

(19)



(11)

EP 2 886 869 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
24.06.2015 Patentblatt 2015/26

(51) Int Cl.:
F04D 19/04 ^(2006.01) **F04D 29/54** ^(2006.01)
F04D 29/66 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14192849.9**

(22) Anmeldetag: **12.11.2014**

(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

(30) Priorität: **19.12.2013 DE 102013114576**

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

(72) Erfinder:
• **Bader, Florian**
35415 Pohlheim (DE)
• **Hofmann, Jan**
35305 Grünberg (DE)
• **Gilbrich, Sönke**
35753 Greifenstein (DE)

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

(54) **Statorscheibe**

(57) Die Erfindung betrifft eine Statorscheibe für eine Turbomolekularpumpe, wobei die Statorscheibe sich teilingförmig in einer Ebene erstreckt und einen Innenring und einen Außenring aufweist, welche durch Statorschaufeln miteinander verbunden sind. Die Statorschei-

be zeichnet sich dadurch aus, dass zumindest ein die Statorscheibe versteifendes Versteifungselement zwischen dem Innenring und dem Außenring vorgesehen ist.

EP 2 886 869 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Statorscheibe für eine Turbomolekularpumpe, wobei die Statorscheibe sich teiltringförmig in einer Ebene erstreckt und einen Innenring und einen Außenring aufweist, welche durch Statorschaufeln miteinander verbunden sind.

[0002] Turbomolekularpumpen dienen zur 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 der Ebene schräg gestellte Schaufeln, die die Gasteilchen beschleunigen bzw. Ablenken.

[0003] Eine Statorscheibe ist üblicherweise durch Distanzringe im Bereich ihres Außenrings fixiert, wenn die Statorscheibe in einer Turbomolekularpumpe verbaut ist. Der Bereich des Innenrings der Statorscheibe ist jedoch nicht fixiert. Insbesondere bei starker mechanischer Belastung der Statorscheibe, die beispielsweise beim Fluten eines evakuierten Raumes durch die Turbomolekularpumpe hindurch auftreten kann, kann es zu einer Verwindung bzw. Verbiegung der Statorscheibe und dadurch zu einer Kollision mit einer benachbarten Rotorscheibe kommen, weshalb ein gewisser axialer Abstand zwischen Stator- und Rotorscheiben eingehalten werden muss.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Statorscheibe für eine Turbomolekularpumpe anzugeben, welche eine verbesserte Steifigkeit aufweist.

[0005] Diese Aufgabe wird durch eine Statorscheibe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und insbesondere dadurch gelöst, dass zumindest ein die Statorscheibe versteifendes Versteifungselement zwischen dem Innenring und dem Außenring vorgesehen ist.

[0006] Der Erfindung liegt dabei die Erkenntnis zugrunde, dass eine Verbiegung der Statorscheibe, beispielsweise beim Fluten des evakuierten Raumes, im Bereich des Innenrings maximal ist. Im Bereich des Außenrings hingegen ist die Statorscheibe von Distanzringen eingespannt und kann sich dort nicht verbiegen. Durch die Anordnung des Versteifungselements zwischen Innen- und Außenring wird sozusagen die durch das Zusammenspiel von Distanzringen und Außenring der Statorscheibe hervorgerufene Steifigkeit im Bereich des Außenrings an den Innenring übertragen. Anders ausgedrückt wird mittels des zwischen Innen- und Außenring vorgesehenen Versteifungselements die Verbindung zwischen dem Innen- und dem Außenring versteift und der Innenring abgestützt. Auf diese Weise erhöht sich die axiale Biegesteifigkeit der Statorscheibe.

[0007] Durch das Versteifungselement wird somit eine Verbiegung des Innenrings unter Belastung minimiert, sodass der axiale Abstand zwischen den Stator- und Rotorscheiben verringert werden kann. Dadurch können im

Ergebnis kompaktere Turbomolekularpumpen geschaffen werden.

[0008] Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen zu entnehmen.

[0009] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist ein Versteifungselement an einer Statorschaufel angeordnet. Auf die Statorschaufel kann z.B. zumindest ein separat ausgebildetes Versteifungselement aufgebracht sein, z.B. aufgeklebt oder aufgeschweißt sein. Alternativ kann die Statorschaufel selbst das Versteifungselement bilden, indem sie beispielsweise mit einer konkaven oder konvexen Krümmung versehen ist, die über die Länge der Statorscheibe verläuft.

[0010] Bevorzugt ist ein Versteifungselement durch eine Sicke und/oder eine Abkantung gebildet. Wird die Statorscheibe z.B. als Stanzbiegeteil insbesondere einstückig aus einem Blech hergestellt, lässt sich die Formung von Sicken und/oder Abkantungen auf einfache Weise in den Herstellungsprozess integrieren und idealerweise in einem Stanzbiegeschritt herstellen. Anstelle einer Sicke kann auch eine Bördelkante als Versteifungselement vorgesehen sein.

[0011] Alternativ kann das Versteifungselement auch durch zusätzlich aufgebrachtes Material gebildet sein, welches beispielsweise durch Aufkleben oder Aufschweißen an der Statorscheibe angebracht wird.

[0012] Besonders bevorzugt ist ein Versteifungselement an einem den Innen- und Außenring verbindenden Abschlussteg angeordnet. Der Abschlussteg erstreckt sich dabei zwischen Innen- und Außenring, dient aber nicht als Statorschaufel und liegt somit in der von der Statorscheibe definierten Ebene.

[0013] Insbesondere ist der Abschlussteg an einem Ende der teiltringförmigen Statorscheibe angeordnet. Bevorzugt ist die Statorscheibe halbring- bzw. halbkreisförmig mit zwei Abschlusstegen ausgebildet. Bei der Montage der Turbomolekularpumpe werden dann zwei halbkreisförmige Statorscheiben zusammengefügt, um eine Vollscheibe zu bilden, wobei jeweils zwei Abschlusstege aneinander angrenzen.

[0014] Die Anordnung der versteiften Abschlusstege an den Enden der Statorscheibe hat den Vorteil, dass insbesondere die Enden des Innenrings wirksam gegen Verbiegung geschützt werden, welche den stärksten Belastungen ausgesetzt sind.

[0015] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform erstreckt sich ein Versteifungselement zumindest bereichsweise auch entlang des Innenrings. Auf diese Weise wird auch der Innenring selbst gegen Verbiegung geschützt. Zugleich ergibt sich der Vorteil, dass der Innenring durch das Versteifungselement verdickt werden kann, wodurch sich ein axialer Spalt zwischen der Statorscheibe und den angrenzenden Rotorscheiben verringert. Durch das reduzierte Spaltmaß wird der Leitwert verringert und eine Rückströmung von zu pumpenden Molekülen vermindert.

[0016] Insbesondere kann das sich entlang des Innen-

rings erstreckende Versteifungselement durch zwei nebeneinander angeordnete Sicken gebildet sein, wodurch sich ein mäanderförmiger Querschnitt der Statorscheibe in diesem Bereich ergibt.

[0017] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform erstreckt sich ein Versteifungselement zumindest bereichsweise auch entlang des Außenrings. Dadurch kann die Statorscheibe auch im Bereich des Außenrings zusätzlich versteift werden.

[0018] Generell kann die Statorscheibe halbkreisförmig ausgebildet sein, d.h. also mit einem Winkelbereich von 180°.

[0019] Gemäß einer alternativen Ausführungsform deckt die Statorscheibe einen Winkelbereich von größer 180° ab, beispielsweise von 190°. Sind zwei die Rotorwelle einer Turbomolekularpumpe im montierten Zustand umgebende Statorscheiben jeweils mit einem Winkelbereich von 190° ausgebildet, so können diese Statorscheiben an ihren zueinander weisenden Enden jeweils über einen Winkelbereich von 10° aufeinander liegen, d.h. also sich überlappen, wodurch eine zusätzliche Versteifung der Statorscheiben erreicht wird.

[0020] Die axiale Biegesteifigkeit einer Statorscheibe wird noch weiter erhöht, wenn die Statorscheibe ein Versteifungselement in einem zur Anlage an einer weiteren Statorscheibe vorgesehenen Überlappungsbereich aufweist. Beispielsweise kann der Überlappungsbereich durch einen Abschlusssteg gebildet sein. Im montierten Zustand der Statorscheiben können die Überlappungsbereiche zweier Statorscheiben in der axialen Richtung gesehen übereinander liegen, um eine zusätzliche Versteifung der Statorscheiben zu bewirken.

[0021] Die Versteifungselemente in dem Überlappungsbereich können zudem derart ausgebildet sein, dass sie ineinander eingreifen und die Position der Statorscheiben relativ zueinander in der Ebene festlegen.

[0022] Besonders bevorzugt ist ein Versteifungselement sowohl an dem Abschlusssteg als auch an dem Innenring angeordnet und durchgängig ausgebildet. Hierdurch kann eine auf den Innenring wirkende Kraft besonders gut auf den Abschlusssteg übertragen werden, welcher von dem fixierten Außenring gehalten wird. Auf diese Weise wird der Innenring noch besser gegen Verbiegung geschützt.

[0023] Ebenfalls bevorzugt weist die Statorscheibe zwei Abschlussstege auf, wobei sich ein Versteifungselement von einem Bereich des ersten Abschlussstegs über den Innenring bis hin zu einem Bereich des zweiten Abschlussstegs erstreckt. Eine auf den Innenring wirkende Kraft kann somit an zwei Stellen durch das Versteifungselement an den Außenring übertragen werden.

[0024] Allgemein sind sämtliche der voranstehend genannten Versteifungselemente miteinander kombinierbar und verbindbar und insbesondere durchgängig ausbildbar.

[0025] Die Erfindung umfasst weiterhin ein Verfahren zur Herstellung einer für eine Turbomolekularpumpe vorgesehenen Statorscheibe, welche sich teilringförmig in

einer Ebene erstreckt und einen Innenring und einen Außenring aufweist, welche durch Statorschaufeln miteinander verbunden sind, bei welchem Verfahren zumindest ein die Statorscheibe versteifendes Versteifungselement zwischen dem Innenring und dem Außenring ausgebildet wird. Beispielsweise können das Versteifungselement bzw. die Versteifungselemente, der Innenring und der Außenring sowie die Schaufeln der Statorscheibe in ein und denselben Prozessschritten und damit besonders wirtschaftlich hergestellt werden.

[0026] Des Weiteren betrifft die Erfindung auch eine Turbomolekularpumpe mit zumindest einer Statorscheibe der voranstehend beschriebenen Art, für welche die vorgenannten Vorteile und Weiterbildungen der Statorscheibe entsprechend gelten.

[0027] Nachfolgend wird die Erfindung anhand möglicher Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Turbomolekularpumpe in Querschnittsansicht;

Fig. 2 eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Statorscheibe in (a) bereichsweiser perspektivischer Ansicht und (b) Draufsicht;

Fig. 3 eine Draufsicht auf eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Statorscheibe;

Fig. 4 eine Draufsicht auf eine dritte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Statorscheibe;

Fig. 5 eine Draufsicht auf eine vierte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Statorscheibe;

Fig. 6 eine Querschnittsansicht einer Anordnung einer Statorscheibe gemäß dem Stand der Technik zwischen zwei benachbarten Rotorscheiben; und

Fig. 7 eine Querschnittsansicht einer Anordnung einer erfindungsgemäßen Statorscheibe zwischen zwei benachbarten Rotorscheiben.

[0028] 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.

[0029] 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.

[0030] 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 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.

[0031] Die pumpaktiven Oberflächen der Holweckpumpstufen sind jeweils durch die einander unter Ausbildung eines engen radialen Holweckspalts gegenüber liegenden radialen Mantelflächen jeweils einer Holweckrotorhülse 32, 34 und einer Holweckstatorhülse 36, 38 gebildet. Dabei ist jeweils eine der pumpaktiven Oberflächen glatt ausgebildet - vorwiegend diejenige der Holweckrotorhülse 32, 34 - und die gegenüberliegende pumpaktive Oberfläche der Holweckstatorhülse 36, 38 weist eine Strukturierung mit schraubenlinienförmig um die Rotationsachse 22 herum in axialer Richtung verlaufenden Nuten auf, in denen bei der Rotation des Rotors 18 das Gas vorangetrieben und dadurch gepumpt wird.

[0032] 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.

[0033] 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 unter Ausbildung eines radialen Lagerspalts 52 gegenüberliegen.

[0034] Innerhalb des Magnetlagers 42 ist ein Not- bzw. Fanglager 54 vorgesehen, welches als ungeschmiertes 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.

[0035] 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.

[0036] 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.

[0037] 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. Ein Sperrgaseinlass 64 ermöglicht die Zuführung eines Sperrgases in den Motorraum 60.

[0038] 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.

[0039] 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.

[0040] 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.

[0041] Eine Steuer- und Stromversorgungseinheit 82 ist dazu eingerichtet, den Antriebsmotor 66 während des Betriebs der Turbomolekularpumpe 10 mit elektrischer

Energie zu versorgen.

[0042] In Fig. 2 ist eine erste Ausführungsform einer Statorscheibe 26 gezeigt. Die Statorscheibe 26 definiert eine Ebene und umfasst einen Innenring 84 und einen Außenring 86. Zwischen dem Innenring 84 und dem Außenring 86 erstrecken sich in radialer Richtung Statorschaufeln 88, welche jeweils über Stege 90 mit dem Innenring 84 und dem Außenring 86 verbunden sind. Die Statorschaufeln 88 sind jeweils um die Stege 90 gedreht und zu der von der Statorscheibe 26 definierten Ebene schräg gestellt (Fig. 2a). Zudem sind die Statorschaufeln 88 in etwa trapezförmig geformt, wobei die mit dem Innenring 84 verbundene Grundseite kürzer ausgebildet ist als die mit dem Außenring 86 verbundene Grundseite.

[0043] In die Statorschaufeln 88 sind Prägungen 92 eingebracht, die als Versteifungselemente dienen und insbesondere den Innenring 84 gegenüber dem Außenring 86 versteifen. Die Prägungen 92 sind ebenfalls etwa trapezförmig ausgeformt und gehen im Bereich der Grundseiten der Trapezform in dreieckförmige Übergangsbereiche 94 über. Die Schenkel der trapezförmigen Prägung 92 verlaufen in radialer Richtung und weisen dementsprechend einen gleichbleibenden Abstand zu den in Umfangsrichtung orientierten Rändern der Statorschaufeln 88 auf.

[0044] Die Statorscheibe 26 ist einstückig ausgebildet und mittels eines Stanzbiegeverfahrens aus einem Blech hergestellt. Mittels des Stanzbiegeverfahrens werden auch die Prägungen 92 der Statorschaufeln 88 erzeugt.

[0045] Die Statorscheibe 26 überdeckt einen Winkelbereich von 180° und ist somit halbkreisförmig ausgebildet (Fig. 2b). In der Turbomolekularpumpe 10 werden jeweils zwei Statorscheiben 26 in einer Ebene angeordnet, um eine Vollscheibe zu bilden.

[0046] Fig. 3 zeigt eine zweite Ausführungsform einer Statorscheibe 26, die halbkreisförmig bzw. halbringförmig ausgebildet ist und somit einen Winkelbereich von 180° überdeckt. In Fig. 3 sind beispielhaft lediglich zwei Statorschaufeln 88 dargestellt, jedoch sind wie bei der ersten Ausführungsform weitere Statorschaufeln 88 vorhanden, wie durch den Pfeil 89 angedeutet ist.

[0047] In Fig. 3 sind außerdem zwei den Innenring 84 und den Außenring 86 der Statorscheibe 26 verbindende Abschlussstege 96 gezeigt, die jeweils den Abschluss der Statorscheibe 26 in Umfangsrichtung definieren. Die Abschlussstege 96 sind trapezförmig ausgebildet, wobei die Schenkel der Trapezform jeweils in radialer Richtung verlaufen.

[0048] Die Statorscheibe 26 gemäß Fig. 3 umfasst ein Versteifungselement, welches als Sicke 98 ausgebildet ist. Die Sicke 98 beginnt in radialer Richtung gesehen etwa mittig in dem einen Abschlusssteg 96, erstreckt sich von dort zu dem halbkreisförmigen Innenring 84, folgt dem Innenring 84 vollständig und erstreckt sich in den anderen Abschlusssteg 96 ebenfalls ungefähr bis zu dessen Hälfte hinein. Die Sicke 98 ist dabei durchgängig ausgebildet und formt so in der Draufsicht annähernd den griechischen Buchstaben Omega (Ω).

[0049] Die Sicke 98 ragt aus der durch die Statorscheibe 26 definierten Ebene nach oben hervor und kann beispielsweise einen V-förmigen, U-förmigen, rechteckigen oder runden Querschnitt aufweisen.

[0050] Die Sicke 98 wirkt einer Verwindung sowohl der Abschlussstege 96 als auch des Innenrings 84 entgegen und versteift auf diese Weise die gesamte Statorscheibe 26.

[0051] In Fig. 4 ist eine dritte Ausführungsform einer Statorscheibe 26 gezeigt, die sich von der zweiten Ausführungsform darin unterscheidet, dass die Abschlussstege 96 rechteckig ausgebildet sind. Zudem verläuft die zur Versteifung der Statorscheibe 26 dienende Sicke 98 lediglich von einem mittleren Bereich des einen Abschlussstegs 96 ausgehend über einen Großteil des Innenrings 84, nicht jedoch entlang des anderen Abschlussstegs 96. Somit bildet die Sicke 98 in der Draufsicht etwa die Form einer Sichel.

[0052] Fig. 5 zeigt eine vierte Ausführungsform einer Statorscheibe 26, die sich von der in Fig. 3 gezeigten Statorscheibe dadurch unterscheidet, dass zwei Sicken 98 vorgesehen sind, die sich jeweils etwa entlang der radial inneren Hälfte eines Abschlussstegs 96 erstrecken und sich entlang des Innenrings 84 fortsetzen und diesen jeweils über einen Winkelbereich von etwa 30° überdecken. Die beiden Sicken 98 sind voneinander getrennt.

[0053] Fig. 6 zeigt schematisch die Anordnung einer Statorscheibe 26 gemäß dem Stand der Technik zwischen zwei Rotorscheiben 24, die mit der Rotorwelle 22 gekoppelt sind. Der zur Rotorwelle 22 weisende Innenring 84 der Statorscheibe 26 ist hier flach ausgebildet. Radial nach außen schließen sich die zur Ebene schräg gestellten Statorschaufeln 88 an den Innenring 84 an.

[0054] Fig. 7 zeigt im Unterschied zu Fig. 6 eine erfindungsgemäße Statorscheibe 26, welche an dem Innenring 84 zwei doppelt rechtwinklige Abkantungen 100 aufweist, die zur Versteifung der Statorscheibe 26 dienen. Im Querschnitt gesehen ergibt sich somit ein mäanderförmiger Verlauf des Innenrings 84. Durch die Abkantungen 100 verkleinert sich das axiale Spaltmaß 102 zwischen der Statorscheibe 26 und den benachbarten Rotorscheiben 24, wodurch ein Rückströmen von zu pumpenden Molekülen erschwert wird, was den Leitwert reduziert und so die Effizienz der Turbomolekularpumpe 10 steigert.

[0055] Generell ist anzumerken, dass die verschiedenen gezeigten Ausführungsformen der Versteifungselemente jeweils auch miteinander kombinierbar sind, insbesondere können die Prägungen 92 der Statorschaufeln 88 gemäß Fig. 2 und die Sicken 98 gemäß Fig. 3 bis 5 miteinander kombiniert werden. Anstelle der Sicken 98 können jeweils auch Abkantungen 100, wie in Fig. 7 gezeigt, verwendet werden. Ebenfalls kann zusätzlich oder alternativ ein weiteres Versteifungselement an dem Außenring 86 vorgesehen sein, beispielsweise in Form einer geschlossen umlaufenden Sicke, die sich über den kompletten Außenring 86, die zwei Abschlussstege 96 und den kompletten Innenring 84 erstreckt.

Bezugszeichenliste**[0056]**

10	Turbomolekularpumpe
12	Einlassflansch
14	Pumpeneinlass
16	Gehäuse
18	Rotor
20	Rotationsachse
22	Rotorwelle
24	Rotorscheibe
26	Statorscheibe
28	Distanzring
30	Rotornabe
32	Holweckrotorhülse
34	Holweckrotorhülse
36, 38	Holweckstatorhülse
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	Innenring
86	Außenring
88	Statorschaufel
89	Pfeil
90	Steg
92	Prägung
94	Übergangsbereich
96	Abschlusssteg
98	Sicke
100	Abkantung
102	Spaltmaß

Patentansprüche

1. Statorscheibe (26) für eine Turbomolekularpumpe

(10), wobei die Statorscheibe (26) sich teilringförmig in einer Ebene erstreckt und einen Innenring (84) und einen Außenring (86) aufweist, welche durch Statorschaufeln (88) miteinander verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein die Statorscheibe (26) versteifendes Versteifungselement (92, 98, 100) zwischen dem Innenring (84) und dem Außenring (86) vorgesehen ist.

2. Statorscheibe (26) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Versteifungselement (92, 98, 100) an einer Statorschaufel (88) angeordnet ist.

3. Statorscheibe (26) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Versteifungselement durch eine Sicke (98) und/oder eine Abkantung (100) gebildet ist.

4. Statorscheibe (26) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Versteifungselement (92, 98, 100) an einem den Innen- und Außenring (84, 86) verbindenden Abschlusssteg (96) angeordnet ist.

5. Statorscheibe (26) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich ein Versteifungselement (92, 98, 100) zumindest bereichsweise auch entlang des Innenrings (84) erstreckt.

6. Statorscheibe (26) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich ein Versteifungselement (92, 98, 100) zumindest bereichsweise auch entlang des Außenrings (86) erstreckt.

7. Statorscheibe (26) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** ein Versteifungselement (92, 98, 100) in einem zur Anlage an einer weiteren Statorscheibe (26) vorgesehenen Überlappungsbereich.

8. Statorscheibe (26) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Statorscheibe (26) einen Winkelbereich von größer 180°, beispielsweise von 190°, überdeckt.

9. Statorscheibe (26) nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Versteifungselement (92, 98, 100) an dem Ab-

schlusssteg (96) und an dem Innenring (84) angeordnet ist und durchgängig ausgebildet ist.

10. Statorscheibe (26) nach einem der Ansprüche 4 bis 9, 5
dadurch gekennzeichnet, dass
die Statorscheibe (26) zwei Abschlussstege (96) aufweist und sich ein Versteifungselement (92, 98, 100) von einem Bereich des ersten Abschlussstegs (96) über den Innenring (84) bis hin zu einem Bereich des zweiten Abschlussstegs (96) erstreckt. 10
11. Verfahren zur Herstellung einer für eine Turbomolekularpumpe (10) vorgesehenen Statorscheibe (26), welche sich teilingförmig in einer Ebene erstreckt und einen Innenring (84) und einen Außenring (86) aufweist, welche durch Statorschaufeln (88) miteinander verbunden sind, 15
dadurch gekennzeichnet, dass
zumindest ein die Statorscheibe (26) versteifendes Versteifungselement (92, 98, 100) zwischen dem Innenring (84) und dem Außenring (86) ausgebildet wird. 20
12. Turbomolekularpumpe (10) mit zumindest einer Statorscheibe (26) nach einem der Ansprüche 1 bis 10. 25

30

35

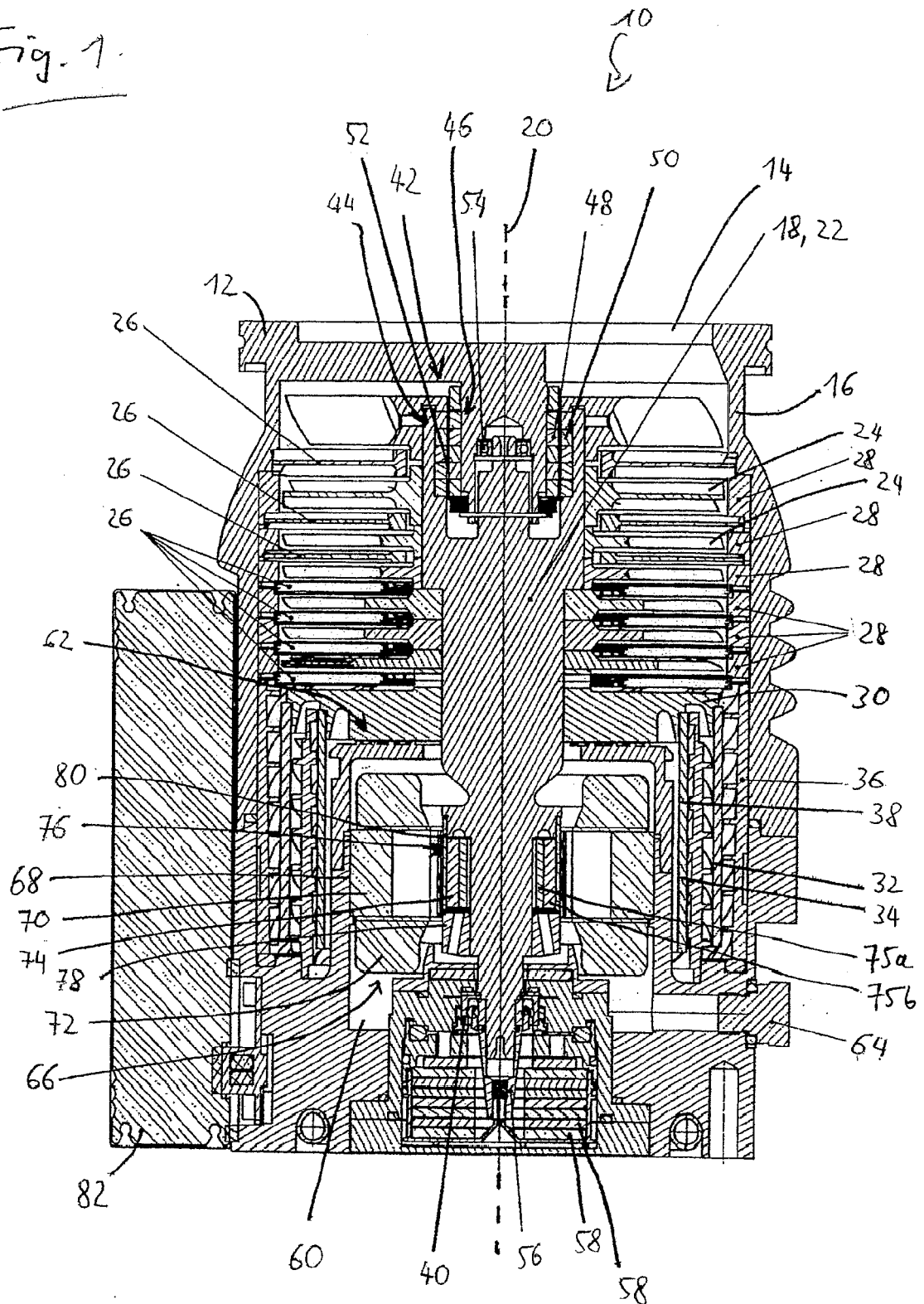
40

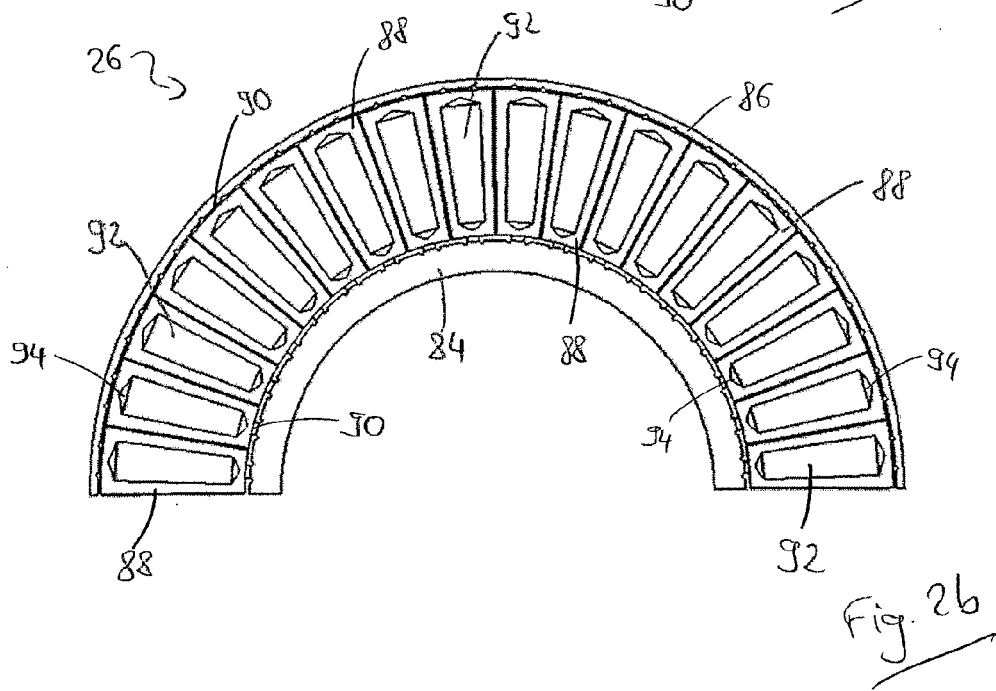
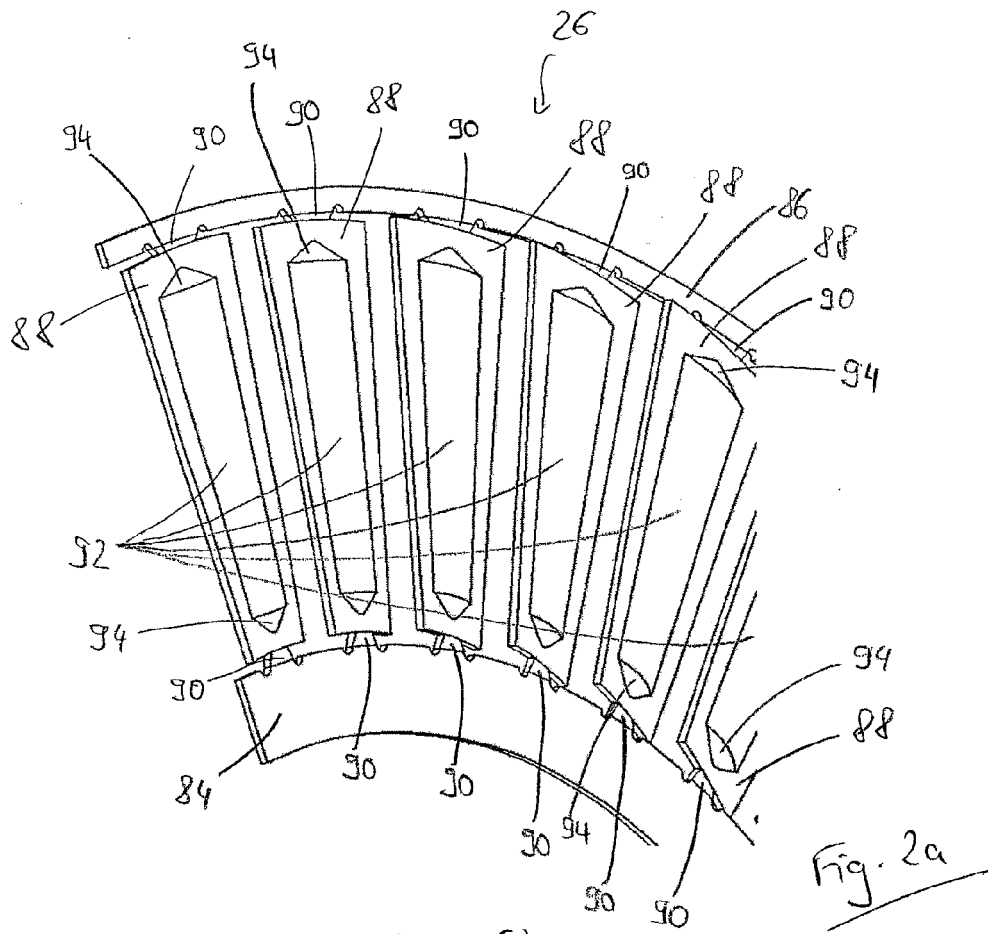
45

50

55

Fig. 1.





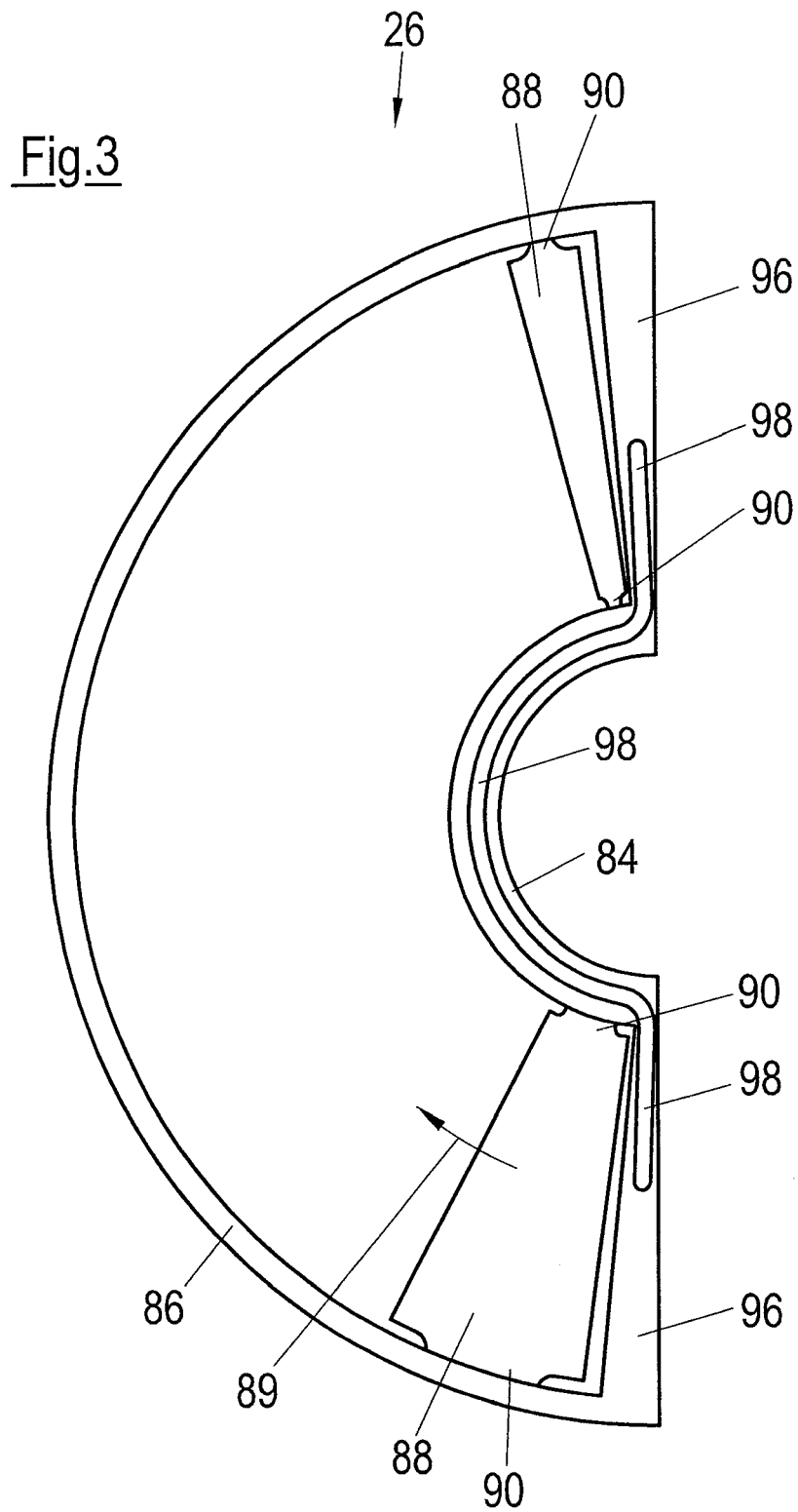


Fig.4

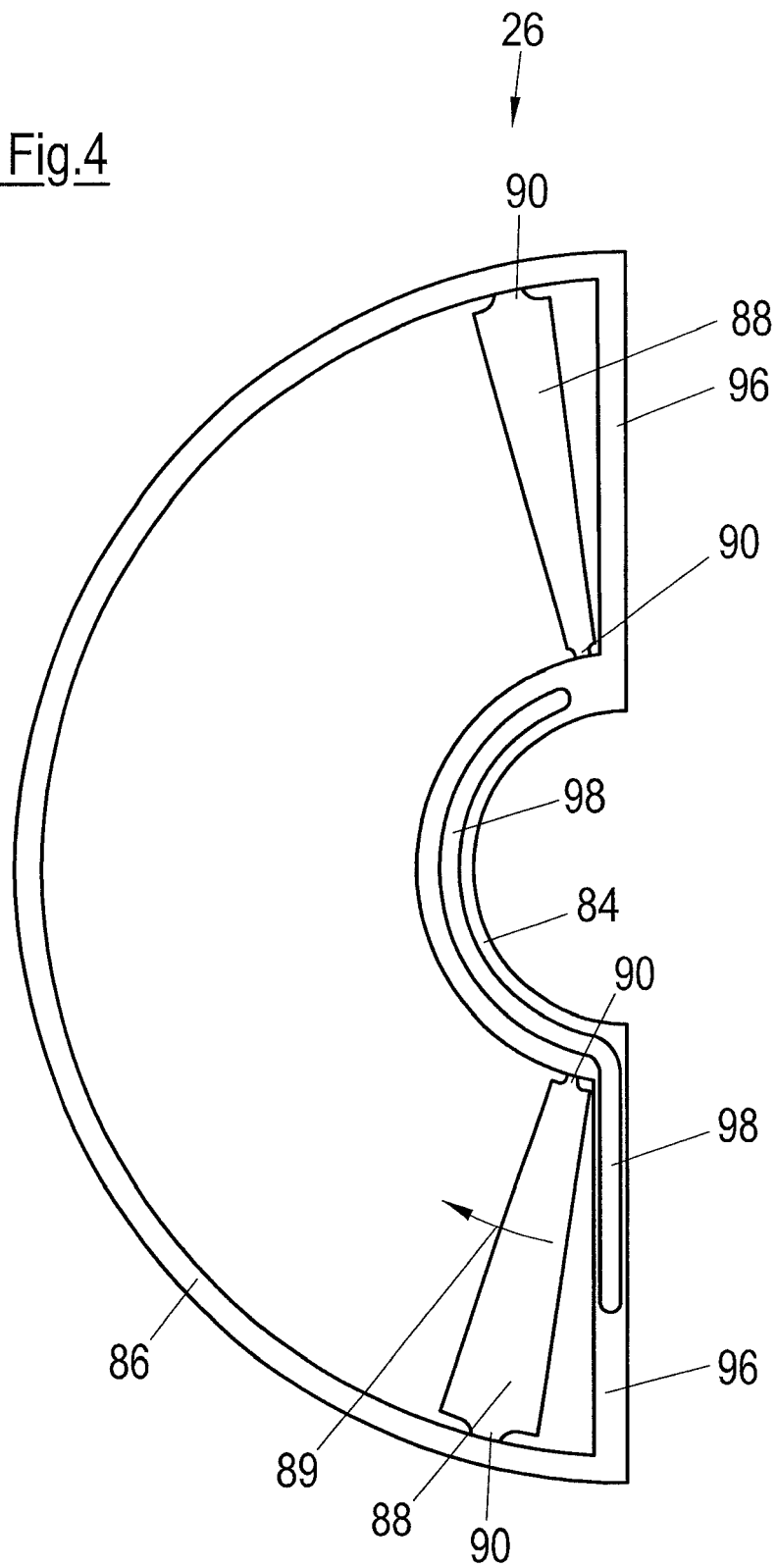
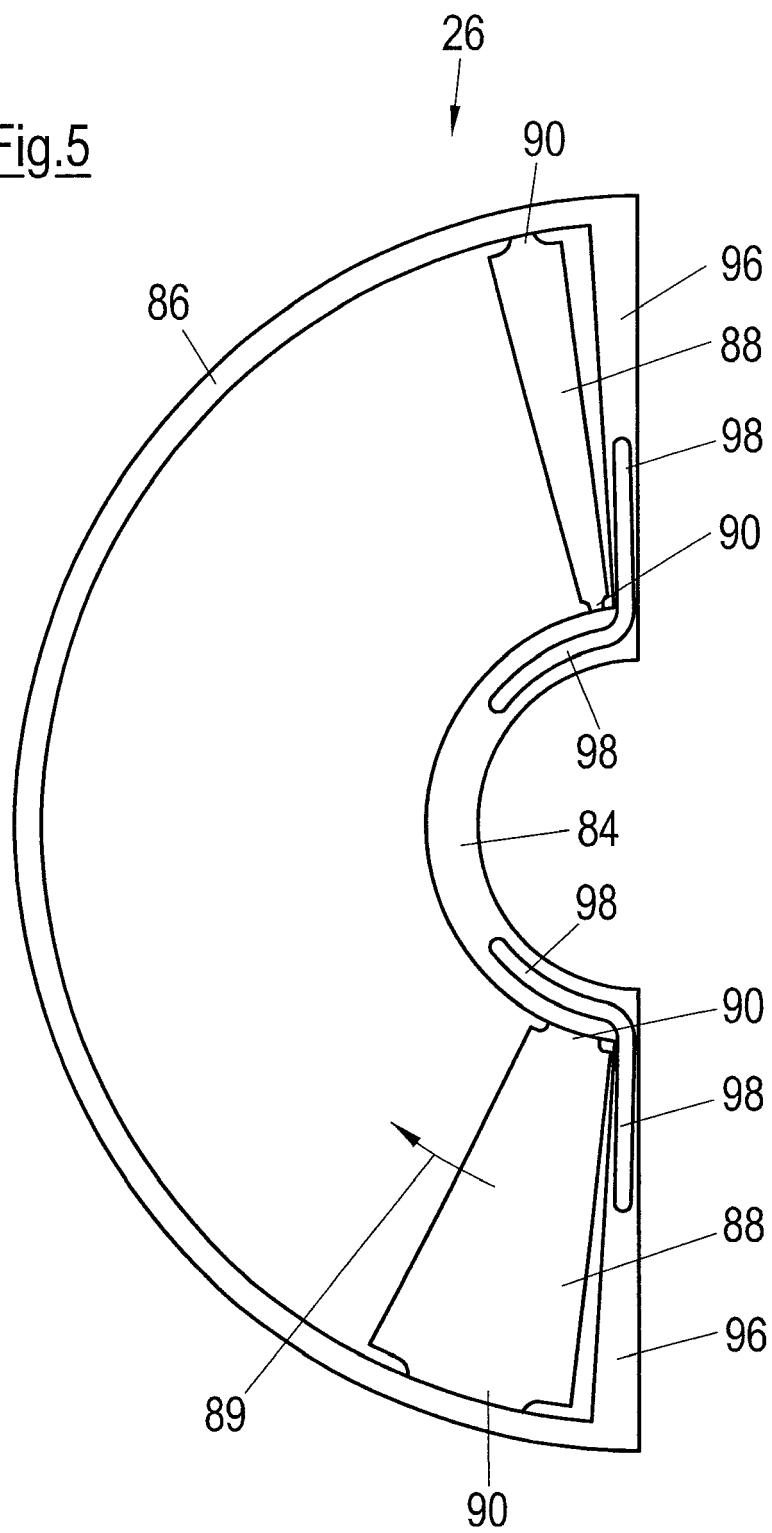


Fig.5



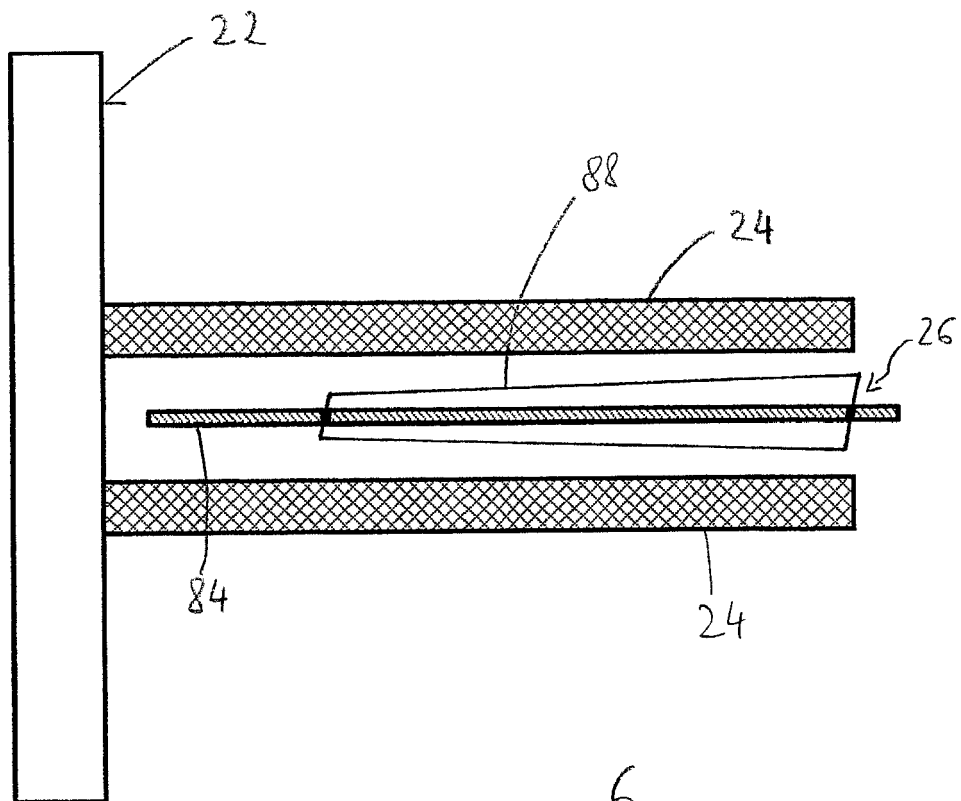


Fig. 6

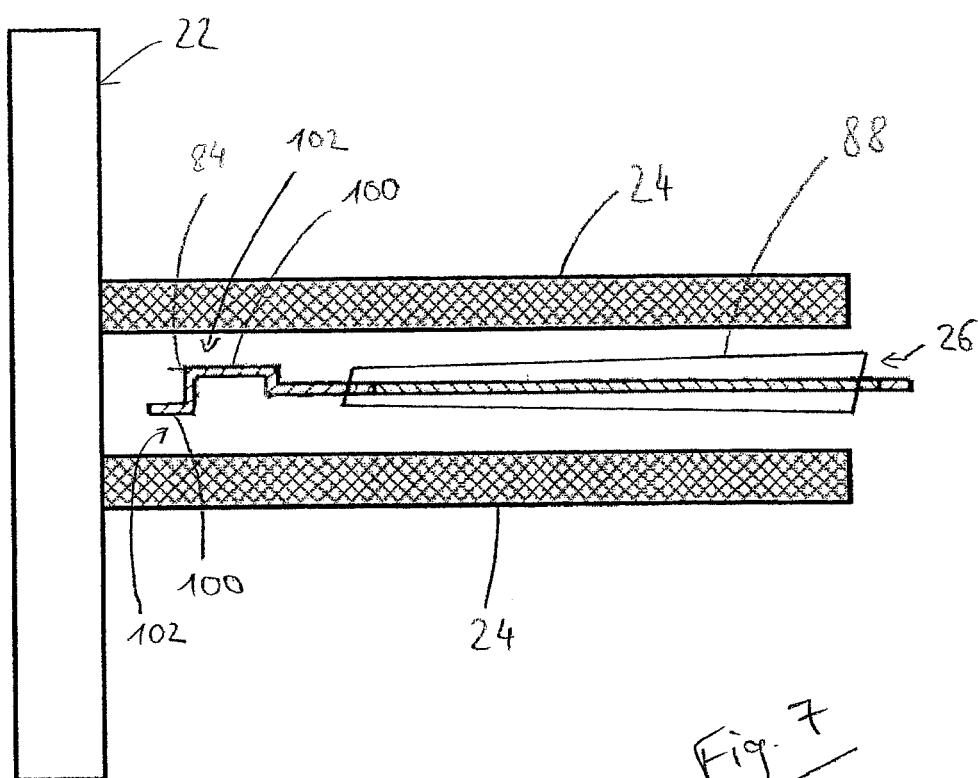


Fig. 7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 14 19 2849

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2011 108115 A1 (PFEIFFER VACUUM GMBH [DE]) 24. Januar 2013 (2013-01-24) * das ganze Dokument * * Abbildungen 2,3 *	1,11	INV. F04D19/04 F04D29/54 F04D29/66
A	EP 0 967 395 A2 (SEIKO SEIKI KK [JP] BOC EDWARDS JAPAN LTD [JP]) 29. Dezember 1999 (1999-12-29) * Abbildungen 2A-2E *	1,11	
A	DE 10 2010 052659 A1 (PFEIFFER VACUUM GMBH [DE]) 31. Mai 2012 (2012-05-31) * Abbildung 7 *	1,11	
A	JP 2006 046074 A (BOC EDWARDS KK) 16. Februar 2006 (2006-02-16) * Zusammenfassung; Abbildung 2b *	1,11	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04D
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 12. Mai 2015	Prüfer Ingelbrecht, Peter
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, 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	

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 14 19 2849

5

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

12-05-2015

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102011108115 A1	24-01-2013	DE 102011108115 A1	24-01-2013
		EP 2549115 A2	23-01-2013

EP 0967395 A2	29-12-1999	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

DE 102010052659 A1	31-05-2012	DE 102010052659 A1	31-05-2012
		EP 2458221 A2	30-05-2012

JP 2006046074 A	16-02-2006	KEINE	

EPO FORM P0461

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