



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
06.04.2016 Patentblatt 2016/14

(51) Int Cl.:
F04D 19/04 ^(2006.01) **F04D 29/02** ^(2006.01)
F04D 29/32 ^(2006.01) **F04D 29/54** ^(2006.01)
F04D 29/64 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15185155.7**

(22) Anmeldetag: **15.09.2015**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA

(71) Anmelder: **Pfeiffer Vacuum GmbH**
35614 Aßlar (DE)

(72) Erfinder:
• **Ankel, Matthias**
35756 Mittenaar (DE)
• **Mekota, Mirko**
35630 Ehringshausen (DE)

(30) Priorität: **02.10.2014 DE 102014114326**

(74) Vertreter: **Knefel, Cordula**
Wertherstrasse 16
35578 Wetzlar (DE)

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER ROTOR- ODER STATORSCHEIBE FÜR EINE VAKUUMPUMPE SOWIE ROTOR- ODER STATORSCHEIBE FÜR EINE VAKUUMPUMPE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Rotor- oder Statorscheibe für eine Vakuumpumpe sowie eine Rotor- oder Statorscheibe für eine Vakuumpumpe, wobei die Rotor- oder Statorscheibe aus einem Rohling aus Vollmaterial durch Einsägen von zu

einer Scheibenebene schräg gestellten Kanälen hergestellt wird, bei denen wenigstens eine Scheibenoberfläche des Rohlings vor dem Einsägen der Kanäle radial-symmetrisch gekrümmt ausgebildet wird.

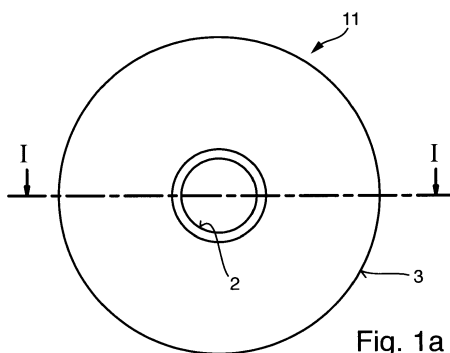


Fig. 1a

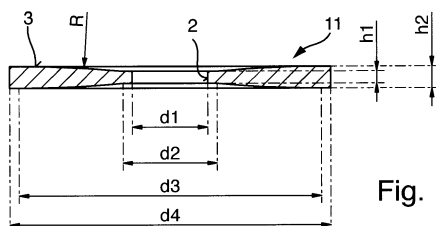


Fig. 1b

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Rotor- oder Statorscheibe für eine Vakuumpumpe sowie eine Rotor- oder Statorscheibe für eine Vakuumpumpe.

[0002] Mehrere erfolgreiche Typen von Molekularpumpen basieren auf Scheiben, bei denen Schaufeln an einem Tragring angebracht sind, welcher auf einer schnell drehenden Welle sitzt. Beispielhaft hierfür sind die so genannten Turbomolekularpumpen genannt, in denen sich Rotor- und Statorscheiben abwechseln. Die Geometrie der Schaufeln hat einen großen Einfluss auf die Leistungsdaten und Lebensdauer der Pumpe.

[0003] Verschiedene Arten von Rotor- oder Statorscheiben sind im Stand der Technik bekannt. Eine gängige Bauart besteht aus Blech, welches bei der Herstellung so gestanzt wird, dass eine runde Scheibe mit radialen Schlitten entsteht, die radialen Schlitten sind lediglich über einen äußeren Teil vorgesehen. Der zwischen den Schlitten befindliche Teil wird umgebogen, das heißt aus der Scheibenebene herausgestellt, so dass Schaufeln entstehen. Diese Lösung ist beispielsweise in der DE-OS 100 52 637 gezeigt.

[0004] Zum Stand der Technik (DE 297 15 035 U1) gehört eine Reibungsvakuumpumpe, bei der Stator- und Rotorschaukeln ausgebildet sind. Die Statorschaukeln sind aus Blech gebildet, die beim Herstellen entsprechend geschnitten werden, so dass von innen nach außen die Schaufeln eine zunehmende Höhe aufweisen. Die Rotorschaukeln sind entsprechend angepasst, damit die Spalte zwischen den Schaufeln konstant und möglichst klein sind.

[0005] Das Schränken der Schaufeln weist den Nachteil auf, dass eine Materialveränderung herbeigeführt wird, die die Stabilität der Schaufeln erheblich einschränkt.

[0006] Insbesondere bei Vakuumpumpen, beispielsweise Turbomolekularpumpen mit sehr hohen Drehzahlen treten hierdurch häufig Probleme auf, da die Bleche sehr dünn ausgebildet sind. Dadurch können die Scheiben keinen schnellen Drehungen ausgesetzt werden, da die Materialbelastung am Schaufelgrund zu hoch würde.

[0007] Aus der Praxis ist auch bekannt, dass der Schaufelwinkel variiert wird, um bei Rotor- oder Statorscheiben den Grad der Überdeckung zwischen den einzelnen Schaufeln und damit die so genannte optische Dichtheit einzustellen. Die Scheibenoberflächen sind dabei planparallel zueinander ausgerichtet. Die technischen Möglichkeiten zur Herstellung begrenzen die Variation des Schaufelwinkels in manchen Fällen, so dass die Schaufeln an ihrem Innendurchmesser nochmals überlappen und am Außendurchmesser nicht mehr optisch dicht sind. Nachteilig ist hierbei auch, dass, um am Außendurchmesser der Scheibe eine optische Dichtheit zu erreichen, der Schaufelwinkel außen sehr flach gewählt werden muss, was die offene Struktur verkleinert und somit das Saugvermögen einschränkt.

[0008] Die aus der Praxis bekannte gängige Lösung, die Scheiben aus Vollmaterial durch Einsägen von zur Scheibenebene schräg gestellten Kanälen herzustellen, weist den Nachteil auf, dass die herstellbaren Geometrien durch die Werkzeuge eingeschränkt sind. Beispielsweise ist es schwierig, am Schaufelgrund einen steileren Anstellwinkel zu erzeugen, weil dann die Säge mit dem Außenteil der Schaufel in Berührung kommt.

[0009] Das der Erfindung zugrunde liegende technische Problem besteht darin, ein Verfahren zur Herstellung einer Rotor- oder Statorscheibe anzugeben, mit der eine Optimierung der Überlappung der Schaufeln und damit eine Verbesserung der Kompression und des Saugvermögens möglich ist. Darüber hinaus soll eine Rotor- oder Statorscheibe mit einem sehr guten Saugvermögen und einer sehr guten Kompression angegeben werden.

[0010] Dieses technische Problem wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 sowie eine Rotor- oder Statorscheibe mit den Merkmalen gemäß Anspruch 7 gelöst.

[0011] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung einer Rotor- oder Statorscheibe für eine Vakuumpumpe, wobei die Rotor- oder Statorscheibe aus einem Rohling aus Vollmaterial durch Einsägen von zu einer Scheibenebene schräg gestellten Kanälen hergestellt wird, zeichnet sich dadurch aus, dass wenigstens eine Scheibenoberfläche des Rohlings vor dem Einsägen der Kanäle radialsymmetrisch gekrümmt ausgebildet wird.

[0012] Durch diese Ausführung ist es möglich, beispielsweise die Rotor- oder Statorscheibe konvex-ballig auszuführen. Durch die radialsymmetrische Krümmung ist es möglich, die Überlappung der Schaufeln zu optimieren. Die Überlappung kann sowohl positiv sein, sie kann "Null" sein, das heißt in axialer Richtung gesehen, sind die Scheiben geradeso optisch dicht, sie kann aber auch negativ sein, das heißt, bei axialer Betrachtung ist ein definierter Spalt zwischen den Schaufeln vorhanden.

[0013] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung sind beide Scheibenoberflächen radialsymmetrisch gekrümmt ausgebildet. Diese Ausführungsform weist den Vorteil auf, dass die Schaufelgeometrie der Stator- oder Rotorscheibe entsprechend den geforderten Anforderungen ausgebildet sein kann, das heißt mit einer positiven Überlappung, einer negativen Überlappung oder einer Überlappung von "Null".

[0014] Wie schon ausgeführt, kann die Scheibenoberfläche konvex-ballig ausgebildet sein. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, die Scheibenoberfläche konkav-ballig auszuführen. Die Wahl dieser Ausführungsform hängt ebenfalls davon ab, wie die endgültige Scheibengeometrie beziehungsweise Überlappung ausgestaltet sein soll.

[0015] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die wenigstens eine Scheibenoberfläche eine Krümmung mit einem Radius oder mit mehreren Radien aufweist. Auch hierdurch lässt sich die gewünschte Scheibengeometrie einstellen. Zum Beispiel lässt sich durch die Balligkeit der Grad der Überlappung der Scheiben einstellen.

Hier ist dann die Balligkeit so zu wählen, dass die Scheiben die gewünschte Überlappung im positiven Bereich, im negativen Bereich oder eine Überlappung von "Null" aufweisen.

[0016] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist am Außendurchmesser der Statorscheiben ein Absatz vorgesehen. Dieser Absatz dient dazu, dass die Scheiben unabhängig von ihrer Dicke am Außendurchmesser zwischen Distanzringen in der Vakuumpumpe angeordnet werden können.

[0017] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass am Außendurchmesser der Statorscheiben ein Scheibenabschnitt eine geringere oder größere Dicke als der konvex-ballige oder konkav-ballige Scheibenabschnitt aufweist. Auch hierdurch ist es möglich, die Schaufeln nur am Innendurchmesser optisch dicht, aber am Außendurchmesser optisch durchlässig oder umgekehrt zu gestalten.

[0018] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist die Dicke der Rotor- oder Statorscheibe in dem Rohling von innen nach außen abnehmend ausgebildet. Gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist die Dicke der Rotor- oder Statorscheibe in dem Rohling von innen nach außen zunehmend ausgebildet. Ist sie von innen nach außen zunehmend ausgebildet, ergibt sich auch ohne Berücksichtigung des Schaufelwinkels nach außen eine offene Struktur bei axial optischer Dichtheit.

[0019] Neben der Dicke des Rohlings innen, das heißt in der Nähe der Welle, und außen, das heißt in Richtung der Distanzringe, ist auch der Radius beispielsweise der konvexen oder konkaven Balligkeit ein Faktor, der die Überlappung der Schaufeln beeinflusst.

[0020] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird der Rohling mittels des High-Speed-Cuttings bearbeitet. Beim High-Speed-Cutting wird das Material abgetragen, das heißt, die Kanäle werden in dem Rohling ausgebildet, ohne einen Druck auf den Rohling auszuüben. Dies hat den Vorteil, dass die Stabilität der fertig hergestellten Stator- oder Rotorschaukel nicht vermindert wird.

[0021] Die erfindungsgemäße Rotor- oder Statorscheibe für eine Vakuumpumpe, wobei die Rotor- oder Statorscheibe aus einem Rohling aus Vollmaterial durch Einsägen von zu einer Scheibenebene schräg gestellten Kanälen hergestellt ist, zeichnet sich dadurch aus, dass wenigstens eine Scheibenoberfläche des Rohlings vor dem Einsägen der Kanäle radialsymmetrisch gekrümmt ausgebildet ist.

[0022] Durch diese Ausgestaltung der Rotor- oder Statorscheibe kann unabhängig vom Schaufelwinkel die Überlappung der Schaufeln optimiert werden. Die Überlappung kann sowohl positiv sein, sie kann "Null" sein, sie kann jedoch auch negativ sein.

[0023] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung sind beide Scheibenoberflächen radialsymmetrisch gekrümmt ausgebildet. Das bedeutet, dass in axialer Richtung der Scheibe gesehen, beide Seiten der Scheibe gekrümmt ausgebildet sind. Die Scheibenoberflächen können eine spiegelsymmetrische Krümmung aufweisen. Es ist jedoch auch möglich, die Krümmung der beiden Scheibenoberflächen unterschiedlich auszubilden. Zum Beispiel kann eine Seite konvex-ballig und die andere Seite konkav-ballig ausgebildet sein.

[0024] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist die wenigstens eine Scheibenoberfläche konvex-ballig oder konkav-ballig ausgebildet. Durch diese Ausführungsform kann die Überlappung der Schaufeln ausgewählt werden, je nach Anforderungen der fertig gestellten Scheibe.

[0025] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung weist die wenigstens eine Scheibenoberfläche eine Krümmung mit einem Radius oder eine Krümmung mit mehreren Radien auf. Auch hierdurch kann der Grad der Überlappung gewählt werden und das Saugvermögen kann hinsichtlich der Anforderungen der Scheibe optimiert werden.

[0026] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist am Außendurchmesser der Statorscheiben ein Absatz vorgesehen. Dieser Absatz gewährleistet eine dickenunabhängige Aufnahme der Statorscheibe zwischen Distanzringen der Pumpe.

[0027] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist ein Scheibenabschnitt am Außendurchmesser der Statorscheiben eine geringere oder größere Dicke als der konvex-ballige oder konkav-ballige Scheibenabschnitt auf. Auch hierdurch ist es möglich, beispielsweise die Schaufeln nur außen optisch dicht, innen aber optisch durchlässig zu gestalten oder die Schaufeln nur innen optisch dicht und außen aber optisch durchlässig zu gestalten.

[0028] "Innen" bedeutet in Richtung Innendurchmesser der Scheibe, "außen" bedeutet in Richtung Außendurchmesser der Scheibe.

[0029] Gemäß einer möglichen Ausführungsform der Erfindung ist die Dicke der Rotor- oder Statorscheibe in dem Rohling von innen nach außen abnehmend ausgebildet. Es besteht auch die Möglichkeit, dass die Dicke der Rotor- oder Statorscheibe in dem Rohling von innen nach außen zunehmend ausgebildet ist. Hierdurch ergibt sich beispielsweise ohne Berücksichtigung des Schaufelwinkels eine nach außen offene Struktur bei axialer optischer Dichtheit.

[0030] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Stator- oder Rotorscheibe als eine mittels des High-Speed-Cuttings bearbeitete Stator- oder Rotorscheibe ausgebildet. Beim High-Speed-Cutting wird das Material zur Ausbildung der Kanäle druckfrei abgetragen, so dass das Werkstück keinerlei Spannungen oder dergleichen unterzogen wird und damit die fertig hergestellte Stator- oder Rotorscheibe eine besonders hohe Stabilität aufweist.

[0031] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Stator- oder Rotorscheibe nach dem Ein-

sägen der Kanäle eine Kennzahl zwischen 0 und -0,20 auf. In diesem Fall ist die Scheibe optisch dicht ausgestaltet. Diese Scheiben weisen eine sehr gute Kompression auf.

[0032] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist die Scheibe vollständig optisch dicht ausgebildet. Auch hierdurch erzielt die Scheibe ein sehr gutes Kompressionsverhältnis.

[0033] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist die Scheibe am Außendurchmesser oder am Innendurchmesser optisch dicht ausgebildet. Je nach Anwendungsart wird auch hierdurch eine sehr gutes Saugvermögen erzielt.

[0034] Weisen die Rotorscheiben eine größere Dicke am Außendurchmesser als am Innendurchmesser auf und die Dicke des Außendurchmessers weicht stark von der Dicke des Innendurchmessers ab, kann dies zu Festigkeitsproblemen aufgrund hoher Fliehkräfte durch die große Massenansammlung am Außendurchmesser führen. Besitzen die Statorscheiben die beschriebene ballige Form und wird die Rotorscheibe entsprechend konkav geformt, so entsteht bei der Rotorscheibe eine nach außen optische offene Struktur. Da die Rotorscheaufeln nach außen jedoch dünner und damit leichter werden, verringern sich bei gleicher Drehzahl die Fliehkräfte auf die Rotorscheibe. Alternativ kann die Rotorscheibe schneller drehen, ohne das Scheibenmaterial über das ursprüngliche Maß hinaus zu belasten. Dies erhöht Kompression und Saugvermögen, so dass gegebenenfalls auftretende Minderungen dieser Werte durch die offene Rotorscheibenstruktur ausgeglichen oder sogar verringert werden.

[0035] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich anhand der zugehörigen Zeichnung, in der mehrere Ausführungsbeispiele einer Stator- oder Rotorscheibe nur beispielhaft dargestellt sind. In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1a eine Draufsicht auf einen erfindungsgemäßen Scheibenrohling;
- Fig. 1b einen Schnitt gemäß der Linie I-I der Fig. 1a;
- Fig. 2a eine Draufsicht auf eine Statorscheibe;
- Fig. 2b einen Schnitt gemäß der Linie II-II der Fig. 2a;
- Fig. 3 ein geändertes Ausführungsbeispiel;
- Fig. 4 eine Rotorscheibe in Draufsicht;
- Fig. 5 einen Schnitt nach der Linie A-A der Fig. 4;
- Fig. 6 eine Rotorscheibe in Seitenansicht;
- Fig. 7 eine Rotorscheibe in Draufsicht;
- Fig. 8 einen Schnitt nach der Linie B-B der Fig. 7;
- Fig. 9 einen Schnitt nach der Linie C-C der Fig. 7;
- Fig. 10 einen Schnitt nach der Linie D-D der Fig. 7;
- Fig. 11 eine Darstellung zur Herleitung zur Bestimmung der Offenheit von Turbogemetrien;
- Fig. 12a eine Draufsicht auf ein geändertes Ausführungsbeispiel einer Statorscheibe;
- Fig. 12b einen Schnitt nach der Linie XII-XII der Fig. 12a.

[0036] Fig. 1a und Fig. 1b zeigen einen Rohling 11 für eine Statorscheibe 1, der konvex-ballig ausgeführt ist. Die größere Scheibendicke ist am Außendurchmesser 3 angeordnet. Am Innendurchmesser 2 weist der Rohling 11 eine Dicke h_1 auf. Am Außendurchmesser 3 weist der Rohling 11 eine Dicke h_2 auf.

[0037] Der Rohling 11 weist eine konvex-ballige Form auf. Vor dem Einbringen der Kanäle für die Stator- oder Rotorscheaufeln wird der Rohling 11 in der endgültigen konvex-balligen Form ausgebildet. Das heißt, der Rohling 11 weist vor Einbringen der Kanäle für die Stator- oder Rotorscheaufeln die Außenkontur auf, die die fertig hergestellte Stator- oder Rotorscheibe aufweist.

[0038] Der Rohling 11 wird aus einem konvex-balligen Rohling geformt, der vor Einbringen der Kanäle für die Stator- oder Rotorscheaufeln in der endgültigen konvex-balligen Form ausgebildet ist. Das heißt, der Rohling 11 weist vor Einbringen der Kanäle für die Stator- oder Rotorscheaufeln die Außenkontur auf, die die fertig hergestellte Stator- oder Rotorscheibe aufweist.

[0039] Je nach Ausführung der Dicke h_1 und h_2 und des Radius R der konvexen Balligkeit kann unabhängig vom Schaufelwinkel die Überlappung der Schaufeln optimiert werden. Die Überlappung kann sowohl positiv sein, sie kann "Null" sein (in axialer Richtung gesehen sind die Scheiben gerade so optisch dicht), sie kann aber auch negativ sein (definierter Spalt zwischen den Schaufeln bei axialer Betrachtung).

[0040] d_1 bestimmt den Durchmesser des Innendurchmessers der Scheibe. Bis zu einem Durchmesser d_2 ist die Scheibe planparallel ausgeführt. Zwischen den Durchmessern d_2 und d_3 weist die Scheibe 1 eine radialsymmetrische Krümmung mit dem Radius R auf. Zwischen dem Durchmesser d_3 und d_4 ist die Scheibe wiederum planparallel ausgebildet, um beispielsweise zwischen Distanzstücken einer Turbomolekularpumpe (nicht dargestellt) aufgenommen zu werden.

[0041] Damit ergibt sich auch ohne Berücksichtigung des Schaufelwinkels auch außen eine offene Struktur bei axialer optischer Dichtigkeit.

[0042] Es ist möglich, durch Wahl von Dicke und Radius die Schaufeln nur außen optisch dicht, innen aber optisch

durchlässig zu gestalten. Ebenso ist es möglich, die Schaufeln nur innen optisch dicht, außen aber optisch durchlässig zu gestalten.

[0043] Fig. 1a zeigt den Scheibenrohling 11. Der Scheibenrohling 11 besitzt ein Loch in der Mitte zur Aufnahme für die Sägebearbeitung.

[0044] Fig. 2a und Fig. 2b zeigen eine Draufsicht auf eine Scheibe 1 mit dem Innendurchmesser 2 und dem Außendurchmesser 3 und den Schaufeln 4. Die Statorscheibe 1 ist komplett optisch dicht ausgeführt in axialer Blickrichtung. Das heißt, in Blickrichtung in die Zeichenebene der Fig. 2a hinein überlappen sich die Schaufeln 4 bis zum Außendurchmesser 3.

[0045] Fig. 3 zeigt einen Teilschnitt durch eine Statorscheibe 5. Die Statorscheibe 5 weist wiederum einen konvexballigen Querschnitt auf mit dem Radius R. Am Außendurchmesser 3 der Statorscheibe 5 ist ein Absatz angeordnet. Der Absatz ist planparallel ausgebildet, um die Statorscheibe 5 zwischen Distanzringen (nicht dargestellt) der Vakuumpumpe (ebenfalls nicht dargestellt) anzuordnen. Vorteilhaft sind in einer Vakuumpumpe die Statorscheiben gemäß der Ausbildung der Statorscheibe 5 geformt mit der beschriebenen balligen Form. Die Rotorscheibe kann entsprechend konkav geformt sein, so dass bei der Rotorscheibe eine nach außen optisch offene Struktur entsteht. Da die Rotorscheaufeln nach außen dünner und damit leichter werden, verringern sich bei gleicher Drehzahl die Fliehkräfte auf die Rotorscheibe. Alternativ kann die Rotorscheibe schneller drehen, ohne das Scheibenmaterial über das ursprüngliche Maß hinaus zu belasten. Dies erhöht Kompression und Saugvermögen, so dass gegebenenfalls auftretende Minderungen dieser Werte durch die offene Rotorscheibenstruktur ausgeglichen oder sogar verringert werden.

[0046] Auch bei der Ausbildung einer konkavballigen Form wird der Rohling in seiner kompletten Form konkavballig hergestellt. Nach dieser Herstellung werden lediglich noch die Kanäle für die Ausbildung der Stator- oder Rotorscheiben eingebracht.

[0047] Fig. 4 zeigt eine Rotorscheibe 7 mit Schaufeln 8. Im Bereich des Außendurchmessers 3 ist keine Überlappung der Schaufeln 8 vorgesehen. Die Schaufeln 8 sind hier optisch nicht dicht. In Richtung des Innendurchmessers 2 überlappen sich die Schaufeln 8 und die Rotorscheibe ist optisch dicht.

[0048] Fig. 5 zeigt einen Querschnitt der Rotorscheibe 7. In Fig. 5 ist erkennbar, dass die Rotorscheibe 7 eine konvexballige Form aufweist. Diese Form ist bei dem Rohling für die Rotorscheibe 7 vorgegeben worden, bevor die Kanäle 9 (Fig. 4) eingebracht wurden.

[0049] Fig. 6 zeigt die Rotorscheibe 7. Auch hier erkennt man die konvexballige Form der Rotorscheibe 7.

[0050] Fig. 7 zeigt eine weitere Rotorscheibe 10 mit Schaufeln 4. Die Schaufeln 4 sind im Bereich des Außendurchmessers optisch durchlässig zueinander angeordnet, während sie in Richtung des Innendurchmessers 2 optisch dicht ausgebildet sind.

[0051] Die Fig. 8, 9 und 10 zeigen Schnitte entlang der Linien B-B, C-C, D-D der Fig. 7. Es ist jeweils die konvexballige Form der Statorscheibe 10 zu erkennen.

[0052] Fig. 11 zeigt zwei Stator- oder Rotorscheaufeln 4, die einen Öffnungswinkel α aufweisen. Die Länge der Schaufeln ist mit b bezeichnet, die Höhe der Schaufeln mit h.

[0053] Die Breite der Schaufeln ist die Länge SD.

[0054] Die Offenheit der Schaufeln bestimmt sich folgendermaßen:

$$\text{Offenheit: } \frac{s-b'-SD'}{s} = 1 - \frac{b'}{s} - \frac{SD'}{s}$$

$$\text{Berechnung: } \frac{b'}{s} = \frac{h}{\tan \alpha} : \frac{\pi \cdot DA}{Z}$$

$$\text{Berechnung: } \frac{SD'}{s} = \frac{SD}{\sin \alpha} : \frac{\pi \cdot DA}{Z}$$

$$\text{Gesamtterm: } 1 - \frac{b'}{s} - \frac{SD'}{s} = 1 - \frac{h \cdot Z}{\tan \alpha \cdot \pi \cdot DA} - \frac{SD \cdot Z}{\sin \alpha \cdot \pi \cdot DA}$$

[0055] Die Offenheit definiert sich als das Verhältnis der nicht durch die aktive Rotorstruktur mindestens einfach überdeckten Fläche/Strecke (der axial "durchsichtige" Anteil) zu der gesamten durch die aktive Rotorstruktur überstrichenen Strecke/Fläche. Sobald der Wert negativ wird, werden Teile der Strecke/Fläche nicht nur einfach, sondern sogar zweifach durch zwei nebeneinanderliegende Rotorscheaufeln bedeckt.

[0056] Optische Dichtheit besteht immer dann, wenn die Offenheit auf allen möglichen Durchmessern kleiner/gleich "Null" ist. Dabei sind jedoch auch die Teile und Fertigungstoleranzen zu berücksichtigen, so dass von einer sicher fertigbaren, optischen Dichtheit erst bei einem Wert etwas kleiner als "Null" gesprochen werden kann.

[0057] Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die Statorscheibe 5 oder die Rotorscheiben 7, 10 als komplett geschlossene Scheibe gedreht wird. Anschließend, wenn die ballige Form, beispielsweise die konvex-ballige oder konkav-ballige Form der Statorscheibe 5 oder der Rotorscheiben 7, 10 herausgearbeitet ist, werden die Kanäle 9 durch Sägen, beispielsweise High-Speed-Cutting in den Scheiben 5, 7, 10 eingebracht.

[0058] Fig. 12a und 12b zeigen eine Statorscheibe 5 mit Schaufeln 4. Die Schaufeln 4 überlappen am Außendurchmesser nicht. Am Innendurchmesser 2 überlappen die Schaufeln geringfügig.

[0059] Die Scheibe 5 gemäß den Fig. 12a und 12b ist optisch durchlässig.

Bezugszahlen

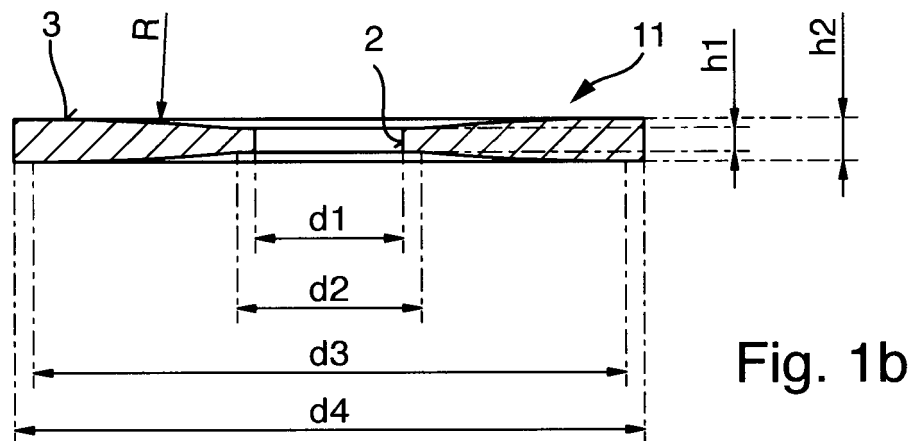
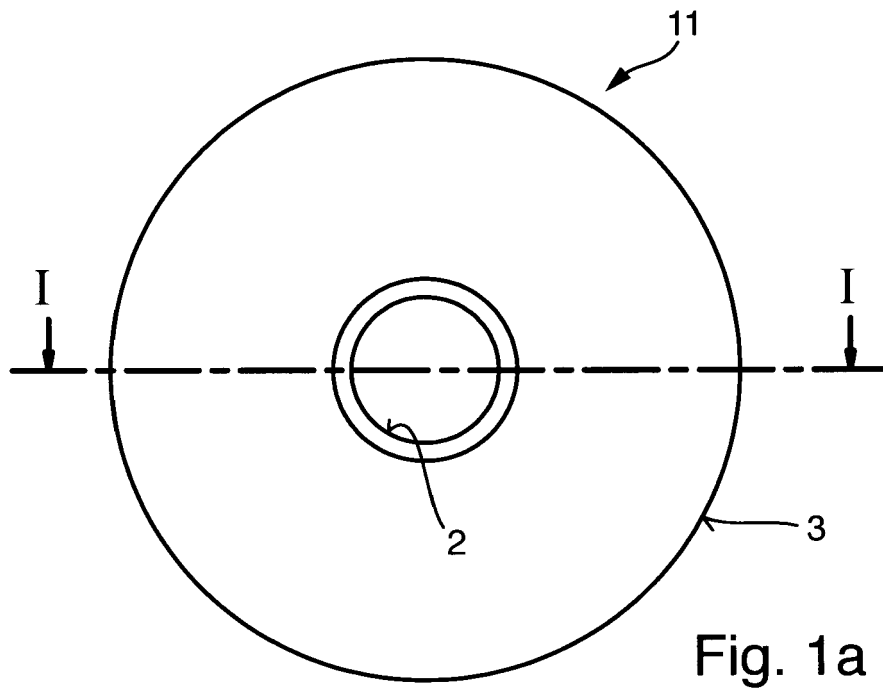
[0060]

- | | |
|----|--------------------|
| 1 | Statorscheibe |
| 2 | Innendurchmesser |
| 3 | Außendurchmesser |
| 4 | Schaufeln |
| 5 | Statorscheibe |
| 6 | Absatz |
| 7 | Rotorscheibe |
| 8 | Schaufel |
| 9 | Kanäle |
| 10 | Rotorscheibe |
| 11 | Rohling |
| 12 | Scheibenoberfläche |
| 13 | Scheibenoberfläche |
| h1 | Dicke |
| h2 | Dicke |
| R | Radius |
| d1 | Durchmesser |
| d2 | Durchmesser |
| d3 | Durchmesser |
| d4 | Durchmesser |
| b | Schaufellänge |
| h | Schaufelhöhe |
| S | Schaufelabstand |
| SD | Schaufelbreite |

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Rotor- oder Statorscheibe für eine Vakuumpumpe, wobei die Rotor- oder Statorscheibe aus einem Rohling aus Vollmaterial durch Einsägen von zu einer Scheibenebene schräg gestellten Kanälen hergestellt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Scheibenoberfläche des Rohlings (11) vor dem Einsägen der Kanäle (9) radialsymmetrisch gekrümmt ausgebildet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** beide Scheibenoberflächen (12, 13) radialsymmetrisch gekrümmt ausgebildet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Scheibenoberfläche (12, 13) konvex-ballig oder konkav-ballig ausgebildet wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Scheibenoberfläche (12, 13) eine Krümmung mit einem Radius oder mit mehreren Radien aufweist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Außendurchmesser (3) der Statorscheibe (1, 5) ein Scheibenabschnitt eine geringere oder größere Dicke als der konvex-ballige oder konkav-ballige Scheibenabschnitt aufweist.
- 5 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rohling (11) mittels des High-Speed-Cuttings bearbeitet wird.
7. Rotor- oder Statorscheibe für eine Vakuumpumpe, wobei die Rotor- oder Statorscheibe aus einem Rohling aus Vollmaterial durch Einsägen von zu einer Scheibenebene schräg gestellten Kanälen hergestellt ist,
10 **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Scheibenoberfläche (12, 13) des Rohlings (11) vor dem Einsägen der Kanäle (9) radialsymmetrisch gekrümmt ausgebildet ist.
8. Rotor- oder Statorscheibe für eine Vakuumpumpe nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** beide Scheibenoberflächen (12, 13) radialsymmetrisch gekrümmt ausgebildet sind.
15
9. Rotor- oder Statorscheibe für eine Vakuumpumpe nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Scheibenoberfläche (12, 13) konvex-ballig oder konkav-ballig ausgebildet ist.
10. Rotor- oder Statorscheibe für eine Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dass die wenigstens eine Scheibenoberfläche (12, 13) eine Krümmung mit einem Radius (R) oder eine Krümmung mit mehreren Radien aufweist.
20
11. Rotor- oder Statorscheibe für eine Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dass am Außendurchmesser (3) der Statorscheiben (5) ein Scheibenabschnitt eine geringere oder größere Dicke als der konvex-ballige oder konkav-ballige Scheibenabschnitt aufweist.
25
12. Rotor- oder Statorscheibe für eine Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dass die Stator- oder Rotorscheibe (1, 5, 7, 10) als eine mittels des High-Speed-Cuttings bearbeitete Stator- oder Rotorscheibe (1, 5, 7, 10) ausgebildet ist.
30
13. Rotor- oder Statorscheibe für eine Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 7 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rotor- (7, 10) oder Statorscheibe (1, 5) nach dem Einsägen der Kanäle eine Kennzahl zwischen 0,00 und -0,20 aufweist.
- 35 14. Rotor- oder Statorscheibe für eine Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 7 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Scheibe (1, 5, 7, 10) vollständig optisch dicht ausgebildet ist.
- 40 15. Rotor- oder Statorscheibe für eine Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 7 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Scheibe (1, 5, 7, 10) am Außendurchmesser (3) oder in Richtung Innendurchmesser (2) optisch dicht ausgebildet ist.



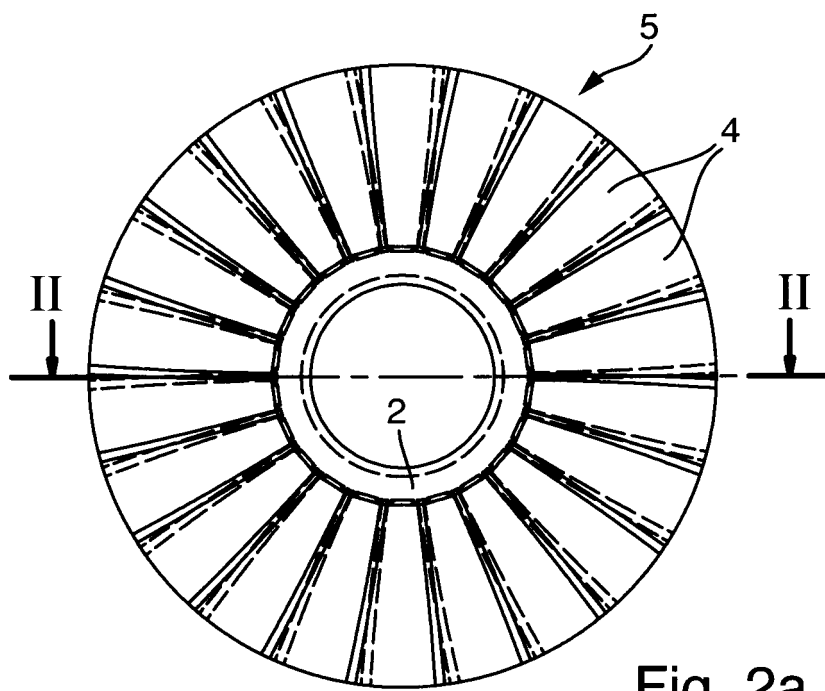


Fig. 2a



Fig. 2b

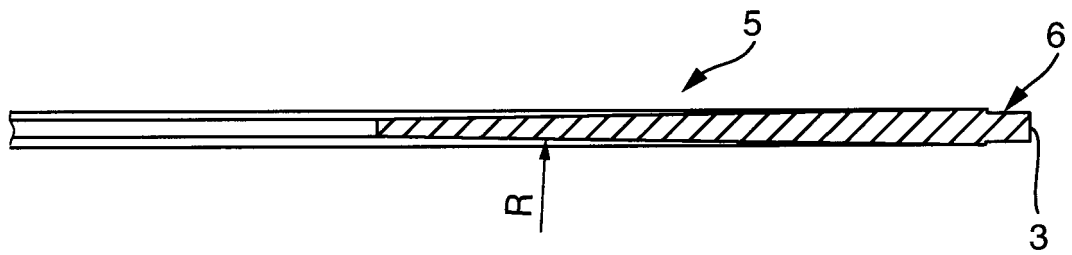


Fig. 3

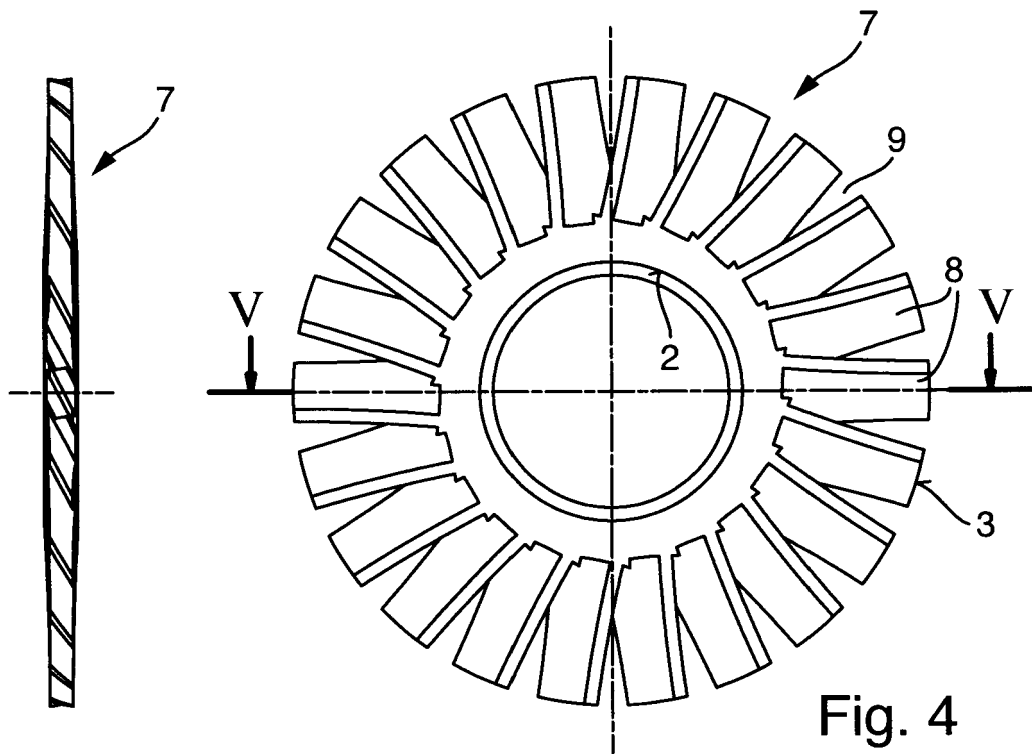


Fig. 4

Fig. 6

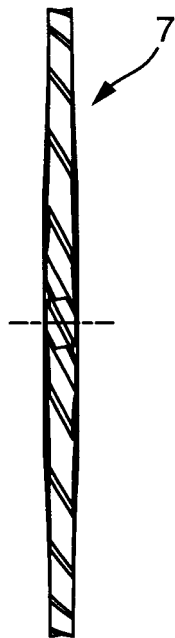


Fig. 5

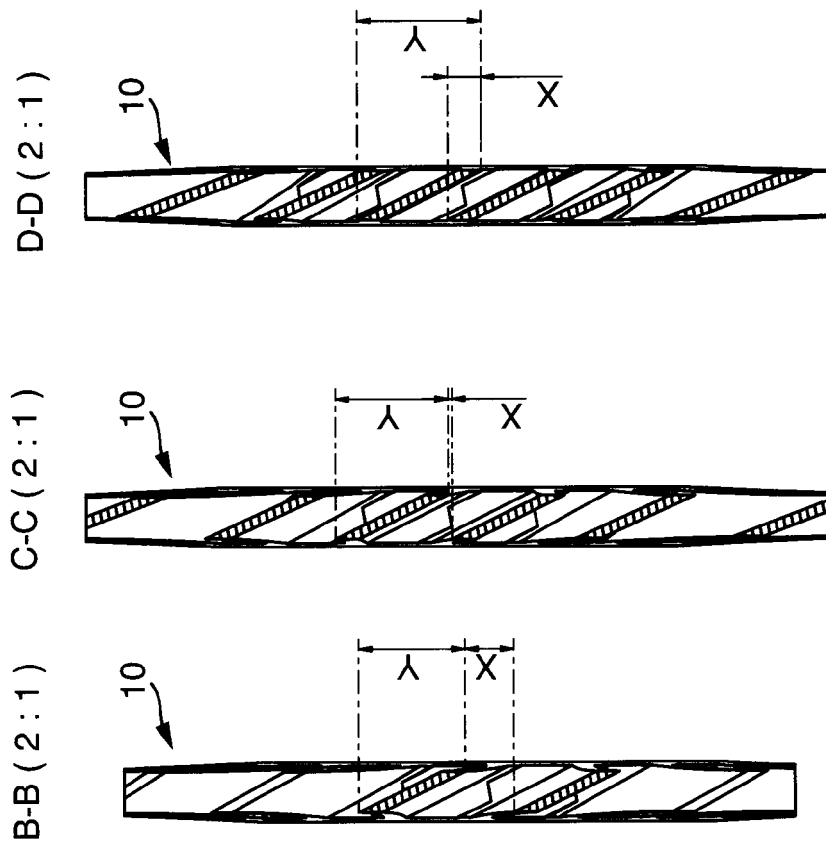


Fig. 10

Fig. 9

Fig. 8

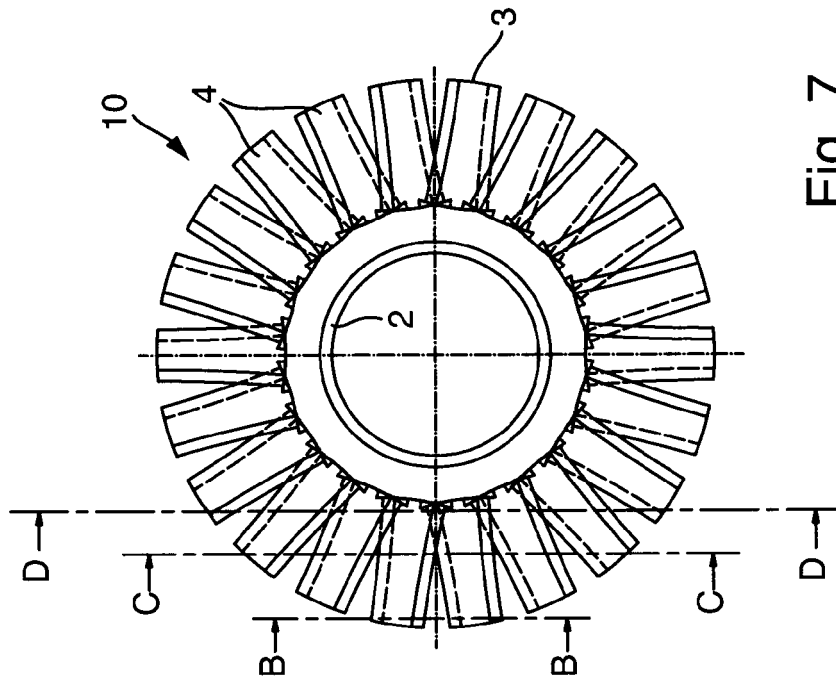
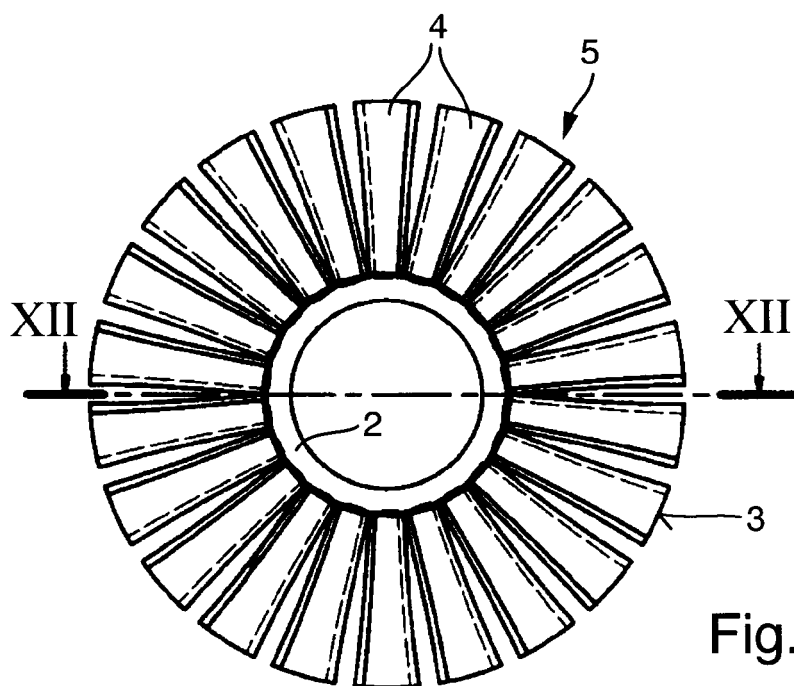
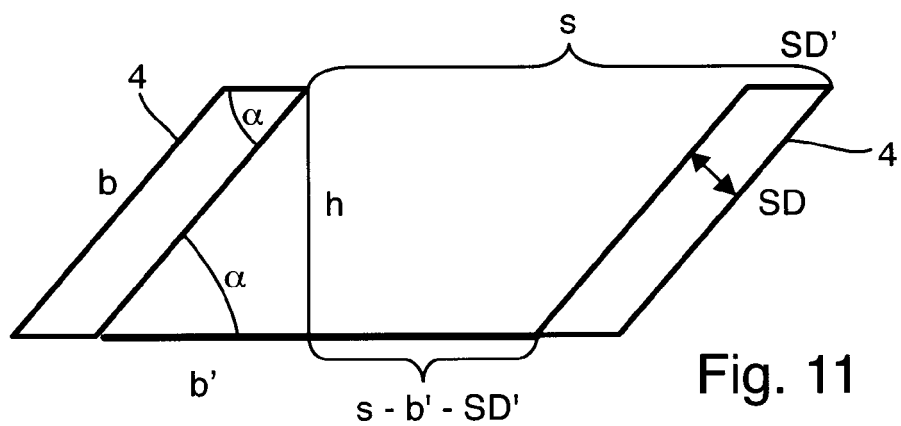


Fig. 7





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 15 18 5155

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	EP 0 965 761 A2 (SEIKO SEIKI KK [JP]) 22. Dezember 1999 (1999-12-22) * Absatz [0015] * * Abbildungen 1, 2, 20 * -----	1-15	INV. F04D19/04 F04D29/02 F04D29/32 F04D29/54 F04D29/64
A	DE 29 23 632 A1 (LEYBOLD HERAEUS GMBH & CO KG) 18. Dezember 1980 (1980-12-18) * Seite 7, Zeile 25 - Seite 8, Zeile 4 * * Abbildung 1 * -----	1,7	
A	EP 1 580 435 A2 (PFEIFFER VACUUM GMBH [DE]) 28. September 2005 (2005-09-28) * Absatz [0019] * * Abbildung 2 * -----	1,6,7, 12-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 11. Februar 2016	Prüfer De Tobel, David
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	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 15 18 5155

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.

11-02-2016

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
15	EP 0965761	A2	22-12-1999	EP	0965761 A2	22-12-1999
				JP	3092063 B2	25-09-2000
				JP	2000009086 A	11-01-2000
				US	6474940 B1	05-11-2002
20	DE 2923632	A1	18-12-1980	CH	646229 A5	15-11-1984
				DE	2923632 A1	18-12-1980
				FR	2458351 A1	02-01-1981
				GB	2052317 A	28-01-1981
				JP	S56593 A	07-01-1981
				JP	S649475 B2	17-02-1989
25	EP 1580435	A2	28-09-2005	AT	522725 T	15-09-2011
				DE	102004012713 A1	06-10-2005
				EP	1580435 A2	28-09-2005
				JP	2005264932 A	29-09-2005
				US	2005207884 A1	22-09-2005

EPO FORM P0461

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

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 10052637 A [0003]
- DE 29715035 U1 [0004]