Statorscheiben wird deutlich erhöht.

[0012] Die einzelnen Blechteilsegmente können jeweils nur eine oder auch jeweils mehrere Blechschaufeln umfassen.

[0013] Bevorzugt enthält der Werkstoff des Spritzgussformteils wenigstens ein Polymer. Dabei kann dieser Werkstoff insbesondere wenigstens ein Flüssigkristallpolymer (LCP-Polymer) enthalten.

[0014] Der Werkstoff des Spritzgussformteils kann wenigstens ein Polymer mit Verstärkung und/oder wenigstens ein Polymer ohne Verstärkung enthalten.

[0015] Von Vorteil ist insbesondere auch, wenn der Werkstoff des Spritzgussformteils wenigstens ein Füllmaterial, insbesondere wenigstens ein Füllmaterial mit erhöhter Wärmeleitfähigkeit enthält.

[0016] Bevorzugt sind die einzelnen Blechteilsegmente eines jeweiligen teilingförmigen Statorscheibenabschnitts im Bereich deren Innen- und/oder Außenumfangs über ein formschlüssiges gemeinsames Spritzgussformteil miteinander verbunden.

[0017] Gemäß einer weiteren bevorzugten praktischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Statorscheibe sind die einzelnen Blechteilsegmente eines jeweiligen teilingförmigen Statorscheibenabschnitts im Bereich deren Innenumfangs insbesondere in Axialrichtung durch das Spritzgussformteil oder durch zusätzliches Spritzgussmaterial verstärkt. Auf diese Weise können 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.

[0018] Die Oberfläche des Spritzgussformteils und/oder des Spritzgussmaterials kann zumindest teilweise 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.

[0019] Die erfindungsgemäße Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, zeichnet sich dadurch aus, dass sie zumindest eine erfindungsgemäße Statorscheibe umfasst.

[0020] 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.

[0021] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung einer Statorscheibe einer Vakuumpumpe, insbesondere einer Turbomolekularpumpe, mit wenigstens zwei teilingförmigen Statorscheibenabschnitten, vorzugsweise zwei Statorscheibenhälften, mit jeweils mehreren in Umfangsrichtung aufeinanderfolgenden Blechschaufeln zeichnet sich dadurch aus, dass die teilingförmigen Statorscheibenabschnitte jeweils aus mehreren einzelnen Blechteilsegmenten gebildet und die einzelnen Blechteilsegmente eines jeweiligen teilingförmigen Statorscheibenabschnitts im Spritzgussverfahren miteinander verbunden werden, insbesondere formschlüssig.

[0022] Gemäß einer bevorzugten praktischen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die einzelnen Blechteilsegmente eines jeweiligen teilingförmigen Statorscheibenabschnitts im Bereich deren Innen- und/oder Außenumfangs über ein gemeinsames Spritzgussformteil miteinander verbunden.

[0023] Die einzelnen Blechteilsegmente können je-

weils insbesondere mittels eines Biege-, Stanz- und/oder Schneidprozesses gebildet werden.

[0024] 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.

[0025] Die Flexibilität hinsichtlich der realisierbaren Geometrien der Statorscheibe wird deutlich erhöht. Überlappungen und Hinterschnidungen 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.

[0026] 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.

[0027] Infolge des reduzierten Aufwands im Zusammenhang mit dem Stanzwerkzeug ist der erfindungsgemäße Einsatz der Spritzgusstechnik bereits bei geringeren Stückzahlen wirtschaftlich möglich.

[0028] 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.

[0029] 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 formschlüssige Verbindungselemente Verwendung finden.

[0030] Während herkömmlich gestanzte komplette Statorscheibenhälften aus Blechmaterial in Kombination mit den sie umgebenden Rotorscheiben im Bereich des Innenumfangs zwei relativ große axiale Spalte aufwei-

sen, 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.

[0031] 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.

[0032] 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.

[0033] 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.

[0034] 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.

[0035] 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 Rotornäbe 30 und zwei an der Rotornäbe 30 befestigte und von dieser getragene zylindermantelförmige Holweckrotorhülsen 32,

34, die coaxial zu der Rotationsachse 22 orientiert und in radialer Richtung ineinander geschachtelt sind. Ferner sind zwei zylindermantelförmige Holweckstatorhülsen 36, 38 vorgesehen, die ebenfalls coaxial zu der Rotationsachse 22 orientiert und in radialer Richtung ineinander geschachtelt sind.

[0036] 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 diejenige 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.

[0037] 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.

[0038] 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.

[0039] 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.

[0040] 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.

[0041] 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.

[0042] 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.

[0043] In dem Motorraum 60 ist ein Antriebsmotor 66 angeordnet, welcher zum drehenden Antreiben des Rotors 18 dient. Der Antriebsmotor 66 umfasst einen Motorstator 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.

[0044] 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.

[0045] 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.

[0046] Eine Steuer- und Stromversorgungseinheit 82 ist dazu eingerichtet, den Antriebsmotor 66 während des Betriebs der Turbomolekularpumpe 10 mit elektrischer Energie zu versorgen.

[0047] Fig. 2 zeigt in schematischer Querschnittsdarstellung einen Teil einer beispielhaften Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Turbomolekularpumpe 84 mit wenigstens einer erfindungsgemäßen Statorscheibe 86.

[0048] In der Fig. 2 ist eine beispielhafte Ausführungs-

form 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 VV die Vorvakuumseite der Pumpe angedeutet.

[0049] Die Statorscheibe 86 umfasst wenigstens zwei teiltringförmige Statorscheibenabschnitte 92, vorzugsweise zwei Statorscheibenhälften, mit jeweils mehreren in Umfangsrichtung aufeinanderfolgenden Blechschaufeln.

[0050] Die teiltringförmigen Statorscheibenabschnitte 92 sind jeweils aus mehreren einzelnen Blechteilsegmenten 94 gebildet. Dabei sind die einzelnen Blechteilsegmente 94 eines jeweiligen teiltringförmigen 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.

[0051] Die einzelnen Blechteilsegmente 94 können jeweils wenigstens eine oder auch jeweils mehrere Blechschaufeln umfassen.

[0052] Der Werkstoff des Spritzgussformteils 100 kann wenigstens ein Polymer, insbesondere wenigstens ein LCP-Polymer enthalten.

[0053] Dabei kann der Werkstoff des Spritzgussformteils 100 wenigstens ein Polymer mit und/oder wenigstens ein Polymer ohne Verstärkung enthalten.

[0054] Der Werkstoff des Spritzgussformteils 100 kann insbesondere auch wenigstens ein Füllmaterial, insbesondere wenigstens ein Füllmaterial mit erhöhter Wärmeleitfähigkeit enthalten.

[0055] Durch das Spritzgussformteil 100 sind jeweils die mit den benachbarten Rotorscheiben 90 gebildeten axialen Spalte reduziert.

[0056] 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.

[0057] Wie in der Fig. 2 dargestellt, können die einzelnen Blechteilsegmente 94 im Bereich deren Außenumfangs 98 metallisch mit einem metallischen Distanzring 104 verbunden sein.

[0058] Im Übrigen kann die Turbomolekularpumpe 84 zumindest im Wesentlichen wieder so ausgeführt sein wie die Turbomolekularpumpe 10 gemäß Fig. 1.

[0059] Das erfindungsgemäße Verfahren betrifft die Herstellung einer solchen Statorscheibe 86 und zeichnet sich entsprechend dadurch aus, dass die teiltringförmigen Statorscheibenabschnitte 92 jeweils aus mehreren einzelnen Blechteilsegmenten 94 gebildet und die einzelnen Blechteilsegmente 94 über ein gemeinsames Spritzgussformteil 100 miteinander verbunden werden.

[0060] Die einzelnen Blechteilsegmente 94 können jeweils mittels eines Biege-, Stanz- und/oder Schneidprozesses gebildet werden.

Bezugszeichenliste**[0061]**

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 teiltringförmige Statorscheibenabschnitte (92), vorzugsweise zwei Statorscheibenhälften, mit jeweils mehreren in Umfangsrichtung aufeinanderfolgenden Blechschaufeln umfasst, wobei die teiltringförmigen Statorscheibenabschnitte (92) jeweils aus mehreren einzelnen Blechteilsegmenten (94) gebildet sind,
dadurch gekennzeichnet,
dass die einzelnen Blechteilsegmente (94) eines jeweiligen teiltringförmigen Statorscheibenabschnitts (92) im Bereich deren Innen- und/oder Außenumfangs (96 bzw. 98) über ein gemeinsames Spritzgussformteil (100) miteinander verbunden sind.
2. Statorscheibe nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Blechteilsegmente (94) jeweils wenigstens eine Blechschaufel umfassen.
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.
4. Statorscheibe nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass der Werkstoff des Spritzgussformteils (100) wenigstens ein Polymer mit Verstärkung enthält.
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.
6. Statorscheibe nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Blechteilsegmente (94) eines jeweiligen teiltringförmigen Statorscheibenabschnitts (92) im Bereich deren Innen- und/oder Außenumfangs (96 bzw. 98) über ein formschlüssiges gemeinsames Spritzgussformteil (100) miteinander verbunden sind.
7. Statorscheibe nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Blechteilsegmente (94) eines jeweiligen teiltringförmigen Statorscheibenabschnitts (92) im Bereich deren Innenumfangs (96) insbesondere in Axialrichtung durch das Spritzgussformteil und/oder durch

zusätzliches Spritzgussmaterial verstärkt sind.

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. 5
9. Statorscheibe nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Schaufeln bzw. einzelnen Blechteilsegmente (94) zusätzlich versteift sind, insbesondere mittels eines oder mehrerer in einem Biege-, Stanz- und/oder Schneidprozess hergestellter Versteifungselemente, insbesondere Sicken. 10
10. Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe (10, 84), mit zumindest einer Statorscheibe (86) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche. 20
11. Vakuumpumpe nach Anspruch 10,
dadurch **gekennzeichnet**, dass die einzelnen Blechteilsegmente (94) im Bereich deren Außenumfangs (98) metallisch mit einem metallischen Distanzring (104) verbunden sind. 25
12. Verfahren zur Herstellung einer Statorscheibe (86) einer Vakuumpumpe, insbesondere einer Turbomolekularpumpe (10, 84), die wenigstens zwei teiltringförmige Statorscheibenabschnitte (92), vorzugsweise zwei Statorscheibenhälften, mit jeweils mehreren in Umfangsrichtung aufeinanderfolgenden Blechschaufeln umfasst, wobei die teiltringförmigen Statorscheibenabschnitte (92) jeweils aus mehreren einzelnen Blechteilsegmenten (94) gebildet werden,
dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Blechteilsegmente (94) eines jeweiligen teiltringförmigen Statorscheibenabschnitts (92) im Spritzgussverfahren miteinander verbunden werden. 30 35 40
13. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Blechteilsegmente (94) eines jeweiligen teiltringförmigen Statorscheibenabschnitts (92) im Bereich deren Innen- und/oder Außenumfangs (96 bzw. 98) über ein gemeinsames Spritzgussformteil (100) miteinander verbunden werden. 45 50
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13,
dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Blechteilsegmente (94) jeweils mittels eines Biege-, Stanz- und/oder Schneidprozesses gebildet werden. 55

15. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 12 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, dass die Schaufeln bzw. einzelnen Blechteilsegmente (94) zusätzlich versteift werden, insbesondere mittels eines oder mehrerer in einem Biege-, Stanz- und/oder Schneidprozess hergestellter Versteifungselemente, insbesondere Sicken.

Claims

1. A stator disk (86) of a vacuum pump, in particular of a turbomolecular pump (10, 84), which comprises at least two partly annular stator disk sections (92), preferably two stator disk halves, each having a plurality of sheet metal blades following one another in the peripheral direction, wherein the partly annular stator disk sections (92) are each formed from a plurality of individual sheet metal part segments (94),
characterized in that the individual sheet metal part segments (94) of a respective partly annular stator disk section (92) are connected to one another via a common injection molded part (100) in the region of their inner and/or outer periphery (96 or 98).
2. A stator disk in accordance with claim 1,
characterized in that the individual sheet metal part segments (94) each comprise at least one sheet metal blade.
3. A stator disk in accordance with claim 1 or claim 2,
characterized in that the material of the injection molded part (100) includes at least one polymer, with in particular the material of the injection molded part (100) including at least one LCP polymer.
4. A stator disk in accordance with claim 3,
characterized in that the material of the injection molded part (100) includes at least one polymer with reinforcement.
5. A stator disk in accordance with at least one of the preceding claims, **characterized in that** the material of the injection molded part (100) includes at least one filler material, in particular at least one filler material with increased thermal conductivity.
6. A stator disk in accordance with at least one of the preceding claims, **characterized in that** the individual sheet metal part segments (94) of a respective partly annular stator disk section (92) are connected to one another via a form-fit common injection molded part (100) in the region of their inner periphery and/or outer periphery (96 or 98).
7. A stator disk in accordance with at least one of the

preceding claims, **characterized in that** the individual sheet metal part segments (94) of a respective partly annular stator disk section (92) are reinforced by the injection molded part and/or by an additional injection molded material in the region of their inner periphery (96), in particular in the axial direction.

8. A stator disk in accordance with at least one of the preceding claims, **characterized in that** the surface of the injection molded part and/or of the additional injection molded material is structured at least regionally and is in particular provided with a pump structure.

9. A stator disk in accordance with at least one of the preceding claims, **characterized in that** the blades or the individual sheet metal part segments (94) are additionally stiffened, in particular by means of one or more stiffening elements, in particular beads, manufactured in a bending process, a punching process and/or a cutting process.

10. A vacuum pump, in particular a turbomolecular pump (10, 84), having at least one stator disk (86) in accordance with at least one of the preceding claims.

11. A vacuum pump in accordance with claim 10, **characterized in that** the individual sheet metal part segments (94) are metallicity connected to a metallic spacer ring (104) in the region of their outer periphery (98).

12. A method of manufacturing a stator disk (86) of a vacuum pump, in particular of a turbomolecular pump (10, 84), which comprises at least two partly annular stator disk sections (92), preferably two stator disk halves, each having a plurality of sheet metal blades following one another in the peripheral direction, with the partly annular stator disk sections (92) each being formed from a plurality of individual sheet metal part segments (94), **characterized in that** the individual sheet metal part segments (94) of a respective partly annular stator disk section (92) are joined to one another in an injection molding process.

13. A method in accordance with claim 12, **characterized in that** the individual sheet metal part segments (94) of a respective partly annular stator disk section (92) are connected to one another via a common injection molded part (100) in the region of their inner periphery and/or outer periphery (96 or 98).

14. A method in accordance with claim 12 or claim 13, **characterized in that** the individual sheet metal part segments (94) are each formed by means of a bending process, a punching process and/or a cutting process.

15. A method in accordance with at least one of the claims 12 to 14, **characterized in that** the blades or the individual sheet metal part segments (94) are additionally stiffened, in particular by means of one or more stiffening elements, in particular beads, manufactured in a bending process, a punching process and/or a cutting process.

10 Revendications

1. Disque de stator (86) d'une pompe à vide, en particulier d'une pompe turbomoléculaire (10, 84), qui comprend au moins deux portions de disque de stator (92) en forme d'anneau partiel, de préférence deux moitiés de disque de stator, comportant chacune plusieurs aubes en tôle successives en direction périphérique, les portions de disque de stator (92) en forme d'anneau partiel étant formées chacune de plusieurs segments individuels en tôle (94), **caractérisé en ce que**

les segments individuels en tôle (94) d'une portion de disque de stator respective (92) en forme d'anneau partiel sont reliés les uns aux autres au niveau de leur périphérie intérieure et/ou extérieure (96 ou 98) par une pièce moulée par injection (100) commune.

2. Disque de stator selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les segments individuels en tôle (94) présentent chacun au moins une aube en tôle.

3. Disque de stator selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le matériau de la pièce moulée par injection (100) contient au moins un polymère, le matériau de la pièce moulée par injection (100) contenant en particulier au moins un polymère LCP.

4. Disque de stator selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le matériau de la pièce moulée par injection (100) contient au moins un polymère à renforcement.

5. Disque de stator selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le matériau de la pièce moulée par injection (100) contient au moins un matériau de charge, en particulier au moins un matériau de charge à conductivité thermique accrue.

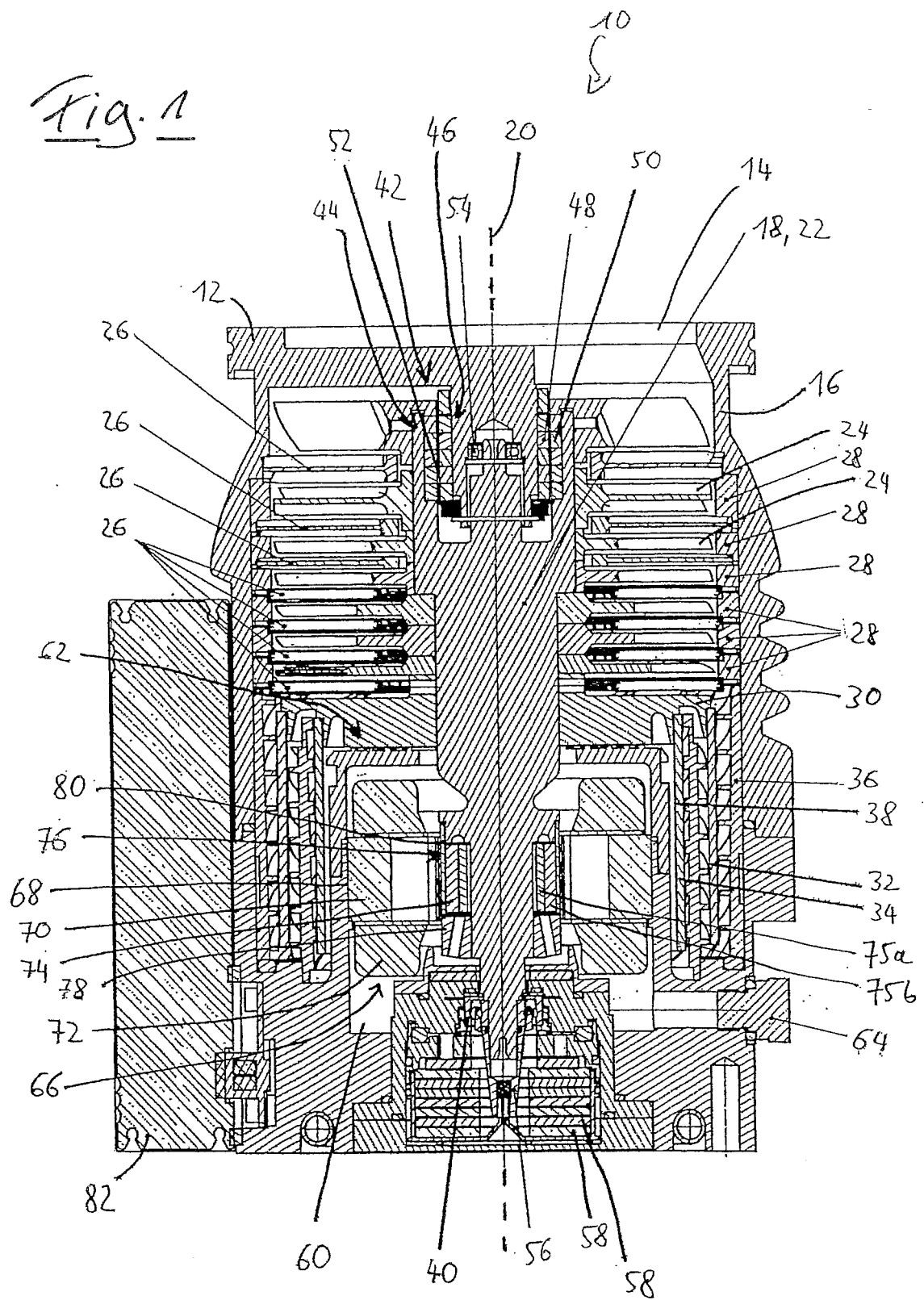
6. Disque de stator selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les segments individuels en tôle (94) d'une portion de disque de stator respective (92) en forme d'an-

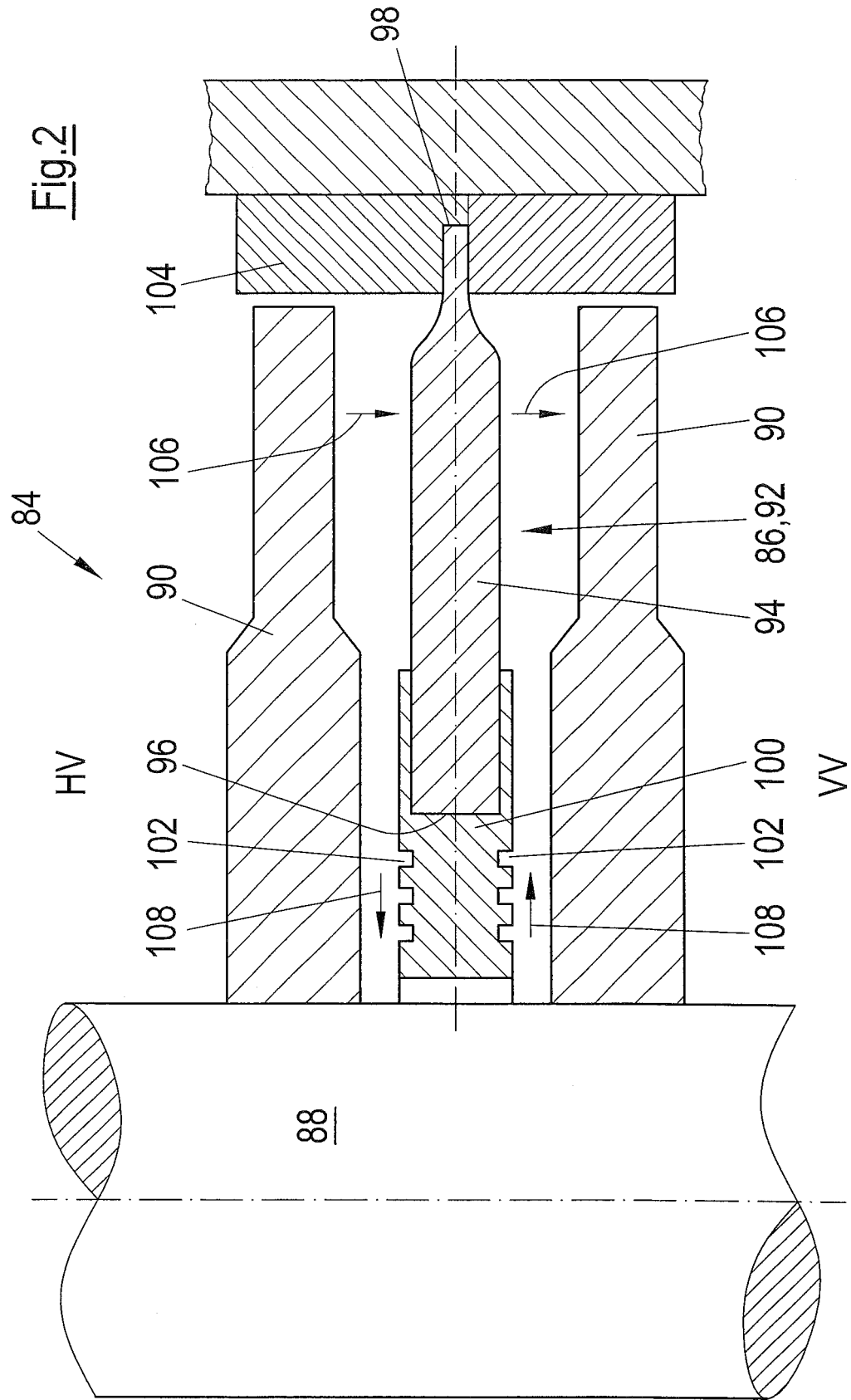
neau partiel sont reliés les uns aux autres au niveau de leur périphérie intérieure et/ou extérieure (96 ou 98) par une pièce moulée par injection (100) commune en coopération de forme.

7. Disque de stator selon l'une au moins des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
les segments individuels en tôle (94) d'une portion de disque de stator respective (92) en forme d'anneau partiel sont renforcés au niveau de leur périphérie intérieure (96), en particulier en direction axiale, par la pièce moulée par injection et/ou par un matériau de coulée par injection supplémentaire. 5
8. Disque de stator selon l'une au moins des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
la surface de la pièce moulée par injection et/ou du matériau de coulée par injection supplémentaire est au moins localement structurée, en particulier pourvue d'une structure de pompage. 10 20
9. Disque de stator selon l'une au moins des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
les aubes ou les segments individuels en tôle (94) sont en supplément rigidifié(e)s, en particulier à l'aide d'un ou de plusieurs éléments de rigidification réalisés par un processus de pliage, de poinçonnage et/ou de coupe, en particulier à l'aide de moulures. 25 30
10. Pompe à vide, en particulier pompe turbomoléculaire (10, 84), comportant au moins un disque de stator (86) selon l'une au moins des revendications précédentes. 35
11. Pompe à vide selon la revendication 10,
caractérisée en ce que
au niveau de leur périphérie extérieure (98), les segments individuels en tôle (94) sont reliés par voie métallique à un anneau écarteur métallique (104). 40
12. Procédé pour réaliser un disque de stator (86) d'une pompe à vide, en particulier d'une pompe turbomoléculaire (10, 84), qui comprend au moins deux portions de disque de stator (92) en forme d'anneau partiel, de préférence deux moitiés de disque de stator, comportant chacune plusieurs aubes en tôle successives en direction périphérique, les portions de disque de stator (92) en forme d'anneau partiel étant formées chacune de plusieurs segments individuels en tôle (94),
caractérisé en ce que
les segments individuels en tôle (94) d'une portion de disque de stator respective (92) en forme d'anneau partiel sont reliés les uns aux autres par un procédé de coulée par injection. 45 50 55

13. Procédé selon la revendication 12,
caractérisé en ce que
les segments individuels en tôle (94) d'une portion de disque de stator respective (92) en forme d'anneau partiel sont reliés les uns aux autres au niveau de leur périphérie intérieure et/ou extérieure (96 ou 98) par une pièce moulée par injection (100) commune. 5
14. Procédé selon la revendication 12 ou 13,
caractérisé en ce que
les segments individuels en tôle (94) sont formés chacun par un processus de pliage, de poinçonnage et/ou de coupe. 10 15
15. Procédé selon l'une au moins des revendications 12 à 14,
caractérisé en ce que
les aubes ou les segments individuels en tôle (94) sont en supplément rigidifié(e)s, en particulier à l'aide d'un ou de plusieurs éléments de rigidification réalisés par un processus de pliage, de poinçonnage et/ou de coupe, en particulier à l'aide de moulures. 20 25 30 35

Fig. 1





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

- JP 2013092063 A [0005]
- DE 69928866 T2 [0005]
- EP 1918588 A2 [0005]