

(19)



(11)

EP 3 091 235 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
09.11.2016 Patentblatt 2016/45

(51) Int Cl.:
F04D 19/04^(2006.01) F04D 29/32^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15166269.9**

(22) Anmeldetag: **04.05.2015**

(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:
• **Hofmann, Jan**
35305 Grünberg (DE)
• **Hofmann, Bernd**
35578 Wetzlar (DE)
• **Ankel, Matthias**
35756 Mittenaar (DE)

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

(54) **ROTORSCHIBE**

(57) Die Erfindung betrifft eine Rotorscheibe für einen mehrere separate, übereinander angeordnete, an einer Rotorwelle angebrachte Rotorscheiben oder genau eine separate, an einer Rotorwelle (14) angebrachte Rotorscheibe (12) umfassenden Rotor einer Vakuumpumpe, insbesondere einer Turbomolekularpumpe, wobei die Rotorscheibe eine Mehrzahl von in Umfangsrichtung

verteilt angeordneten Schaufeln (16) umfasst, die jeweils ein in radialer Richtung von innen nach außen verlaufendes Dickenprofil aufweisen, und wobei wenigstens eine Schaufel ein Dickenprofil mit zumindest einer zwei Abschnitte (18, 20) der Schaufel (16) trennenden Stufe (22) aufweist.

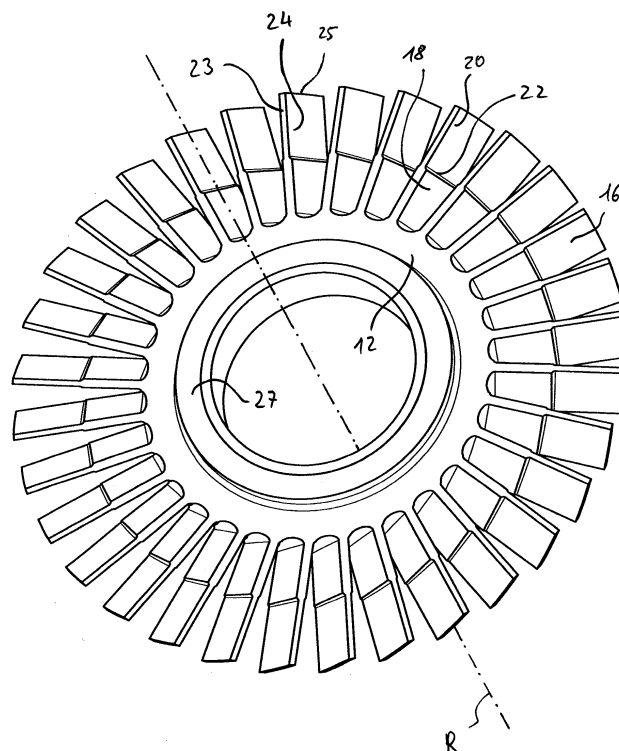


Fig. 2

EP 3 091 235 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Rotorscheibe für einen Rotor einer Vakuumpumpe und ein Verfahren zur Herstellung einer derartigen Rotorscheibe.

[0002] Eine beispielhafte Turbomolekular-Vakuumpumpe umfasst einen Rotor mit einer Rotorwelle, auf der mehrere Rotorscheiben axial versetzt angeordnet sind oder auf der genau eine Rotorscheibe angeordnet ist. Eine jeweilige Rotorscheibe weist eine Mehrzahl von in Umfangsrichtung verteilt angeordneten Schaufeln auf. Um vakuumtechnische Leistungswerte, wie z.B. Saugvermögen und Kompressionsverhältnis, zu gewährleisten, die über die radiale Erstreckung einer jeweiligen Schaufel möglichst konstant sind, ist es bekannt, die Schaufeln jeweils nach radial außen verjüngt, d.h. konisch, auszuführen. D.h. die Schaufel ist radial innen dicker und wird nach radial außen allmählich dünner. Die Herstellung einer Rotorscheibe mit derart geformten Schaufeln ist aufwendig und es sind kostenintensive Werkzeugmaschinen und Werkzeuge notwendig.

[0003] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, die Herstellung einer Rotorscheibe für einen Rotor einer Vakuumpumpe zu vereinfachen.

[0004] Die Aufgabe wird durch eine Rotorscheibe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst, und insbesondere dadurch, dass wenigstens eine Schaufel ein Dickenprofil mit zumindest einer zwei Abschnitte der Schaufel trennenden Stufe aufweist.

[0005] Eine erfindungsgemäße Rotorscheibe lässt sich besonders einfach herstellen. Denn wenn ein gestuftes Dickenprofil zugelassen wird, können die Bewegungsbahnen eines Bearbeitungswerkzeugs und die Art des Werkzeugs selbst deutlich vereinfacht werden. Z.B. kann dadurch die Schaufel bei einer möglichen Ausführungsform der Erfindung durch lediglich eindimensionale Bearbeitungsschritte hergestellt werden, d.h. ein Werkzeug wird in einem Bearbeitungsschritt nur entlang einer geraden Strecke verfahren. Dadurch lässt sich z.B. eine sonst vollständig dreidimensionale Bearbeitungsbahn ersetzen, welche aufwendige und kostenintensive Bearbeitungsmaschinen mit vielen Bearbeitungsfreiheitsgraden erfordert.

[0006] Im Stand der Technik wird davon ausgegangen, dass eine Rotorscheibe mit kontinuierlich geformten - also nicht gestuften - Schaufeln die beste vakuumtechnische Performance liefert, ähnlich wie dies z.B. bei Turbinen der Fall ist. Erfindungsgemäß wurde jedoch erkannt, dass eine gestufte Schaufel die Performance einer Vakuumpumpe gegenüber einer kontinuierlich geformten wenn überhaupt nur in geringem Umfang verringert. Dagegen steht eine erhebliche Vereinfachung des Herstellungsvorgangs einer erfindungsgemäßen Rotorscheibe, wodurch sich die Herstellungskosten deutlich verringern.

[0007] Die Erfindung bedeutet daher eine Abkehr von der Vorstellung, nur Rotorscheiben mit kontinuierlich oder stetig verjüngenden Schaufeln könnten ausreichen-

de vakuumtechnische Leistungswerte erreichen, wobei die erfindungsgemäße Überwindung dieses Vorurteils erhebliches Einsparpotential bei der Herstellung der Rotorscheiben mit sich bringt.

[0008] Die Anzahl der Stufen ist erfindungsgemäß grundsätzlich beliebig. Durch eine größere Anzahl von Stufen kann z.B. eine sich nach radial außen verjüngende, zumindest bei theoretischer Betrachtung gewissermaßen ideale Form der Schaufel immer weiter angenähert werden. Dabei wird grundsätzlich weiterhin der erfindungsgemäße Vorteil der einfachen Herstellbarkeit gewährleistet, auch wenn eine größere Anzahl von Stufen mit einem größeren Herstellungsaufwand verbunden ist.

[0009] Bevorzugt sind alle Schaufeln der Rotorscheibe identisch ausgeführt, wobei dies aber nicht zwingend ist.

[0010] Bei einer Ausführungsform ist das Dickenprofil durch gegenüberliegende Flachseiten der Schaufel definiert. Eine Flachseite kann zumindest mit einer ihrer Normalen eine axiale, d.h. zu einer Rotationsachse der Rotorscheibe parallele, Komponente aufweisen. Eine jeweilige Flachseite unterscheidet sich von einer Schmalseite der Schaufel, welche sich z.B. senkrecht zur Rotationsachse erstreckt. Schmalseite und Flachseite unterscheiden sich von zumindest einer Stirnseite einer Schaufel, die eine Begrenzung der Schaufel in radialer Richtung nach radial außen darstellen kann. Dabei sind Übergänge zwischen Flachseiten, Schmalseiten und der Stirnseite aber nicht notwendigerweise unstetig, also zum Beispiel als scharfe Kanten, ausgeführt, wobei eine solche Ausgestaltung erfindungsgemäß aber möglich ist.

[0011] Bei einer weiteren Ausführungsform ist die Stufe an einer der Flachseiten und zwischen einem radial inneren dickeren Abschnitt und einem radial äußeren dünneren Abschnitt der Schaufel ausgebildet. Die Schaufel weist bei dieser Ausführungsform also eine nach radial außen abnehmende Dicke auf, wobei diese Abnahme nicht kontinuierlich, sondern gestuft ist.

[0012] In wenigstens einem der Abschnitte kann zumindest eine der Flachseiten eben sein. Dadurch wird der Herstellungsvorgang weiter vereinfacht.

[0013] Die Dicke ist insbesondere über eine radiale Erstreckung des jeweiligen Abschnitts konstant. Auch hierdurch wird der Herstellungsvorgang weiter vereinfacht, da z.B. bei der Bearbeitung ein Freiheitsgrad der Maschine entfallen kann.

[0014] Die beiden Abschnitte der Schaufel können jeweils einen parallelogrammförmigen Querschnitt aufweisen. Der Querschnitt kann aber auch von einer Parallelogrammform abweichen. Der Querschnitt kann z.B. rechteckig, trapezförmig oder unregelmäßig drei- oder mehrseitig sein und/oder runde Begrenzungslinien aufweisen. Unter einem Querschnitt ist hier ein Schnitt durch die Schaufel senkrecht zu einem Radius der Rotorscheibe zu verstehen.

[0015] Bei einer Ausführungsform ist die Schaufel relativ zu einer zumindest im Wesentlichen senkrecht zu einer Rotationsachse verlaufenden Ebene schräg ge-

stellt, wobei jeder Abschnitt einen Anstellwinkel aufweist und der Anstellwinkel des radial inneren Abschnitts größer ist als der Anstellwinkel des radial äußeren Abschnitts. Die Schaufel kann also mit anderen Worten "in sich verdreht" sein, wobei eine kontinuierliche "In-Sich-Verdrehung" durch eine gestufte angenähert und ersetzt werden kann, um den Herstellungsprozess weiter zu vereinfachen und dennoch ausreichend gute Leistungswerte der Vakuumpumpe zu gewährleisten. Als Anstellwinkel wird im Rahmen dieser Offenbarung der Winkel bezüglich einer zur Rotationsachse senkrecht verlaufenden Ebene betrachtet.

[0016] Bei einem Ausführungsbeispiel umfasst die Stufe zumindest eine Fase und/oder Rundung. Dadurch können scharfe Kanten vermieden und/oder die Stabilität der Schaufel verbessert werden.

[0017] Die Aufgabe wird auch durch eine Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, mit zumindest einem mehrere separate, übereinander angeordnete, an einer Rotorwelle angebrachte Rotorscheiben oder genau eine separate, an einer Rotorwelle angebrachte Rotorscheibe umfassenden Rotor gelöst, bei der wenigstens eine Rotorscheibe in erfindungsgemäßer Weise ausgebildet ist.

[0018] Die Aufgabe wird ferner gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung einer Rotorscheibe für eine Vakuumpumpe, insbesondere eine Turbomolekularpumpe, mit zumindest einem mehrere separate, übereinander angeordnete, an einer Rotorwelle angebrachte Rotorscheiben oder genau eine separate, an einer Rotorwelle angebrachte Rotorscheibe umfassenden Rotor, oder zur Herstellung einer solchen Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, wobei die Rotorscheibe einstückig aus einer aus Vollmaterial bestehenden Scheibe hergestellt wird, und wobei an der Scheibe durch Materialwegnahme eine Mehrzahl von in Umfangsrichtung verteilt angeordneten Schaufeln ausgebildet wird, und wobei zumindest eine Schaufel mit einem in radialer Richtung von innen nach außen verlaufenden Dickenprofil versehen wird, das zumindest eine zwei Abschnitte der Schaufel trennende Stufe aufweist.

[0019] Die Scheibe kann insbesondere als Kreis- bzw. Zylinderscheibe ausgeführt sein und kann alternativ oder zusätzlich bereits vor Ausbilden der Schaufel eine zentrale, insbesondere kreisförmige Öffnung aufweisen, die z.B. der Durchführung einer Rotorwelle dient. Die Materialwegnahme kann spanende Bearbeitung, wie z.B. Sägen oder Fräsen umfassen, kann aber auch anders ausgeführt werden.

[0020] Bei einer Ausführungsform wird zum Ausbilden einer jeweiligen Schaufel mit einem Werkzeug wenigstens ein Bearbeitungsvorgang durchgeführt, der umfasst, dass mit dem Werkzeug mit einer radialen Komponente in die Scheibe eingefahren wird. Bei dieser Ausführungsform ist es möglich, nur eine einzige Bewegungsachse des Werkzeugs vorzusehen, wobei zur Ausbildung mehrerer Schaufeln einfach die Scheibe gegenüber dem Werkzeug, insbesondere um ihre Rotations-

achse, verdreht zu werden braucht. Die Bearbeitung erfordert in diesem Fall also nur zwei Freiheitsgrade, wodurch eine Maschine zur Herstellung besonders kostengünstig ist.

[0021] Alternativ oder zusätzlich kann mit dem Werkzeug mit einer axialen Komponente entsprechend einem Anstellwinkel der Schaufel durch die Scheibe durchgeföhren werden. Auch hierbei lässt sich die Scheibe einfach zur Herstellung der jeweils nächsten Schaufel verdrehen. Falls gemäß einer Ausführungsform das Werkzeug zumindest ein Kreissägeblatt umfasst, ergibt sich hierbei der Vorteil, dass der Bearbeitungsgrund, also der Bereich, der einer radialen Bearbeitungstiefe entspricht, gerade ausgebildet werden kann.

[0022] Das Werkzeug kann ein Doppel- oder Zwillingswerkzeug mit zwei gleichzeitig wirksamen, unter einem Abstand zueinander angeordneten Einzelwerkzeugen umfassen. Die Einzelwerkzeuge können z.B. sich drehen, miteinander gekoppelt sein, drehstarr bzw. drehfest miteinander verbunden sein, über ein Getriebe verbunden sein, parallele Drehachsen aufweisen und/oder zusammenfallende Drehachsen aufweisen. Ein Werkzeug, insbesondere ein Einzelwerkzeug, kann z.B. eine Säge, ein Sägeblatt, einen Fräser, eine Doppelsäge, eine Zwillingssäge und/oder dergleichen jeweils in Ein- oder Mehrzahl umfassen. Der Abstand der Einzelwerkzeuge kann eine Dicke eines jeweiligen Abschnitts der Schaufel bestimmen, wobei zur Herstellung von unterschiedlich dicken Abschnitten der Abstand verstellbar sein kann und/oder Werkzeuge mit unterschiedlichem Abstand zwischen den Einzelwerkzeugen vorgehalten werden können.

[0023] Bei einem Ausführungsbeispiel sind zur Erzeugung von Schaufelabschnitten mit über deren radiale Erstreckung konstanter Dicke die Einzelwerkzeuge parallel angeordnet. "Parallel" kann sich dabei z.B. auf eine gegebenenfalls vorhandene Drehachse des jeweiligen Einzelwerkzeugs, auf eine Bearbeitungsfläche des Einzelwerkzeugs und/oder auf eine Erstreckungsrichtung oder -ebene des Einzelwerkzeugs beziehen. Eine Maschine zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird dadurch weiter vereinfacht.

[0024] In einer Weiterbildung werden zum Ausbilden der einzelnen Abschnitte einer jeweiligen Schaufel mehrere Bearbeitungsvorgänge zeitlich nacheinander durchgeführt, wobei sich die Bearbeitungsvorgänge hinsichtlich einer radialen Bearbeitungstiefe voneinander unterscheiden. Dabei kann eine Stufe des Dickenprofils bei einer jeweiligen radialen Bearbeitungstiefe oder durch eine jeweilige radiale Bearbeitungstiefe ausgebildet werden. Die Bearbeitungsvorgänge können sich alternativ oder zusätzlich in einem Abstand zwischen Einzelwerkzeugen unterscheiden. Jedem Abschnitt der Schaufel kann z.B. ein Bearbeitungsvorgang zugeordnet sein.

[0025] Außerdem können für die einzelnen Bearbeitungsvorgänge unterschiedliche Werkzeuge und/oder unterschiedliche Einstellungen eines Werkzeugs verwendet werden. Unterschiede können z.B. in einer Art,

einer Zähnezahl, einem Durchmesser und/oder einem Abstand der Einzelwerkzeuge bestehen.

[0026] Bei einer Ausführungsform wird für die einzelnen Bearbeitungsvorgänge jeweils ein Doppel- oder Zwillingswerkzeug mit zwei gleichzeitig wirksamen, unter einem Abstand zueinander angeordneten Einzelwerkzeugen verwendet, wobei der Abstand für die einzelnen Bearbeitungsvorgänge unterschiedlich eingestellt wird. Das Herstellungsverfahren lässt sich dadurch beschleunigen. Z.B. kann ein jeweiliger Bearbeitungsvorgang erst für eine Mehrzahl der, insbesondere für alle, Schaufeln der Rotorscheibe durchgeführt werden, bevor ein weiterer Bearbeitungsvorgang für die betreffenden Schaufeln durchgeführt wird.

[0027] In einer weiteren Ausführungsform werden zur Erzeugung unterschiedlicher Anstellwinkel für die einzelnen Abschnitte einer jeweiligen Schaufel für die einzelnen Bearbeitungsvorgänge unterschiedliche Orientierungen des Werkzeugs relativ zu einer zumindest im Wesentlichen senkrecht zu einer Rotationsachse verlaufenden Ebene gewählt. Somit hängt der Anstellwinkel nicht vom Werkzeug selbst, sondern nur von dessen Ausrichtung ab. Mit anderen Worten kann das Werkzeug auf den jeweils gewünschten Anstellwinkel eingestellt werden.

[0028] Das Verfahren kann z.B. entsprechend den vorstehend genannten Ausführungsformen der Vorrichtung weiter verbessert werden, und umgekehrt können die Rotorscheibe und die Vakuumpumpe entsprechend den hier beschriebenen Ausführungsformen des Verfahrens hergestellt bzw. weitergebildet werden.

[0029] Die Erfindung betrifft auch einen Rotor einer Vakuumpumpe, insbesondere einer Turbomolekularpumpe, mit einer Rotorwelle, an der entweder genau eine separate, erfindungsgemäß ausgebildete Rotorscheibe angebracht ist, oder an der mehrere separate, übereinander angeordnete, jeweils erfindungsgemäß ausgebildete Rotorscheiben angebracht sind. Insbesondere - aber nicht nur - dann, wenn der Rotor nur genau eine Rotorscheibe umfasst, kann sich an die den Rotor umfassende Turbomolekularpumpestufe der Vakuumpumpe in Pumprichtung eine Molekularpumpestufe z.B. vom Holweck-Typ anschließen. Dabei kann die Rotorwelle der Turbomolekularpumpestufe gleichzeitig eine Welle der Molekularpumpestufe bilden, d.h. die Turbomolekularpumpestufe und die Molekularpumpestufe besitzen in einem solchen Ausführungsbeispiel dann eine gemeinsame Welle.

[0030] Weitere Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den Figuren angegeben.

[0031] Die Erfindung wird nachfolgend lediglich beispielhaft unter Bezugnahme auf die Zeichnung erläutert.

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Vakuumpumpe in einem Querschnitt.

Fig. 2 zeigt eine erfindungsgemäße Rotorscheibe in einer isometrischen Ansicht.

Fig. 3 zeigt die Rotorscheibe von Fig. 2 in einer Draufsicht.

Fig. 4 zeigt die Rotorscheibe von Fig. 2 in einer Schnittdansicht.

Fig. 5 zeigt Abschnitte einer erfindungsgemäßen Rotorscheibe mit unterschiedlichen Anstellwinkeln.

Fig. 6 zeigt einen Bearbeitungsvorgang zum Ausbilden einer Rotorscheibe gemäß der Erfindung.

Fig. 7 zeigt einen weiteren Bearbeitungsvorgang zum Ausbilden eines Abschnitts der Rotorscheibe gemäß der Erfindung.

Fig. 8 zeigt ein Werkzeug, welches erfindungsgemäß in einer dem Anstellwinkel einer Schaufel entsprechenden Orientierung arbeitet.

[0032] Die in Fig. 1 gezeigte, als Turbomolekularpumpe 10 ausgebildete Vakuumpumpe umfasst einen von einem Einlassflansch 32 umgebenen Pumpeneinlass 34 sowie mehrere Pumpstufen zur Förderung des an dem Pumpeneinlass 34 anstehenden Gases zu einem Pumpenauslass 35. Die Turbomolekularpumpe 10 umfasst einen Stator mit einem statischen Gehäuse 36 und einen in dem Gehäuse 36 angeordneten Rotor mit einer um eine Rotationsachse R drehbar gelagerten Rotorwelle 14.

[0033] Die Turbomolekularpumpe 10 umfasst mehrere pumpwirksam miteinander in Serie geschaltete turbomolekulare Pumpstufen mit mehreren mit der Rotorwelle 14 verbundenen turbomolekularen Rotorscheiben 12 und mehreren in axialer Richtung zwischen den Rotorscheiben 12 angeordneten und in dem Gehäuse 16 festgelegten turbomolekularen Statorscheiben 38, die durch Distanzringe 40 in einem gewünschten axialen Abstand zueinander gehalten sind. Die Rotorscheiben 12 und Statorscheiben 38 stellen in einem Schöpfbereich 42 eine in Richtung der Pumprichtung P gerichtete axiale Pumpwirkung bereit.

[0034] Die Turbomolekularpumpe 10 umfasst zudem drei in radialer Richtung ineinander angeordnete und pumpwirksam miteinander in Serie geschaltete Holweck-Pumpstufen. Der rotorseitige Teil der Holweck-Pumpstufen umfasst zwei an der Rotorwelle 14 befestigte und von dieser getragene zylindermantelförmige Holweck-Rotorhülsen 46, 48, die koaxial zu der Rotationsachse R orientiert und ineinander geschachtelt sind. Ferner sind zwei zylindermantelförmige Holweck-Statorhülsen 50, 52 vorgesehen, die ebenfalls koaxial zu der Rotationsachse R orientiert und ineinander geschachtelt sind. Die pumpaktiven Oberflächen der Holweck-Pumpstufen sind jeweils durch die einander unter Ausbildung eines engen radialen Holweckspalts gegenüberliegenden radialen Mantelflächen, nämlich jeweils einer Holweck-Rotorhül-

se 46, 48 und einer Holweck-Statorhülse 50, 52, gebildet. Dabei ist jeweils eine der pumpaktiven Oberflächen glatt ausgebildet, im vorliegenden Fall beispielsweise die der Holweck-Rotorhülse 46 bzw. 48, wobei die gegenüberliegende pumpaktive Oberfläche der jeweiligen Holweck-Statorhülse 50 bzw. 52 eine Strukturierung mit schraubenlinienförmig um die Rotationsachse R herum in axialer Richtung verlaufenden Nuten aufweist, in denen durch die Rotation des Rotors das Gas vorangetrieben und dadurch gepumpt wird.

[0035] Die drehbare Lagerung der Rotorwelle 14 wird durch ein Wälzlager 54 im Bereich des Pumpenauslasses 35 und ein Permanentmagnetlager 56 im Bereich des Pumpeneinlasses 34 bewirkt.

[0036] Das Permanentmagnetlager 56 umfasst eine rotorseitige Lagerhälfte 60 und eine statorseitige Lagerhälfte 58, die jeweils einen Ringstapel aus mehreren in axialer Richtung aufeinander gestapelten permanentmagnetischen Ringen umfassen, wobei die Magnetringe unter Ausbildung eines radialen Lagerspalts einander gegenüberliegen.

[0037] Innerhalb des Permanentmagnetlagers 56 ist ein Not- oder Fanglager 62 vorgesehen, das als ungeschmiertes Wälzlager ausgebildet ist und im normalen Betrieb der Vakuumpumpe ohne Berührung leer läuft und erst bei einer übermäßigen radialen Auslenkung des Rotors gegenüber dem Stator in Eingriff gelangt, um einen radialen Anschlag für den Rotor zu bilden, der eine Kollision der rotorseitigen Strukturen mit den statorseitigen Strukturen verhindert.

[0038] Im Bereich des Wälzlagers 54 ist an der Rotorwelle 14 eine konische Spritzmutter 64 mit einem zu dem Wälzlager 54 hin zunehmenden Außendurchmesser vorgesehen, die mit einem Abstreifer eines mehrere mit einem Betriebsmittel, wie z.B. einem Schmiermittel, getränkte saugfähige Scheiben 66 umfassenden Betriebsmittelspeichers in gleitendem Kontakt steht. Im Betrieb wird das Betriebsmittel durch kapillare Wirkung von dem Betriebsmittelspeicher über den Abstreifer auf die rotierende Spritzmutter 64 übertragen und infolge der Zentrifugalkraft entlang der Spritzmutter 64 in Richtung des größer werdenden Außendurchmessers der Spritzmutter 64 zu dem Wälzlager 54 hin gefördert, wo es z.B. eine schmierende Funktion erfüllt.

[0039] Die Turbomolekularpumpe 10 umfasst einen Antriebsmotor 68 zum drehenden Antreiben des Rotors, dessen Läufer durch die Rotorwelle 14 gebildet ist. Eine nicht dargestellte Steuereinheit steuert den Antriebsmotor 68 an.

[0040] Eine jeweilige Rotorscheibe 12 umfasst eine Mehrzahl von in Umfangsrichtung verteilt angeordneten Schaufeln 16, von denen in der Schnittansicht der Fig. 1 zwei Schaufeln 16 der Rotorscheibe 12 sichtbar sind. Eine jeweilige Schaufel 16 weist zwei Stufen 22 auf (nur eine Stufe 22 ist in Fig. 1 sichtbar), die zwei Abschnitte der Schaufel 16 trennen. Die Stufen 22 der Schaufeln 16 der Rotorscheiben 12 sind in diesem Beispiel alle mit demselben Abstand zur Rotationsachse R angeordnet,

wobei aber auch unterschiedliche Abstände denkbar sind. Die Stufen 22 verlaufen außerdem parallel zur Rotationsachse R, wobei auch ein anderer Verlauf, z.B. schräg zur Rotationsachse, möglich ist.

[0041] Fig. 2 zeigt eine Rotorscheibe 12 z.B. für den Einsatz in einer Turbomolekularpumpe 10 gemäß Fig. 1. Die Rotorscheibe 12 umfasst eine Mehrzahl von in Umfangsrichtung verteilt angeordneten Schaufeln 16, die radial innen an einer Rotornabe 27 entspringen und sich nach radial außen erstrecken.

[0042] Eine jeweilige Schaufel 16 umfasst zwei Schmalseiten 23, die die Schaufel 16 in axialer Richtung begrenzen und sich senkrecht zu der Rotationsachse R erstrecken. Die Schaufel 16 umfasst außerdem zwei Flachseiten 24 und eine nach radial außen weisende Stirnseite 25.

[0043] Jede Schaufel 16 umfasst zwei in radialer Richtung aufeinander folgende Abschnitte 18, 20, die durch an den Flachseiten 24 ausgebildete Stufen 22 definiert sind. Der radial innere Abschnitt 18 ist dicker ausgeführt als der radial äußere Abschnitt 20. Die Stufen 22 haben also zur Folge, dass die Schaufel 16 gewissermaßen nach radial außen hin schmaler und so einer kontinuierlich nach außen verjüngten Form angenähert wird, wie sie aus dem Stand der Technik bekannt ist.

[0044] Ein jeweiliger Abschnitt 18, 22 weist zwei ebene und zueinander parallele Flachseiten 24 auf. Ein senkrecht zu einem Radius der Rotorscheibe 12 verlaufender Querschnitt eines jeweiligen Abschnitts 18, 20 weist die Form eines Parallelogramms auf, da die Schaufeln 16 schräg gestellt sind und die Schmalseiten 23 der Schaufeln 16 in einer senkrecht zur Rotationsachse R verlaufenden Ebene liegen (vgl. auch Fig. 5).

[0045] Die Schaufeln 16 sind also in Bezug auf eine zur Rotationsachse R senkrechte Ebene schräg ausgerichtet und weisen zu dieser Ebene einen Anstellwinkel auf, der im radial inneren Abschnitt 18 größer ist als im radial äußeren Abschnitt 20. Die Winkelverhältnisse der Schaufeln 16 sind in Fig. 5 näher erläutert.

[0046] In Fig. 3 ist die Rotorscheibe 12 der Fig. 2 in einer Draufsicht gezeigt. Die Schaufeln 16 sind mit ihren durch die Stufen 22 getrennten Abschnitten 18, 20 über den Umfang gleichmäßig verteilt angeordnet. Die Schaufeln 16 sind zudem identisch ausgeführt.

[0047] In Fig. 4 ist die Rotorscheibe 12 in einer Schnittansicht entlang der in Fig. 3 angedeuteten Schnittebene S gezeigt. Die gegenüberliegenden Schmalseiten 23 der Schaufeln 16 sind parallel zueinander und senkrecht zur Rotationsachse R ausgerichtet.

[0048] Fig. 5 veranschaulicht die Relativorientierung eines radial inneren Abschnitts 18 zu einem radial äußeren Abschnitt 20. Fig. 5 stellt dabei eine vereinfachte Seitenansicht einer Schaufel 16 von radial außen dar.

[0049] Der radial innere Abschnitt 18 weist eine größere Dicke als der radial äußere Abschnitt 20 auf. Außerdem weist der radial innere Abschnitt 18 einen Anstellwinkel A1 auf, der in Bezug auf eine zur Rotationsachse R senkrechte und zu einer Schmalseite 23 der

Schaukel 16 parallele Ebene gemessen wird und der größer ist als ein Anstellwinkel A2 des radial äußeren Abschnitts 20. Die Abschnitte 18, 20 sind durch Stufen 22 getrennt, von denen jeweils eine zur Bildebene im Wesentlichen parallele Stufenfläche sichtbar ist.

[0050] Der radial äußere Abschnitt 20 ist als ein Parallelogramm dargestellt, welches schmaler als ein den radial inneren Abschnitt 18 repräsentierendes Parallelogramm ist. Die Abschnitte 18, 20 enden in tangentialer Richtung, d.h. im Bild rechts bzw. links, in jeweils einem gemeinsamen Punkt. Dadurch wird eine maximale Differenz zwischen den Anstellwinkeln A1 und A2 der Abschnitte 18, 20 erreicht, was wiederum zu einem vorteilhaften Überlappungsverhältnis der Rotorscheibe 16 führt. Außerdem ist es somit möglich, die Schaukel 16 durch zwei lineare Bearbeitungsvorgänge auszubilden.

[0051] Unterschiedliche Anstellwinkel A1, A2 der beiden Abschnitte 18, 20 sind aber nicht zwingend, d.h. die Anstellwinkel A1, A2 der beiden Abschnitte können auch gleich groß sein.

[0052] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung einer Rotorscheibe 12 wird anhand der Fig. 6 bis 8 näher erläutert. Die Fig. 6 und 7 sind jeweils eine Draufsicht auf eine Scheibe parallel zur Rotationsachse der Scheibe, während Fig. 8 eine Ansicht in radialer Richtung und somit senkrecht zur Rotationsachse der Scheibe ist.

[0053] In Fig. 6 ist gezeigt, wie ein zwei Sägeblätter 28 umfassendes Doppelwerkzeug in eine Scheibe 26, welche als Halbzeug zur Herstellung einer Rotorscheibe 12 dient, in radialer Richtung eingefahren oder durch diese in axialer Richtung durchgeföhren wird. Die Sägeblätter 28 weisen dabei eine maximale radiale Bearbeitungstiefe auf, die einem radial inneren Ende einer Schaukel 16 und somit einem Schaukelgrund entspricht. Die Sägeblätter 28 weisen einen Abstand zueinander auf, der einer Dicke des radial inneren Abschnitts 18 entspricht. Die Sägeblätter 28 können auf einer gemeinsamen Antriebswelle drehfest angebracht oder auch unabhängig voneinander angetrieben sein.

[0054] Nach dem in Fig. 6 veranschaulichten Bearbeitungsvorgang, welcher im Folgenden als erster Bearbeitungsvorgang bezeichnet wird, kann ein zweiter Bearbeitungsvorgang, wie er in Fig. 7 veranschaulicht ist, durchgeführt werden. In Fig. 7 weist ein Doppelwerkzeug zwei Sägeblätter 28 auf, die einen Abstand zueinander aufweisen, der kleiner ist als der Abstand zwischen den Sägeblättern 28 gemäß Fig. 6. Durch den hier kleineren Abstand zwischen den Sägeblättern 28 wird einem zweiten, radial äußeren Abschnitt 20 der Schaukel 16 eine kleinere Dicke verliehen. Zur Ausbildung des radial äußeren Abschnitts 20 weist der zweite Bearbeitungsvorgang eine radiale Bearbeitungstiefe auf, die kleiner ist als beim ersten Bearbeitungsvorgang. Dadurch wird ein radial äußerer Abschnitt 20 ausgebildet, der dünner ist als der radial innere Abschnitt 18, der durch den zweiten Bearbeitungsvorgang gewissermaßen "stehen gelassen" wird. Zwischen den Abschnitten 18, 20 verbleiben zwei Stufen 22, nämlich eine Stufe 22 auf jeder Flach-

seite 24, welche die Abschnitte 18, 20 in radialer Richtung trennen.

[0055] Die Fig. 6 und 7 dienen insofern lediglich zur Veranschaulichung eines erfindungsgemäßen Herstellungskonzeptes, als die so hergestellten Abschnitte 18, 20 parallel zur Rotationsachse der Scheibe verlaufende Flachseiten, d.h. einen Anstellwinkel von 90° besitzen.

[0056] Wie bei einem Herstellungsverfahren gemäß den Fig. 6 und 7 eine Schaukel 16 mit einem weniger als 90° betragenden Anstellwinkel A2 eines hier beispielhaft herangezogenen radial äußeren Abschnitts 20 hergestellt werden kann, veranschaulicht Fig. 8. Zwei Sägeblätter 28 sind parallel und unter einem Abstand zueinander angeordnet, der der Dicke des radial äußeren Abschnitts 20 entspricht. Die Sägeblätter 28 sind entsprechend dem erwünschten Anstellwinkel A2 des radial äußeren Abschnitts 20 zur Rotationsachse der Scheibe 26 bzw. zu einer senkrecht zur Rotationsachse verlaufenden Ebene ausgerichtet. Um den radial äußeren Abschnitt 20 auszubilden, werden die Sägeblätter 28, welche z.B. auf einer gemeinsamen Antriebswelle angeordnet sind, in der Bearbeitungsrichtung Q durch die Scheibe 26 durchgeföhren oder senkrecht zur Bildebene eingefahren, wobei eine maximale radiale Bearbeitungstiefe beibehalten bzw. erreicht wird.

[0057] Das Werkzeug kann grundsätzlich während des Bearbeitungsvorgangs zusätzlich um eine radiale, d.h. in Fig. 8 zur Bildebene senkrechte, Achse, insbesondere kontinuierlich verdreht werden, während das Werkzeug in die Scheibe 26 eingefahren oder durch diese durchgeföhren wird. Dabei ist es auch möglich, dass das Werkzeug über bestimmte radiale Strecken nicht verdreht wird, wodurch also abwechselnd gerade Abschnitte und verschränkte bzw. um einen, insbesondere kleinen, Winkel gewundene Abschnitte entstehen. Bevorzugt sind jedoch jeweils lineare Werkzeugbewegungen.

[0058] Der in Fig. 8 gezeigte Bearbeitungsvorgang entspricht einem zweiten Bearbeitungsvorgang gemäß Fig. 7. Ein erster Bearbeitungsvorgang zum Ausbilden eines radial inneren Abschnitts 18 kann analog zu diesem zweiten Bearbeitungsvorgang durchgeführt werden, wobei die Sägeblätter 28 jedoch in einem Anstellwinkel A1, z.B. gemäß Fig. 5, ausgerichtet und z.B. entlang einer entsprechend steileren Bearbeitungsrichtung Q durch die Scheibe 26 hindurchgeföhren werden. Der Abstand der Sägeblätter 28 zueinander entspricht dabei der Dicke des radial inneren Abschnitts 18.

[0059] Anhand des beispielhaft beschriebenen Herstellungsverfahrens für eine Rotorscheibe 12 einer Turbomolekularpumpe 10 ist ersichtlich, dass zwei besonders einfache Bearbeitungsvorgänge ausreichen, um die Schaukeln 16 von Rotorscheiben 12 für leistungsfähige Turbomolekularpumpen 10 herzustellen. Ein jeweiliger der beschriebenen Bearbeitungsvorgänge weist dabei lediglich einen linearen Verfahrensweg des Werkzeugs auf. Zwischen den Bearbeitungsvorgängen muss lediglich der Abstand der Sägeblätter 28 sowie ihre Winkelorien-

tierung bezüglich der Scheibe 26 eingestellt werden, um anschließend im zweiten Bearbeitungsvorgang wiederum eine lediglich lineare Bearbeitung durchzuführen. Dabei kann es vorteilhaft sein, den ersten Bearbeitungsvorgang für alle Schaufeln 16 der jeweiligen Rotorscheibe 12 durchzuführen, bevor der zweite Bearbeitungsvorgang für alle Schaufeln 16 durchgeführt wird. Zwischen einem ersten Bearbeitungsvorgang für eine erste Schaufel 16 und einem ersten Bearbeitungsvorgang für eine zweite Schaufel 16 kann die Scheibe 26 um die Rotationsachse R gegenüber dem Werkzeug verdreht werden, wobei aber alternativ auch das Werkzeug um die Scheibe 26 herumgeführt werden kann. Auch die Orientierung des Werkzeugs entsprechend einem Anstellwinkel A1, A2 kann durch ein entsprechendes Ausrichten der Scheibe 26 und/oder durch Ausrichten des Werkzeugs eingestellt werden. -.-.-.

Bezugszeichenliste

[0060]

10	Turbomolekularpumpe
12	Rotorscheibe
14	Rotorwelle
16	Schaufel
18	radial innerer Abschnitt
20	radial äußerer Abschnitt
22	Stufe
23	Schmalseite
24	Flachseite
25	Stirnseite
26	Scheibe
27	Rotornabe
28	Sägeblatt
32	Einlassflansch
34	Pumpeneinlass
35	Pumpenauslass
36	Gehäuse
38	Statorscheibe
40	Distanzring
42	Schöpfbereich
46	Holweck-Rotorhülse
48	Holweck-Rotorhülse
50	Holweck-Statorhülse
52	Holweck-Statorhülse
54	Wälzlager
56	Permanentmagnetlager
58	statorseitige Permanentmagnetlagerhälfte
60	rotorseitige Permanentmagnetlagerhälfte
62	Fanglager
64	Spritzmutter
66	saugfähige Scheibe
68	Antriebsmotor
A1	Anstellwinkel
A2	Anstellwinkel
P	Pumprichtung

Q	Bearbeitungsrichtung
R	Rotationsachse
S	Schnittebene

5

Patentansprüche

1. Rotorscheibe (12) für einen mehrere separate, übereinander angeordnete, an einer Rotorwelle (14) angebrachte Rotorscheiben (12) oder genau eine separate, an einer Rotorwelle (14) angebrachte Rotorscheibe (12) umfassenden Rotor einer Vakuumpumpe, insbesondere einer Turbomolekularpumpe (10), wobei die Rotorscheibe (12) eine Mehrzahl von in Umfangsrichtung verteilt angeordneten Schaufeln (16) umfasst, die jeweils ein in radialer Richtung von innen nach außen verlaufendes Dickenprofil aufweisen, und
wobei wenigstens eine Schaufel (16) ein Dickenprofil mit zumindest einer zwei Abschnitte (18, 20) der Schaufel (16) trennenden Stufe (22) aufweist.
2. Rotorscheibe (12) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Dickenprofil durch gegenüberliegende Flachseiten der Schaufel (16) definiert ist.
3. Rotorscheibe (12) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Stufe (22) an einer der Flachseiten und zwischen einem radial inneren dickeren Abschnitt (18) und einem radial äußeren dünneren Abschnitt (20) der Schaufel (16) ausgebildet ist.
4. Rotorscheibe (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Dicke über eine radiale Erstreckung des jeweiligen Abschnitts (18, 20) konstant ist.
5. Rotorscheibe (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Schaufel (16) relativ zu einer zumindest im Wesentlichen senkrecht zu einer Rotationsachse (R) verlaufenden Ebene schräg gestellt ist, wobei jeder Abschnitt (18, 20) einen Anstellwinkel aufweist und der Anstellwinkel (A1) des radial inneren Abschnitts (18) größer ist als der Anstellwinkel (A2) des radial äußeren Abschnitts (20).
6. Rotorscheibe (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Stufe (22) zumindest eine Fase und/oder Rundung umfasst.
7. Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe,

- pe (10), mit zumindest einem mehrere separate, übereinander angeordnete, an einer Rotorwelle (14) angebrachte Rotorscheiben (12) oder genau eine separate, an einer Rotorwelle (14) angebrachte Rotorscheibe (12) umfassenden Rotor, wobei wenigstens eine Rotorscheibe (12) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche ausgebildet ist.
8. Verfahren zur Herstellung einer Rotorscheibe (12) für eine Vakuumpumpe, insbesondere eine Turbomolekularpumpe (10), mit zumindest einem mehrere separate, übereinander angeordnete, an einer Rotorwelle (14) angebrachte Rotorscheiben (12) oder genau eine separate, an einer Rotorwelle (14) angebrachte Rotorscheibe (12) umfassenden Rotor, oder zur Herstellung einer solchen Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe (10), wobei die Rotorscheibe (12) einstückig aus einer aus Vollmaterial bestehenden Scheibe (26) hergestellt wird, und wobei an der Scheibe (26) durch Materialwegnahme eine Mehrzahl von in Umfangsrichtung verteilt angeordneten Schaufeln (16) ausgebildet wird, und wobei zumindest eine Schaufel (16) mit einem in radialer Richtung von innen nach außen verlaufenden Dickenprofil versehen wird, das zumindest eine zwei Abschnitte (18, 20) der Schaufel (16) trennende Stufe (22) aufweist.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Ausbilden einer jeweiligen Schaufel (22) mit einem Werkzeug (28) wenigstens ein Bearbeitungsvorgang durchgeführt wird, der umfasst, dass mit dem Werkzeug (28) mit einer radialen Komponente in die Scheibe (26) eingefahren und/oder mit einer axialen Komponente entsprechend einem Anstellwinkel (A1, A2) der Schaufel (16) durch die Scheibe (26) durchgefahren wird.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkzeug ein Doppel- oder Zwillingswerkzeug mit zwei gleichzeitig wirksamen, unter einem Abstand zueinander angeordneten Einzelwerkzeugen (28) umfasst.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Erzeugung von Schaufel abschnitten (18, 20) mit über deren radiale Erstreckung konstanter Dicke die Einzelwerkzeuge (28) parallel angeordnet sind.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Ausbilden der einzelnen Abschnitte (18, 20) einer jeweiligen Schaufel (16) mehrere Bearbeitungsvorgänge zeitlich nacheinander durchgeführt werden, wobei sich die Bearbeitungsvorgänge hinsichtlich einer radialen Bearbeitungstiefe voneinander unterscheiden.
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die einzelnen Bearbeitungsvorgänge unterschiedliche Werkzeuge und/oder unterschiedliche Einstellungen eines Werkzeugs verwendet werden.
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die einzelnen Bearbeitungsvorgänge jeweils ein Doppel- oder Zwillingswerkzeug mit zwei gleichzeitig wirksamen, unter einem Abstand zueinander angeordneten Einzelwerkzeugen (28) verwendet wird, wobei der Abstand für die einzelnen Bearbeitungsvorgänge unterschiedlich eingestellt wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Erzeugung unterschiedlicher Anstellwinkel (A1, A2) für die einzelnen Abschnitte (18, 20) einer jeweiligen Schaufel (16) für die einzelnen Bearbeitungsvorgänge unterschiedliche Orientierungen des Werkzeugs relativ zu einer zumindest im Wesentlichen senkrecht zu einer Rotationsachse (R) verlaufenden Ebene gewählt werden.

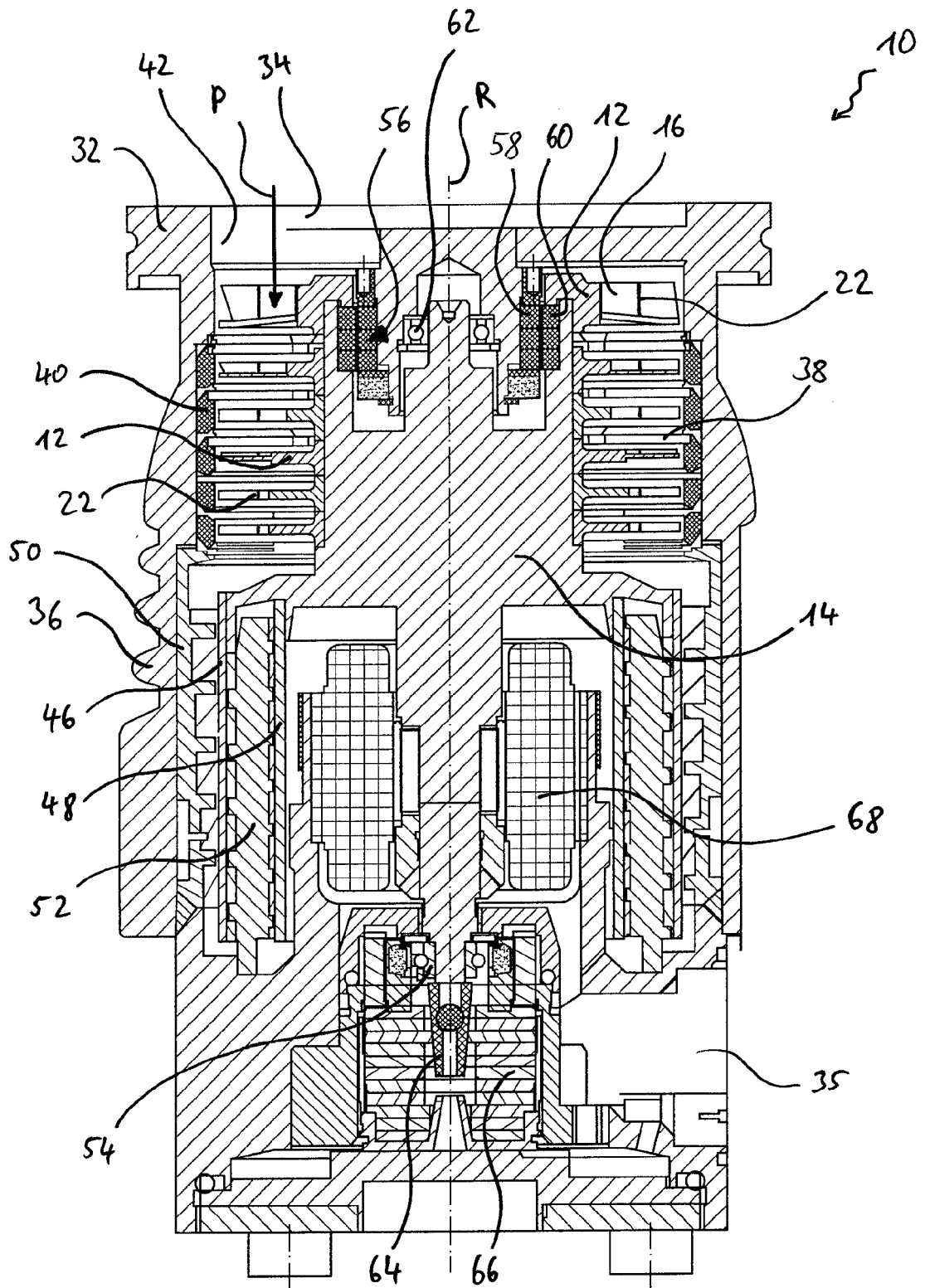


Fig. 1

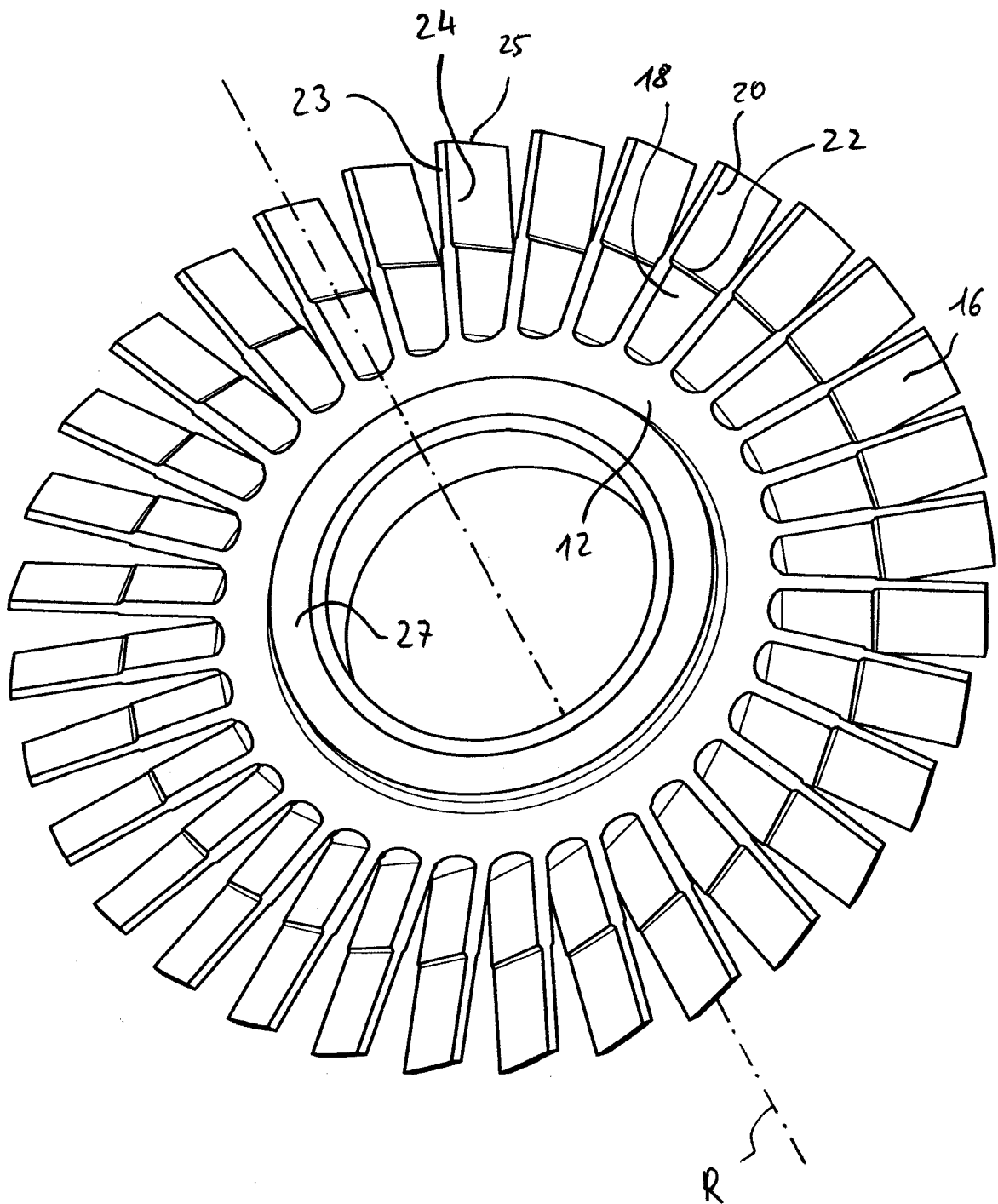


Fig. 2

Fig. 3

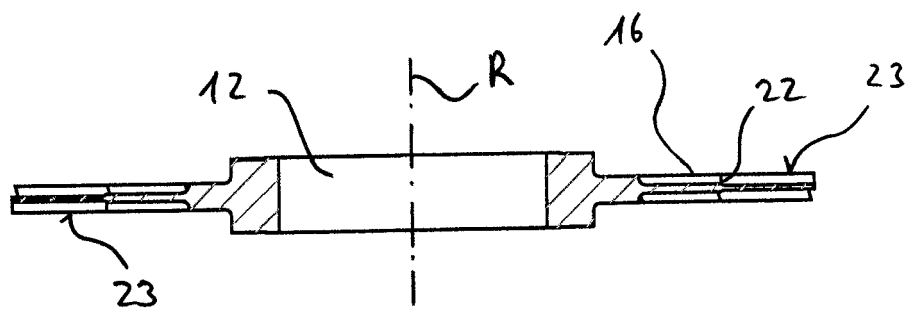
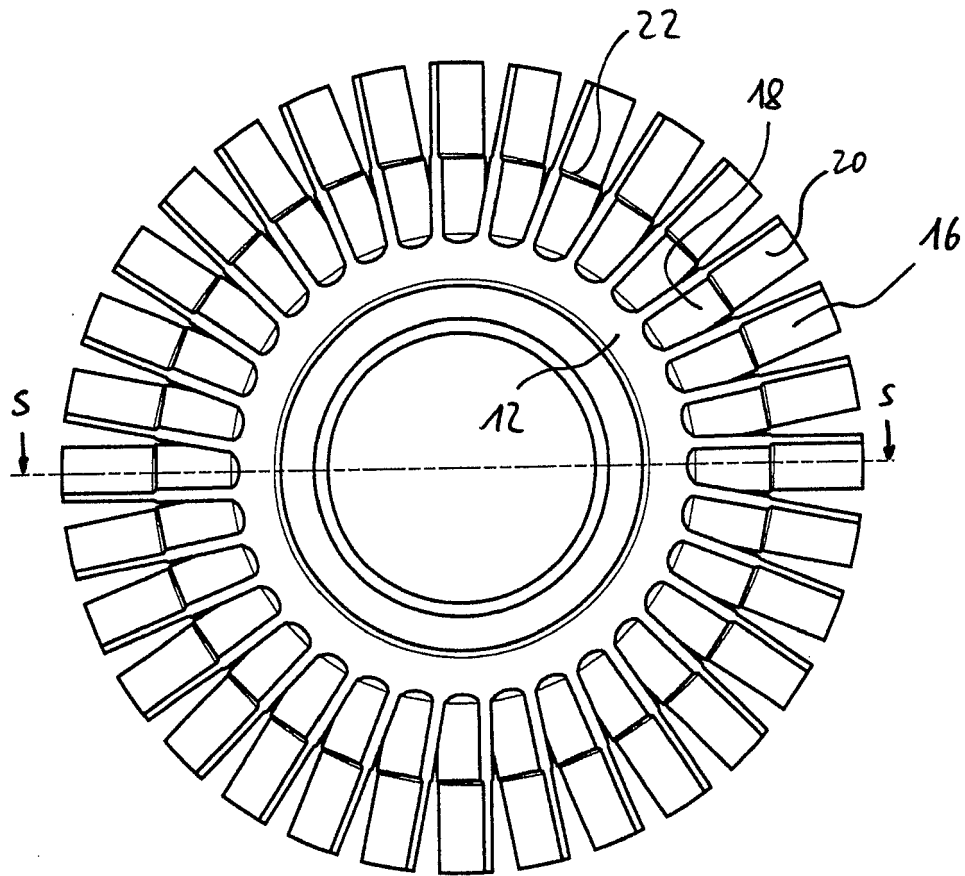


Fig. 4

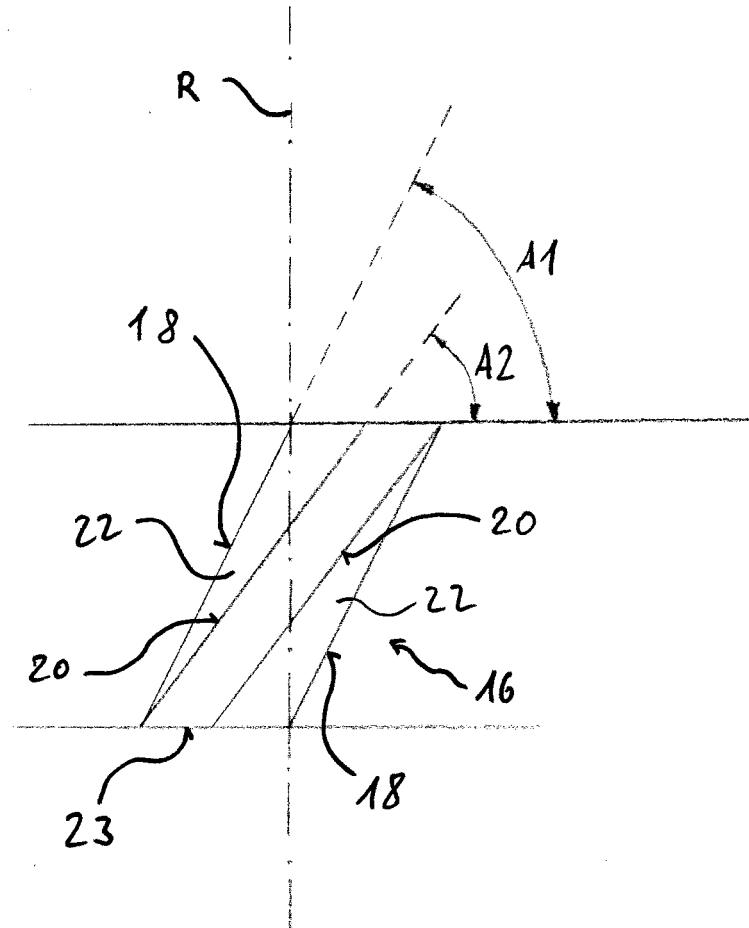


Fig. 5

Fig. 6

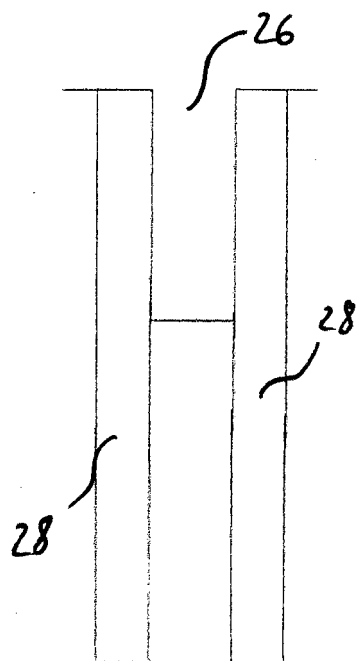


Fig. 7

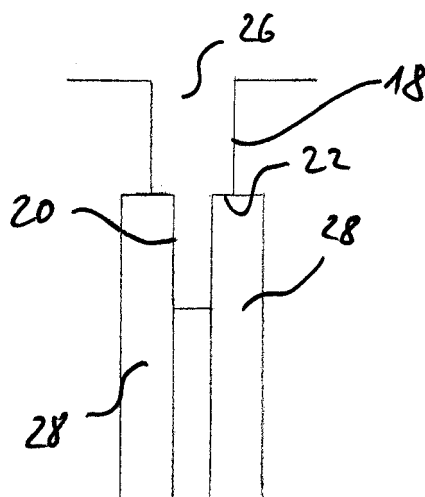
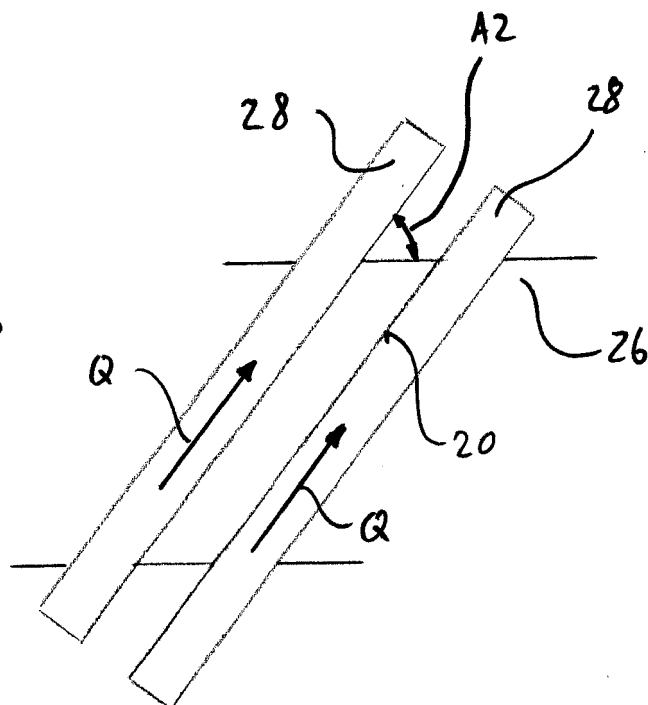


Fig. 8





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 15 16 6269

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	US 3 623 826 A (MANDELL ARMAN ET AL) 30. November 1971 (1971-11-30)	1-3, 7-10, 12-14 11	INV. F04D19/04 F04D29/32
Y	* Spalte 2, Zeile 55 - Zeile 57 *	5,6,15	
A	* Spalte 3, Zeile 37 - Zeile 55; Abbildung 3 *		
	* Spalte 4, Zeile 30 - Zeile 50; Abbildung 3 *		

X	DE 20 46 693 A1 (SARGENT WELCH SCIENTIFIC CO) 6. Mai 1971 (1971-05-06)	1-4,6-9	
Y	* Seite 9, Absatz 2 - Seite 10, Zeile 3;	11	
A	Abbildung 8 *	5	

X	DE 29 23 632 A1 (LEYBOLD HERAEUS GMBH & CO KG) 18. Dezember 1980 (1980-12-18)	1-4,7,8	
	* Seite 4, letzter Absatz - Seite 5, Absatz 1 *		
	* Seite 6, letzter Absatz - Seite 7, Absatz 1; Anspruch 1; Abbildungen 2-3 *		

X	EP 0 965 761 A2 (SEIKO SEIKI KK [JP]) 22. Dezember 1999 (1999-12-22)	1-4,7,8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F04D
	* Absatz [0029] - Absatz [0030]; Abbildung 5 *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 15. Oktober 2015	Prüfer Di Giorgio, F
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres 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 (F04C03)

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

EP 15 16 6269

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.

15-10-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3623826 A	30-11-1971	KEINE	
DE 2046693 A1	06-05-1971	BE 757354 A1	16-03-1971
		CA 954487 A	10-09-1974
		CH 532199 A	31-12-1972
		DE 2046693 A1	06-05-1971
		FR 2065419 A5	23-07-1971
		GB 1332004 A	03-10-1973
		NL 7014593 A	29-04-1971
		US 3644051 A	22-02-1972
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
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

EPO FORM P0461

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