



(11)

EP 2 597 313 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
25.07.2018 Patentblatt 2018/30

(51) Int Cl.:
F04D 19/04 ^(2006.01) **F04D 29/02** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12191948.4**

(22) Anmeldetag: **09.11.2012**

(54) **Schnell drehender Rotor für eine Vakuumpumpe**

High speed rotor for a vacuum pump

Rotor tournant rapidement pour une 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: **26.11.2011 DE 102011119506**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.05.2013 Patentblatt 2013/22

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

(72) Erfinder: **Mädler, Matthias
35759 Driedorf (DE)**

(74) Vertreter: **Manitz Finsterwald Patentanwälte
PartmbB
Martin-Greif-Strasse 1
80336 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 1 408 237 EP-A1- 2 722 528
GB-A- 2 420 379 JP-A- 2009 108 752**

EP 2 597 313 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 einen schnell drehenden Rotor nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

[0002] Molekularpumpstufen nach dem Bauprinzip von Holweck sind seit Jahren auf dem Gebiet der Vakuumtechnik erfolgreich. In der Regel werden sie in Turbomolekularpumpstufen als vorvakuumseitige Pumpstufe eingesetzt, damit die Turbomolekularpumpe gegen höhere Vorvakuumdrücke ausstoßen kann. Nach Holweck rotiert eine glatte Hülse in einem mit schraubenlinienförmigen Nuten versehenen Stator. Mehrere Hülsen können vorhanden sein, so schlägt die DE 196 32 375 A1 vor, Hülsen unterschiedlicher axialer Länge im Gasstrom parallel wirken zu lassen.

[0003] Besonders erfolgreich sind Hülsen aus kohlenstofffaserverstärktem Material, da dieses eine geringe Ausdehnung unter Einwirkung von Wärme und Fliehkräften besitzt.

[0004] Der Nachteil liegt jedoch darin, dass die Hülse am Rotor getragen werden muss und hierbei in einem Trägerbauteil ein Material zum Einsatz kommt, das einer größeren Ausdehnung unterliegt und so hohe Spannungen in der Hülse erzeugt. Dieser Nachteil erschwert die Gestaltung des Rotors und begrenzt die vakuumtechnische Leistungsfähigkeit, beispielsweise durch Drehzahl- und Temperaturgrenzen. Zur vakuumtechnischen Leistungsfähigkeit gehören beispielsweise die erreichte Kompression und das Saugvermögen.

[0005] Es wurde in der EP-A 1 408 237 vorgeschlagen, die faserverstärkte Holweckhülse in das Trägerbauteil übergehen zu lassen und dabei eine spezielle Gestaltung der Fasern auszunutzen. Dieser Vorschlag hat es jedoch bisher nicht zum Markterfolg gebracht, was an der Komplexität der Fasergestaltung und Rotorgeometrie liegen könnte.

[0006] Ferner ist in der nachveröffentlichten Druckschrift EP 2 722 528 A1 ein schnell drehender Rotor mit einer ersten Hülse und einer Tragstruktur beschrieben, bei welchem innerhalb der ersten Hülse eine zweite Hülse angeordnet ist und die erste sowie zweite Hülse einen Verbund bilden.

[0007] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, einen schnell drehenden Rotor für eine Vakuumpumpe zu schaffen, der eine verbesserte vakuumtechnische Leistungsfähigkeit besitzt.

[0008] Diese Aufgabe wird gelöst durch einen Rotor mit den Merkmalen des Anspruch 1.

[0009] Durch die Gestaltung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 wird erreicht, dass die Spannungsdifferenz zwischen Tragstruktur und Hülse verringert wird. Aufgrund der geringeren Spannungsdifferenz wird die vakuumtechnische Leistungsfähigkeit verbessert, denn Drehzahl und Arbeitstemperatur können höher gewählt werden.

[0010] Dabei kann die erste Hülse unmittelbar von der Tragstruktur getragen werden, während die zweite Hülse von der ersten Hülse getragen und somit nur mittelbar

über die erste Hülse mit der Tragstruktur verbunden ist. Alternativ kann die zweite Hülse mit der Tragstruktur verbunden und die erste Hülse von der zweiten Hülse getragen sein. Des Weiteren ist es auch möglich, dass beide Hülsen unmittelbar mit der Tragstruktur verbunden sind. Erfindungsgemäß ist der Verbund, den die beiden Hülsen bilden, derart ausgelegt, dass die durch die zweite Hülse unter Einwirkung von Fliehkräften erzeugten Kräfte auf die erste Hülse jenen Kräften nahekommen, die durch die Ausdehnung der Tragstruktur, insbesondere einer Nabe der Tragstruktur, auf die erste Hülse einwirken.

[0011] Die abhängigen Ansprüche 2 bis 15 geben vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung an, die den vorgenannten Vorteil zusätzlich steigern.

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass sich die erste Hülse und die zweite Hülse hinsichtlich des Materials, aus dem die Hülsen hergestellt sind, voneinander unterscheiden. Insbesondere unterscheiden sich die Materialien hinsichtlich der Ausdehnung unter Einwirkung von Wärme und/oder von Fliehkräften.

[0012] In einem weiteren Ausführungsbeispiel können die erste Hülse und die zweite Hülse flächig, insbesondere vollflächig, miteinander verbunden sein.

[0013] Insbesondere führt die Materialwahl nach den Ansprüchen 4 und 5 insbesondere in Kombination der Merkmale miteinander, zu besonders geringen Spannungsdifferenzen. Die vakuumtechnische Leistungsfähigkeit wird zusätzlich verbessert, wenn gemäß Anspruch 6 rotorseitig eine pumpaktive Struktur in Form einer schraubenlinienartigen Nut vorgesehen wird, beispielsweise wird auf diese Weise das Saugvermögen verbessert.

[0014] Der Verbund kann dadurch gebildet werden, dass die beiden Hülsen eine Klebeverbindung oder eine Schrumpfverbindung bilden. Die Schrumpfverbindung wird insbesondere derart hergestellt, dass die erste Hülse und die zweite Hülse auf unterschiedliche Temperaturen gebracht und dann ineinander angeordnet, insbesondere ineinander geschoben bzw. ineinander gesteckt, werden. Im Anschluss daran, also bei Rückkehr auf "Normaltemperatur", dehnt sich die zuvor relativ "geköhlte" Hülse wieder aus, während die zuvor relativ "erwärmte" Hülse sich zusammenzieht. Hierdurch entsteht eine feste Verbindung zwischen den beiden Hülsen, für die insbesondere keine Zusatz-Befestigungsmittel benötigt werden. Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass es die innere Hülse, hier also die zweite Hülse, ist, welche "geköhlt" wird, während die erste Hülse, also die äußere Hülse, auf eine erhöhte Temperatur gebracht wird.

[0015] Alternativ kann der Verbund auch dadurch gebildet werden, dass die beiden Hülsen miteinander verpresst bzw. zusammengepresst werden, dass die beiden Hülsen miteinander verschweißt werden, oder dass die beiden Hülsen miteinander verschraubt werden, wobei letzteres insbesondere dadurch erfolgt, dass die äußere Hülse auf ihrer Innenseite und die innere Hülse auf ihre Außenseite jeweils mit einem Gewinde versehen ist und

die beiden Hülzen dadurch verschraubt werden, dass die innere Hülse in die äußere Hülse hinein geschraubt wird.

[0016] Allgemein kann zwischen den beiden Hülzen zur Bildung des Verbundes eine stoffschlüssige Verbindung bestehen. Alternativ ist es möglich, dass zwischen den beiden Hülzen eine formschlüssige oder kraftschlüssige Verbindung hergestellt wird.

[0017] Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass die eine Hülse eine Armierung oder Beschichtung der anderen Hülse bildet, wobei die Armierung bzw. Beschichtung entweder von der ersten Hülse oder von der zweiten Hülse gebildet sein kann.

[0018] Die gesteigerte vakuumtechnische Leistungsfähigkeit führt bei Kombination mit einem turbomolekularen Pumpabschnitt nach Anspruch 9 und ggf. den darauf bezogenen Ansprüchen zu einer Verbesserung der Pumpwirkung der Gesamtpumpe. Für Vakuumpumpen mit zumindest einem zusätzlichen Einlass nach Anspruch 14 werden aufgrund der verbesserten Leistungsfähigkeit neue Anwendungsfelder erschlossen, beispielsweise wenn bisher unerreichbare Druckverhältnisse zwischen den Kammern eines Mehrkammersystems oder bisher unerreichbare Saugvermögen gefordert sind.

An Hand eines Ausführungsbeispiels und seiner Weiterbildungen soll die Erfindung näher erläutert und die Darstellung ihrer Vorteile vertieft werden.

[0019] Es zeigen:

- Fig. 1: Teilschnitt einer Vakuumpumpe mit schnell drehendem Rotor;
- Fig. 2: Teilschnitt von Rotor und Stator gemäß einer Weiterbildung;
- Fig. 3: Tragstruktur und Hülse eines Rotors im Schnitt;
- Fig. 4: Schematische Darstellung eines Rotors mit wenigstens einem turbomolekularen Pumpabschnitt;
- Fig. 5: Teilgeschnittene Ansicht einer Vakuumpumpe, in der die Hülse auf der Ansaugseite der Nabe gelegen ist.

[0020] Es zeigt Fig. 1 eine Vakuumpumpe 2, welche mittels eines Flansches 4 lösbar mit einem nicht gezeigten zu evakuierenden Behälter verbindbar ist. Gas tritt durch die Ansaugöffnung 6 ein, wird in der Vakuumpumpe verdichtet und durch den Gasauslass 8 ausgestoßen. In der Regel ist eine Vorvakuumpumpe mit dem Gasauslass verbunden.

[0021] Innerhalb der Vakuumpumpe ist ein Rotor 10 vorgesehen, welcher eine Welle 12 umfasst. Diese ist von einem ersten Lager 34 und einem zweiten Lager 36 drehbar unterstützt. Auf der Welle kann ein Antriebsmagnet 32 vorgesehen sein, der mit einer Antriebsspule 30 zusammenwirkt, um den Rotor in schnelle Drehung zu versetzen. Die Drehzahl ist so bemessen, dass durch Zusammenwirken von Rotor und einem Stator 40 ein molekularer Pumpeffekt bewirkt wird. Der Stator weist eine

schraubenlinienartige Nut 42 an einer radial inneren Oberfläche auf.

[0022] An der Welle des Rotors ist eine Tragstruktur befestigt, welche als scheibenartig gestaltete Nabe 14 ausgeführt sein kann. Mit dieser Nabe ist eine erste Hülse 16 mitdrehend verbunden. Innerhalb dieser ersten Hülse 16 ist eine zweite Hülse 18 angeordnet und beide Hülzen bilden einen Verbund. Dieser Verbund ist vorzugsweise chemisch stabil, wärme- und drehzahlfest. Auf diese Weise bleiben erste und zweite Hülse unter den Betriebsbedingungen miteinander verbunden. Sobald sich der Rotor dreht, beginnen Fliehkräfte auf die sich drehenden Teile einzuwirken, insbesondere jedoch auf die Nabe und die Hülzen. Die Ausdehnung der zweiten Hülse wird durch die erste Hülse behindert, insbesondere, wenn die erste Hülse aus einem faserverstärkten Werkstoff, beispielsweise einem kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff, gebildet ist. Die zweite Hülse ist nun nach Material und Geometrie derart gestaltet, dass die durch sie unter Einwirkung von Fliehkräften erzeugten Kräfte auf die erste Hülse jenen Kräften nahe kommen, die durch die Ausdehnung der Nabe auf die erste Hülse einwirken. Ziel ist es insbesondere, bei Gestaltung von Nabe und zweiter Hülse die Spannungen in der ersten Hülse auf ein Maß zu bringen, das mit dessen Materialkonstanten verträglich ist. Dadurch wird eine Überlastung der ersten Hülse vermieden. Vorteilhaft ist, dass durch die zusätzlichen Gestaltungsfreiheitsgrade mit Hilfe der zweiten Hülse die Überlastung der ersten Hülse bei einer wesentlich größeren Menge von Betriebszuständen erreicht werden kann, wobei ein Betriebszustand durch unter anderem Temperatur, Drehzahl und Gaslast bestimmt ist.

[0023] Weitere Gestaltungsmöglichkeiten werden in den Weiterbildungen an Hand der Fig. 2 bis 5 vorgestellt.

[0024] Nach Fig. 2 ist mit der Welle 12 eine Nabe 14 verbunden, an der die erste Hülse 16 befestigt ist. Innerhalb der ersten Hülse und mit dieser einen Verbund bildend ist die zweite Hülse 18 vorgesehen. Wie im Beispiel nach Fig. 1 ist ein Stator 40 vorgesehen, der mit der äußeren Oberfläche der ersten Hülse zusammenwirkt, so dass erster Stator und erste Hülse eine erste Pumpstufe bilden. Zusätzlich zu diesem Stator ist ein mit einer inneren Oberfläche der zweiten Hülse zusammenwirkender zweiter Stator 44 vorhanden, so dass zweite Hülse und zweiter Stator eine zweite Pumpstufe bilden.

[0025] Die Pumpstufen können seriell hintereinander durchströmt werden, das Gas folgt dann dem Pfeil 100. Es kann wünschenswert sein, die Pumpstufen parallel zu betreiben. Dazu kann in der Nabe wenigstens ein Durchlass 52 vorgesehen sein, durch den Gas durch die Nabe hindurch in die zweite Pumpstufe entlang dem gestrichelten Pfeil 102 treten kann.

[0026] Eine vorteilhafte Weiterbildung kann eine Verbindung 50 sein, durch die zweite Hülse und Nabe miteinander verbunden sind. Nabe und zweite Hülse können an dieser Stelle einstückig ausgeführt sein.

[0027] Gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung wird vorgeschlagen, auf der inneren Oberfläche der

zweiten Hülse eine pumpaktive Struktur anzubringen. Dies kann beispielsweise wenigstens eine schraubenlinienartige Nut 20 sein. Durch diese pumpaktive Struktur können Saugvermögen und Kompression erhöht werden.

[0028] Die Weiterbildung gemäß Fig. 3 bezieht sich auf die Tragstruktur. Diese ist gemäß der Weiterbildung als Tragscheibe 60 gestaltet. Die Tragscheibe besitzt einen Innenring 66 mit einer Wellenaufnahme 68, mit der die Tragscheibe auf der Welle befestigt werden kann. Radial außerhalb schließt sich an den Innenring ein umlaufender Kranz von Schaufeln 62 an, so dass eine Scheibe im Wesentlichen turbomolekularer Bauart entsteht. Mit wenigstens einem Teil der Schaufeln ist ein Tragring 64 verbunden oder einstückig ausgeführt, an welchem die erste Hülse 16 befestigt ist, welche mit der zweiten Hülse 18 einen Verbund bildet.

[0029] In Fig. 4 ist gezeigt, dass auf der Welle 12 noch eine Rotorscheibe 82 turbomolekularer Bauart zur Bildung eines turbomolekularen Pumpabschnittes vorgesehen sein kann. Mehrere Rotorscheiben können auf der Welle angeordnet sein und einen ersten Scheibenabschnitt 84 und einen zweiten Scheibenabschnitt 86 bilden. Weitere Scheibenabschnitte können vorhanden sein. Hierdurch wird eine leistungsfähige Vakuumpumpe zum differenziellen Evakuieren eines Mehrkammersystems geschaffen.

[0030] Der Rotor nach Fig. 4 weist neben einer ersten mit der Nabe 14 verbundenen Hülse 16 eine dritte Hülse 78 auf, welche ebenfalls an der Nabe 14 oder an einer eigenen Tragstruktur befestigt sein kann.

[0031] Ein erster Stator 40 wirkt mit der äußeren Oberfläche der ersten Hülse unter Bildung einer Pumpstufe zusammen. Ein zweiter Stator 44 erzeugt mit der inneren Oberfläche der zweiten Hülse und der äußeren Oberfläche der dritten Hülse eine Pumpwirkung, so dass eine zweite und eine dritte Pumpstufe erzeugt werden.

[0032] Ein Gaseinlass 88 kann vorgesehen sein, um Gas zwischen erstem und zweitem Stator in die zweite Pumpstufe einzulassen.

[0033] Der Rotor nach Fig. 4 kann mit einem Permanentmagnetlager 80 und einem zweiten Lager 36, das als Wälzlager oder aktives Magnetlager ausgeführt sein kann, drehbar gelagert sein.

[0034] In Fig. 5 sind Rotor und Stator einer Vakuumpumpe schematisch und geschnitten dargestellt, der Gasfluss durch Pfeile veranschaulicht. Die Welle 12 des Rotors ist an ihrem ansaugseitigen Ende durch ein Permanentmagnetlager 80 unterstützt. Vorvakuumseitig dient ein Wälzlager 92 zur Lagerung der Welle. Zwischen den Lagern ist eine scheibenförmige Nabe 14 mit der Welle verbunden. An dieser Nabe ist eine erste Hülse 16 mitrotierbar, chemisch und wärmebeständig angebracht. Die erste Hülse erstreckt sich von der Nabe in Richtung Ansaugseite 104. Eine radial innerhalb der ersten Hülse angeordnete zweite Hülse 18 bildet einen Verbund mit der ersten Hülse. Sie kann auf ihrer radial inneren Oberfläche eine Pumpstruktur, beispielsweise wenigstens ei-

nen schraubenlinienartigen Nut aufweisen. Die radial innere Oberfläche der Hülse wirkt mit einem zweiten Stator 44 zusammen und bildet mit ihm eine molekulare Pumpstufe. Die radial äußere Oberfläche der ersten Hülse hingegen bildet zusammen mit dem Stator 40 eine molekulare Pumpstufe. Einer der Statoren oder beide können eine Pumpstruktur aufweisen. Auf diese Weise wird eine kompakte Molekularvakuumpumpe geschaffen. Durch die zusätzliche Pumpstruktur auf der inneren Oberfläche der zweiten Hülse kann in dieser Pumpstufe ein hohes Saugvermögen erreicht werden, wodurch eine vorteilhafte Saugvermögensabstufung der Pumpstufen zueinander möglich wird. Die zweite Hülse kann einteilig mit der Nabe ausgeführt sein.

[0035] Das Saugvermögen der Vakuumpumpe nach Fig. 5 kann weiter gesteigert werden, indem auf der Ansaugseite eine Rotorscheibe 82 auf dem Rotor angebracht ist. Eine weitere Steigerung ergibt sich durch eine im Gasstrom der Rotorscheibe folgende Statorscheibe 90.

[0036] Die an Hand der Weiterbildungen gemäß Fig. 2 bis 5 gezeigten Merkmale können kombiniert oder ausgetauscht werden, soweit sich dies nicht technisch widerspricht.

Bezugszeichenliste

[0037]

2	Vakuumpumpe
4	Flansch
6	Gasauslass
10	Rotor
12	Welle
14	Nabe
16	erste Hülse
18	zweite Hülse
20	Nut in zweiter Hülse
30	Antriebsspule
32	Antriebsmagnet
34	erstes Lager
36	zweites Lager
40	Stator
42	Nut
44	zweiter Stator
50	Verbindung
52	Durchlass
60	Tragscheibe
62	Schaufel
64	Tragring
66	Innenring
68	Wellenaufnahme

- 78 dritte Hülse
- 80 PM-Lager
- 82 Rotorscheibe
- 84 erster Scheibenabschnitt
- 86 zweiter Scheibenabschnitt
- 88 Gaseinlass

- 90 Statorscheibe
- 92 Wälzlager

- 100 Pfeil: serieller Gasstrom
- 102 gestrichelter Pfeil: paralleler Gasstrom
- 104 Ansaugseite

Patentansprüche

1. Schnell drehender Rotor (10) für eine Vakuumpumpe (2), welcher eine erste Hülse (16) und eine Tragstruktur (14; 60) umfasst, wobei innerhalb der ersten Hülse (16) eine zweite Hülse (18) angeordnet ist und wobei die erste Hülse (16) und zweite Hülse (18) einen Verbund bilden,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Verbund nach Material und/oder Geometrie zumindest der zweiten Hülse (18) derart ausgelegt ist, dass die durch die zweite Hülse (18) unter Einwirkung von Fliehkräften erzeugten Kräfte auf die erste Hülse (16) jenen Kräften nahe kommen, die durch die Ausdehnung der Tragstruktur (14; 60), insbesondere einer Nabe (14), auf die erste Hülse (16) einwirken.
2. Rotor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Hülse (16) und die zweite Hülse (18) sich hinsichtlich des Materials, aus dem sie hergestellt sind, voneinander unterscheiden, insbesondere hinsichtlich der Ausdehnung unter Einwirkung von Wärme und/oder Fliehkräften.
3. Rotor nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Hülse (16) und die zweite Hülse (18) flächig, insbesondere vollflächig, miteinander verbunden sind.
4. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Hülse (16) ein kohlenstofffaserverstärktes Material umfasst.
5. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zweite Hülse (18) eine Metalllegierung umfasst.
6. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- dadurch gekennzeichnet,**
dass die zweite Hülse (18) eine schraubenlinienartige Nut (20) auf einer inneren Oberfläche aufweist.
- 5 7. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass erste Hülse (16) und zweite Hülse (18) eine Klebeverbindung oder eine Schrumpfverbindung bilden.
- 10 8. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zweite Hülse (18) und zumindest ein Teil der Tragstruktur (14; 60) einteilig ausgeführt sind, oder
15 **dass** die erste Hülse (16) und zumindest ein Teil der Tragstruktur (14; 60) mittels einer Klebestelle miteinander verbunden sind.
- 20 9. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Rotor eine Rotorscheibe (82) nach turbomolekularer Bauart zur Bildung wenigstens eines turbomolekularen Pumpabschnitts umfasst.
- 25 10. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Tragstruktur eine Nabe (14) umfasst.
- 30 11. Vakuumpumpe (2),
dadurch gekennzeichnet,
dass sie einen schnell drehenden Rotor (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche umfasst.
- 35 12. Vakuumpumpe (2) nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass sie einen ersten Stator (40) mit einem schraubenlinienartigen Kanal umfasst, der mit einer äußeren Oberfläche der ersten Hülse (16) zusammenwirkt, so dass erster Stator und erste Hülse eine Pumpstufe bilden, insbesondere eine erste Pumpstufe.
- 40 13. Vakuumpumpe (2) nach Anspruch 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass sie einen mit einer inneren Oberfläche der zweiten Hülse (18) zusammenwirkenden zweiten Stator (44) aufweist, so dass zweite Hülse (18) und zweiter Stator (44) eine Pumpstufe bilden, insbesondere eine zweite Pumpstufe.
- 45 14. Vakuumpumpe (2) nach einem der Ansprüche 11 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass sie einen Gaseinlass (88) aufweist, durch welchen Gas zwischen dem ersten Stator (40) und einem zweiten Stator (44) in eine den zweiten Stator (44) umfassende zweite Pumpstufe gelangt.
- 50 55

Claims

1. A fast-rotating rotor (10) for a vacuum pump (2) comprising a first sleeve (16) and a support structure (14; 60), wherein a second sleeve (18) is arranged within the first sleeve (16) and wherein the first sleeve (16) and the second sleeve (18) form a combination, **characterized in that** the combination is adapted with respect to the material and/or to the geometry at least of the second sleeve (18) such that the forces on the first sleeve (16) generated by the second sleeve (18) under the effect of centrifugal forces come close to those forces which act on the first sleeve (16) due to the expansion of the support structure (14; 60), in particular a hub (14). 5
2. A rotor in accordance with claim 1, **characterized in that** the first sleeve (16) and the second sleeve (18) differ from one another with respect to the material from which they are manufactured, in particular with respect to the expansion under the effect of heat and/or centrifugal forces. 10
3. A rotor in accordance with claim 1 or claim 2, **characterized in that** the first sleeve (16) and the second sleeve (18) are areally connected to one another, in particular over their full area. 15
4. A rotor in accordance with any one of the preceding claims, **characterized in that** the first sleeve (16) comprises a carbon fiber reinforced material. 20
5. A rotor in accordance with any one of the preceding claims, **characterized in that** the second sleeve (18) comprises a metal alloy. 25
6. A rotor in accordance with any one of the preceding claims, **characterized in that** the second sleeve (18) has a helical groove (20) at an inner surface. 30
7. A rotor in accordance with any one of the preceding claims, **characterized in that** the first sleeve (16) and the second sleeve (18) form an adhesive connection or a shrink connection. 35
8. A rotor in accordance with any one of the preceding claims, **characterized in that** the second sleeve (18) and at least some of the support structure (14; 60) are formed in one part; or **in that** the first sleeve (16) and at least some of the support structure (14; 60) are connected to one another by means of an adhesive join. 40
9. A rotor in accordance with any one of the preceding claims, **characterized in that** the rotor comprises a rotor disk (82) of a turbomolecular type of construction for forming at least one turbomolecular pump section. 45
10. A rotor in accordance with any one of the preceding claims, **characterized in that** the support structure comprises a hub (14). 50
11. A vacuum pump (2), **characterized in that** it comprises a fast-rotating rotor (10) in accordance with any one of the preceding claims. 55
12. A vacuum pump (2) in accordance with claim 11, **characterized in that** it comprises a first stator (40) which has a helical passage which cooperates with an outer surface of the first sleeve (16) such that the first stator and the first sleeve form a pump stage, in particular a first pump stage.
13. A vacuum pump (2) in accordance with claim 11 or claim 12, **characterized in that** it has a second stator (44) which cooperates with an inner surface of the second sleeve (18) such that the second sleeve (18) and the second stator (44) form a pump stage, in particular a second pump stage.
14. A vacuum pump (2) in accordance with any one of the claims 11 to 13, **characterized in that** it has a gas inlet (88) through which gas moves between the first stator (40) and a second stator (44) into a second pump stage comprising the second stator (44).

Revendications

1. Rotor (10) tournant rapidement pour une pompe à vide (2), comprenant une première douille (16) et une structure porteuse (14 ; 60), une seconde douille (18) étant agencée à l'intérieur de la première douille (16), et la première douille (16) et la seconde douille (18) formant un composite, **caractérisé en ce que** le composite est conçu en fonction du matériau et/ou de la géométrie au moins de la seconde douille (18)

- de telle sorte que les forces engendrées par la seconde douille (18) sous l'action de forces centrifuges sur la première douille (16) se rapprochent des forces qui agissent par l'extension de la structure porteuse (14 ; 60), en particulier d'un moyeu (14), sur la première douille (16).
2. Rotor selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la première douille (16) et la seconde douille (18) diffèrent l'une de l'autre quant au matériau à partir duquel elles sont réalisées, en particulier quant à l'extension sous l'action de chaleur et/ou de forces centrifuges.
 3. Rotor selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la première douille (16) et la seconde douille (18) sont reliées l'une à l'autre par leur surface, en particulier par toute leur surface.
 4. Rotor selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la première douille (16) comprend un matériau renforcé par des fibres de carbone.
 5. Rotor selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la seconde douille (18) comprend un alliage de métal.
 6. Rotor selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la seconde douille (18) présente une gorge (20) en forme de ligne hélicoïdale sur une surface intérieure.
 7. Rotor selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la première douille (16) et la seconde douille (18) constituent une liaison collée ou une liaison rétractée.
 8. Rotor selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la seconde douille (18) et une partie au moins de la structure porteuse (14 ; 60) sont réalisées d'un seul tenant, ou **en ce que** la première douille (16) et une partie au moins de la structure porteuse (14 ; 60) sont reliées l'une à l'autre au moyen d'un point de collage.
 9. Rotor selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le rotor comprend un disque de rotor (82) selon le type de construction turbomoléculaire, pour constituer au moins une portion de pompage turbomoléculaire.
 10. Rotor selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la structure porteuse comprend un moyeu (14).
 11. Pompe à vide (2), **caractérisée en ce que** elle comprend un rotor (10) tournant rapidement selon l'une des revendications précédentes.
 12. Pompe à vide (2) selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** elle comprend un premier stator (40) pourvu d'un canal en forme de ligne hélicoïdale qui coopère avec une surface extérieure de la première douille (16), de sorte que le premier stator et la première douille constituent un étage de pompage, en particulier un premier étage de pompage.
 13. Pompe à vide (2) selon la revendication 11 ou 12, **caractérisée en ce que** elle comprend un second stator (44) coopérant avec une surface intérieure de la seconde douille (18), de sorte que la seconde douille (18) et le second stator (44) constituent un étage de pompage, en particulier un second étage de pompage.
 14. Pompe à vide (2) selon l'une des revendications 11 à 13, **caractérisée en ce que** elle comprend une entrée de gaz (88) à travers laquelle le gaz parvient entre le premier stator (40) et le second stator (44) jusque dans un second étage de pompage comprenant le second stator (44).

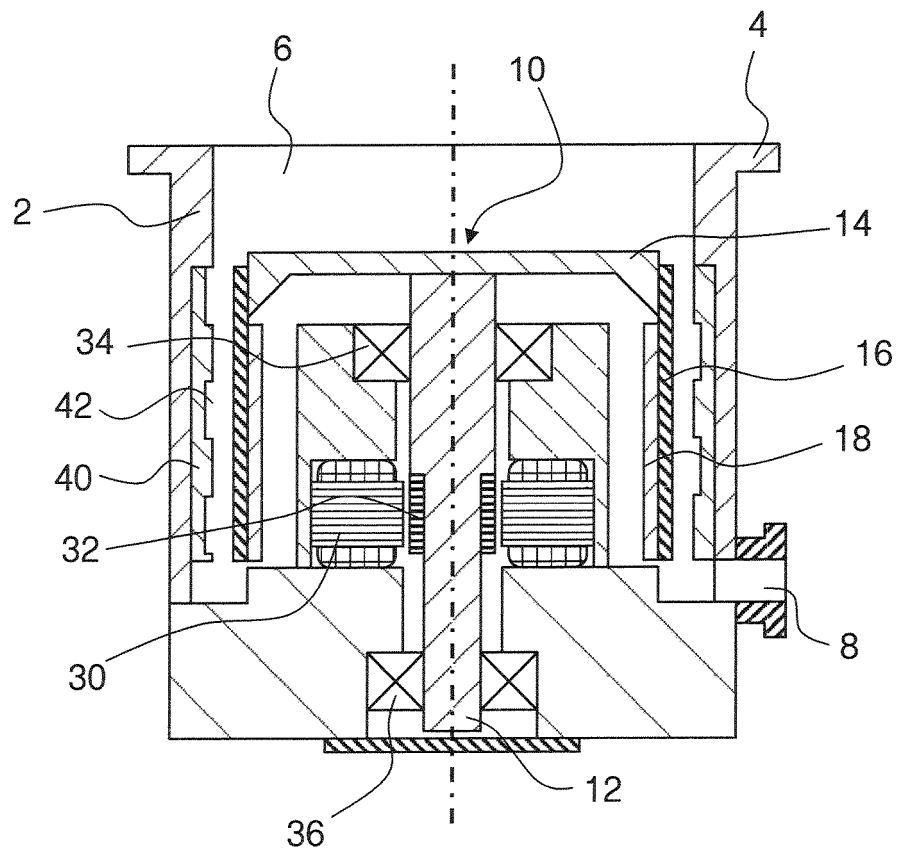


Fig. 1

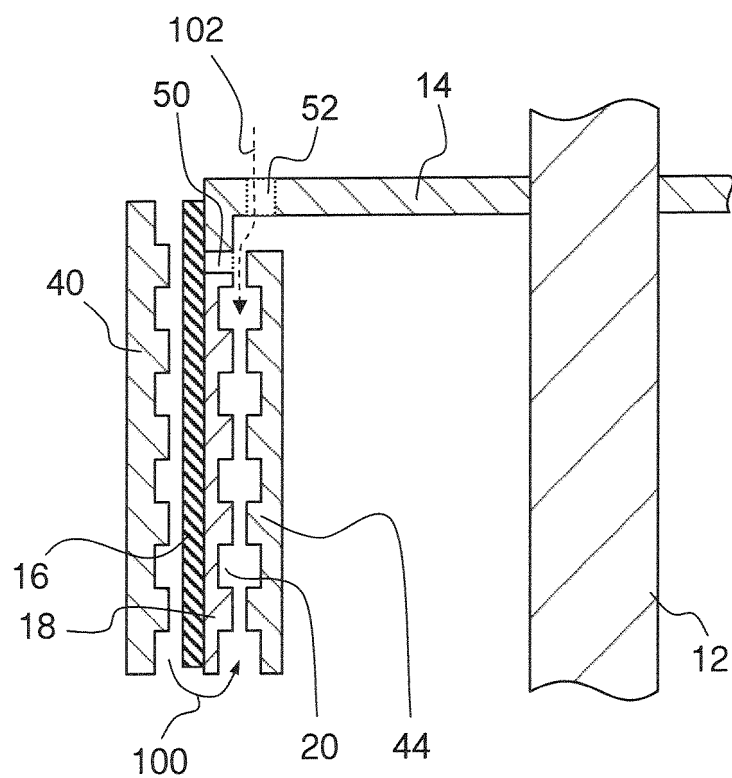


Fig. 2

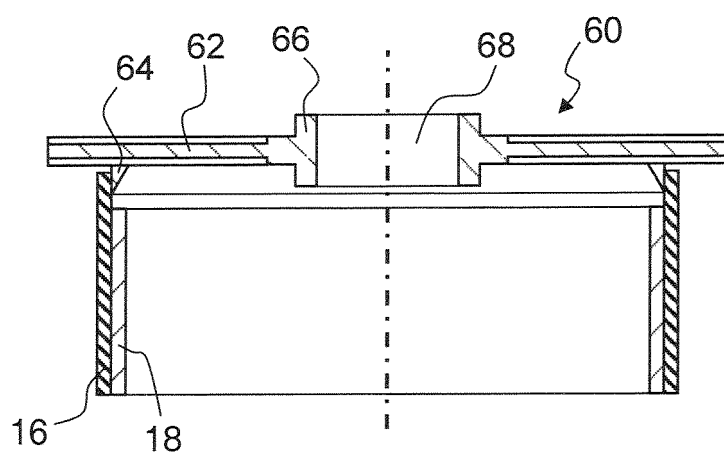


Fig. 3

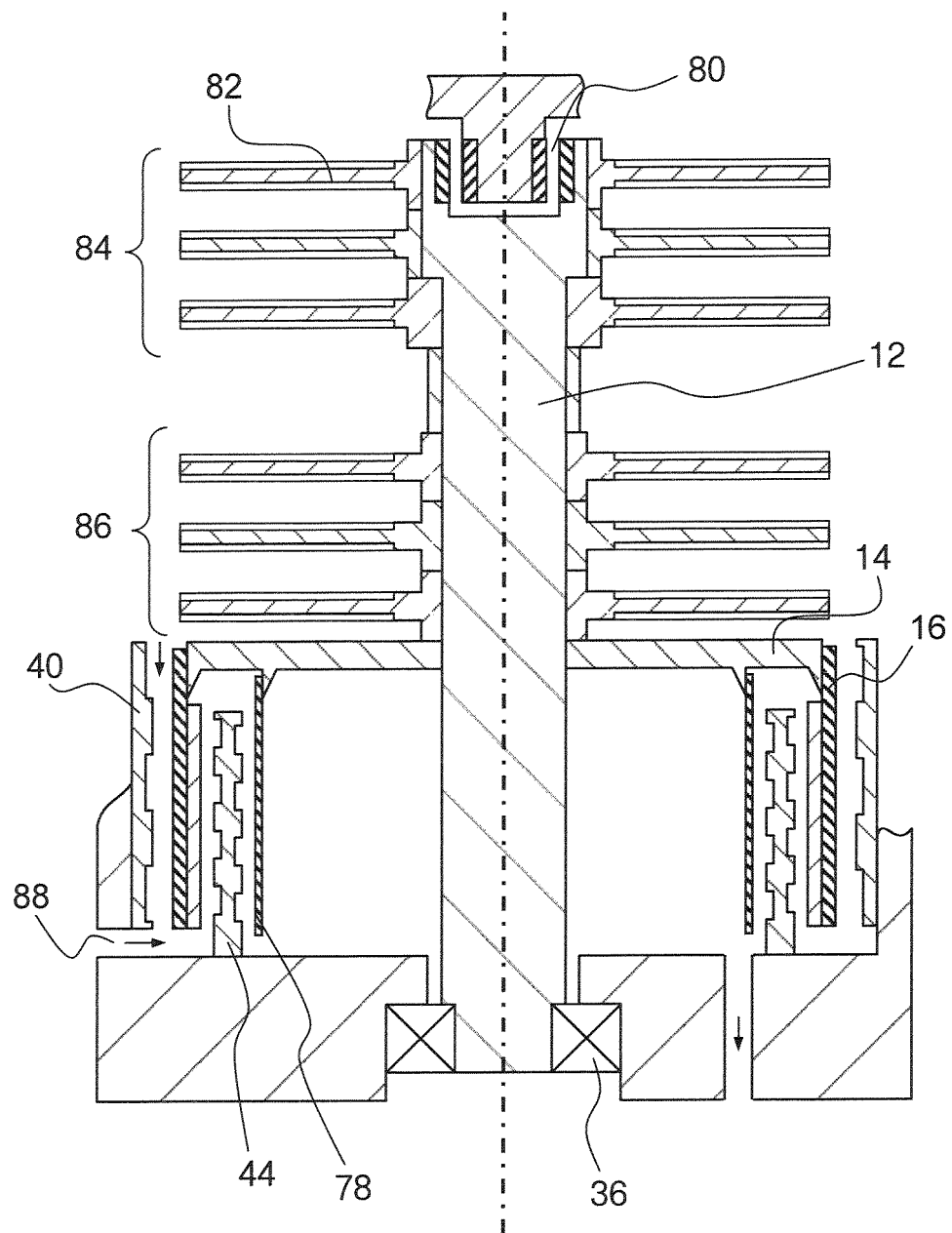


Fig. 4

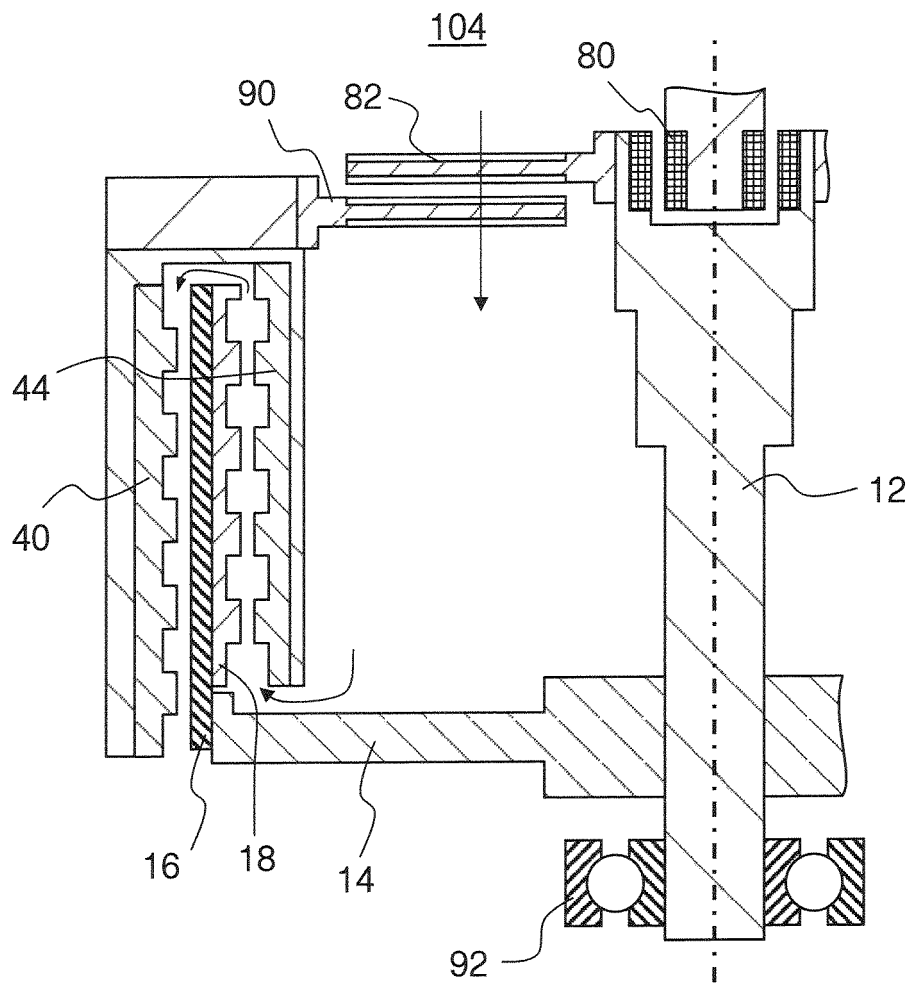


Fig. 5

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19632375 A1 [0002]
- EP 1408237 A [0005]
- EP 2722528 A1 [0006]