



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
30.12.2015 Patentblatt 2015/53

(51) Int Cl.:
F04D 17/16 ^(2006.01) **F04D 19/04** ^(2006.01)
F04D 23/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15174030.5**

(22) Anmeldetag: **26.06.2015**

(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:
 • **Mekota, Mirko**
35630 Ehringshausen (DE)
 • **Hofmann, Jan**
35305 Grünberg (DE)

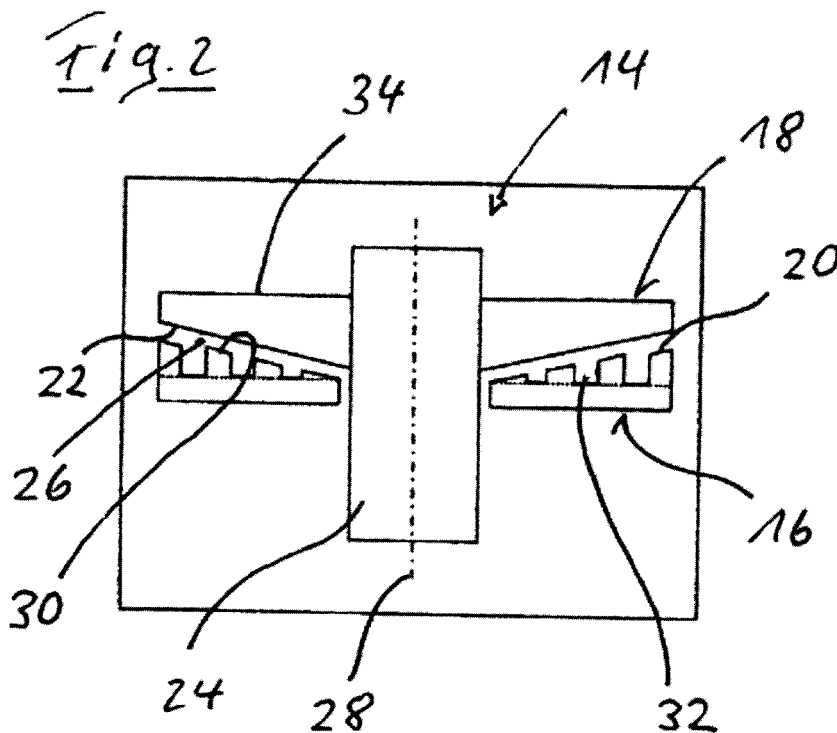
(30) Priorität: **26.06.2014 DE 102014109004**

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

(54) **SIEGBAHNSTUFE**

(57) Eine Siegbahnstufe einer Vakuumpumpe, insbesondere einer Turbomolekularpumpe oder einer Seitenkanalpumpe, umfasst ein Statororgan und ein Rotororgan, die jeweils eine von zwei einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen aufweisen, wobei zumin-

dest die pumpaktive Flächen des Statororgans eine strukturierte Oberfläche umfasst. Dabei sind die einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen des Statororgans und des Rotororgans nicht planar.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Siegbahnstufe einer Vakuumpumpe, insbesondere einer Turbomolekularpumpe oder einer Seitenkanalpumpe, mit einem Statororgan und einem Rotororgan, die jeweils eine von zwei einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen aufweisen, wobei zumindest die pumpaktive Fläche des Statororgans eine strukturierte Oberfläche umfasst. Sie betrifft ferner eine Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe oder Seitenkanalpumpe, mit wenigstens einer solchen Siegbahnstufe sowie ein Verfahren zur Herstellung einer derartigen Siegbahnstufe.

[0002] Vakuumpumpen werden in unterschiedlichen technischen Prozessen eingesetzt, um ein für den jeweiligen Prozess notwendiges Vakuum zu erzeugen. Dabei sind die in solchen Vakuumpumpen eingesetzten Siegbahnstufen insbesondere als Pumpstufen und/oder zur Trennung aneinandergrenzender Pumpräume vorgesehen.

[0003] Die bisher bekannten Siegbahnstufen bestehen aus einer planen Rotorscheibe, die einer mit einer Spiralstruktur versehenen Statorscheibe gegenübersteht. Dabei sind die einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen des Statororgans und des Rotororgans bisher stets als ebene, zur Rotorachse senkrechte Flächen ausgeführt. Zur Erzielung der jeweils gewünschten vakuumtechnischen Eigenschaften bzw. zur Erzeugung entsprechender Kanalgrößen der Siegbahnstufe wird die Spiralgeometrie entsprechend variiert. Wird die Spiralgeometrie durch eine Material entfernende Bearbeitung und insbesondere spanend erzeugt, so ergibt sich damit der Nachteil, dass eine jeweilige Spiralnute gegebenenfalls mehrfach beispielsweise mit einem Fräser abgefahren werden muss, um variable Nutquerschnitte zu erzeugen.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Siegbahnstufe der eingangs genannten Art anzugeben, die unter Berücksichtigung unterschiedlicher vakuumtechnischer Anforderungen einfacher und entsprechend kostengünstiger herstellbar ist. Zudem sollen eine entsprechend kostengünstiger herstellbare Vakuumpumpe sowie ein geeignetes Verfahren zur Herstellung der Siegbahnstufe der eingangs genannten Art angegeben werden.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Siegbahnstufe mit den Merkmalen des Anspruchs 1, eine Vakuumpumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 12 sowie ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 13 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Siegbahnstufe sowie bevorzugte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0006] Die erfindungsgemäße Siegbahnstufe zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass zumindest die pumpaktive Fläche des Statororgans eine strukturierte Oberfläche umfasst und die einander gegenüberliegen-

den pumpaktiven Flächen des Statororgans und des Rotororgans nicht planar sind.

[0007] Unter einer strukturierten Oberfläche soll vorliegend eine Oberfläche verstanden werden, die eine pumpaktive Struktur zur Förderung des zu pumpenden Gases umfasst. Eine solche Oberfläche umfasst insbesondere zumindest eine Vertiefung, die einen Förderkanal bzw. eine Förderstruktur für das zu pumpende Gas bildet. Der Förderkanal oder die Förderstruktur kann in Form einer Nut vorgesehen sein. Die Nut kann einen spiralförmigen Verlauf aufweisen und insbesondere in einer zur Rotationsachse der betreffenden pumpaktiven Fläche senkrechten Ebene verlaufen. Die Nut kann aber auch in einer schräg zur Rotationsachse verlaufenden Ebene ausgebildet sein. Ferner kann eine strukturierte Oberfläche zwei oder mehrere ineinander liegende spiralförmige Nuten umfassen. Denkbar sind auch konzentrisch angeordnete Nuten, die untereinander durch Kanäle verbunden sind, so dass das zu pumpende Gas von einer Nut zur nächsten gelangen kann. Der Nutquerschnitt kann beispielsweise rechteckig, trapezförmig oder dreieckförmig sein. Ferner kann der Nutquerschnitt U-förmig ausgebildet sein. Die seitlichen Nutwände sind vorzugsweise parallel zur Rotationsachse der betreffenden pumpaktiven Fläche orientiert. Der Nutboden kann zumindest im Wesentlichen in einer zur Rotationsachse der betreffenden pumpaktiven Fläche senkrechten Ebene liegen. Denkbar ist auch, dass die Böden verschiedener, insbesondere spiralförmiger, Nuten in unterschiedlichen Ebenen liegen. Der Winkel, den eine jeweilige dieser Ebenen mit der Rotationsachse der betreffenden pumpaktiven Fläche einschließt, kann auch von 90° abweichen.

[0008] Unter "planar" soll vorliegend verstanden werden, dass sämtliche Punkte einer pumpaktiven Oberfläche auf einer einzigen Ebene liegen, wobei Punkte auf Begrenzungsflächen von gegebenenfalls in der pumpaktiven Oberfläche ausgebildeten Vertiefungen nicht berücksichtigt werden, d.h. eine planare Fläche nicht dadurch zu einer nicht planaren Fläche wird, dass in der planaren Fläche Vertiefungen ausgebildet werden.

[0009] Mit einer nicht planaren Ausführung der pumpaktiven Flächen kann sich auch die Nuthöhe der strukturierten Oberfläche der betreffenden pumpaktiven Fläche ändern, so dass sich für die Einstellung eines jeweiligen erforderlichen Nutquerschnitts neben der Nutbreite ein weiterer Freiheitsgrad ergibt. Zur Berücksichtigung der jeweiligen vakuumtechnischen Anforderungen kann somit anstelle oder zusätzlich zur Nutbreite nunmehr auch die Nuthöhe einer jeweiligen pumpaktiven Oberflächenstruktur entsprechend variiert werden. Eine jeweilige pumpaktive Oberflächenstruktur kann also beispielsweise auch mit einer gleichbleibenden Nutbreite erzeugt werden, was deren Herstellung erheblich vereinfacht.

[0010] Das Statororgan ist vorzugsweise von einem statischen Teil der Vakuumpumpe, zum Beispiel dem Pumpengehäuse oder einer Trennwand, getragen oder dadurch gebildet. Das Rotororgan ist vorzugsweise von

der Rotorwelle getragen und insbesondere drehfest an der Rotorwelle angebracht.

[0011] Die einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen des Statororgans und des Rotororgans können insbesondere eine zumindest im Wesentlichen zueinander komplementäre Form besitzen. Dabei kann der zwischen den pumpaktiven Flächen gebildete Spalt beispielsweise die gleiche Größe aufweisen, alternativ jedoch z.B. auch radial nach außen leicht größer werden.

[0012] Vorteilhafterweise besitzen die einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen des Statororgans und des Rotororgans bezüglich der Rotorachse jeweils eine rotationssymmetrische Form.

[0013] Zumindest eine der pumpaktiven Flächen kann beispielsweise eine konische Form oder eine gewölbte Form besitzen.

[0014] Gemäß einer bevorzugten praktischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Siegbahnstufe besitzen die einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen des Statororgans und des Rotororgans jeweils eine konische Form. Dabei besitzt zweckmäßigerweise die pumpaktive Fläche des Rotororgans eine sich zur pumpaktiven Fläche des Statororgans hin verjüngende konische Form und die pumpaktive Fläche des Statororgans eine sich zur pumpaktiven Fläche des Rotororgans hin erweiternde konische Form. Grundsätzlich ist jedoch auch eine umgekehrte Ausgestaltung der einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen denkbar.

[0015] Insbesondere bilden das Statororgan und/oder das Rotororgan mit ihren pumpaktiven Flächen relativ flache Konusformen, d.h. der Konuswinkel - bezogen auf eine senkrecht zur Rotorachse verlaufende Ebene - ist vergleichsweise klein. Mögliche Werte für die Konuswinkel sind nachstehend angegeben.

[0016] Vorzugsweise schliesst dabei die pumpaktive Fläche des Statororgans mit einer Ebene senkrecht zur Rotorachse einen Winkel α zwischen 1° und 20° , bevorzugt zwischen 1° und 10° , insbesondere zwischen 2° und 7° ein.

[0017] Alternativ oder zusätzlich kann die pumpaktive Fläche des Rotororgans mit einer Ebene senkrecht zur Rotorachse einen Winkel α' zwischen 1° und 20° , bevorzugt 1° und 10° , insbesondere 2° und 7° einnehmen.

[0018] Vorzugsweise sind die Winkel α und α' im Wesentlichen gleich groß. Unter "im Wesentlichen gleich groß" ist dabei insbesondere eine Abweichung der beiden Winkel α , α' voneinander von nicht mehr als ungefähr 2° , bevorzugt von nicht mehr als ungefähr 1° , insbesondere von nicht mehr als ungefähr $0,5^\circ$, zu verstehen. Besonders bevorzugt sind die Winkel α und α' gleich groß.

[0019] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Siegbahnstufe besitzen die einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen des Statororgans und des Rotororgans jeweils eine gewölbte Form. Dabei besitzt bevorzugt die pumpaktive Fläche des Rotororgans eine zur pumpaktiven Fläche des Statororgans hin gewölbte konvexe Form und die pumpaktive Fläche des Statororgans eine von der pum-

paktiven Fläche des Rotororgans weg gewölbte konkave Form. Grundsätzlich ist jedoch auch eine umgekehrte Ausgestaltung der einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen denkbar.

[0020] Vorteilhafterweise besitzt zumindest eine der einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen des Statororgans und des Rotororgans eine strukturierte Oberfläche mit einer Spiralstruktur. Dabei ist insbesondere von Vorteil, wenn zumindest eine der einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen des Statororgans und des Rotororgans mit wenigstens einer Spiralnut insbesondere konstanter Breite versehen ist, wodurch die Herstellung der pumpaktiven Struktur vereinfacht wird.

[0021] In einer bevorzugten Ausführungsform verlaufen eine Spiralnut begrenzende Seitenwände parallel zur Rotorachse. Es sind jedoch auch Ausgestaltungen denkbar, bei welchen nur eine der beiden Nutwände parallel zur Rotorachse verläuft. Ferner kann eine strukturierte Oberfläche mit zwei oder mehr Spiralnuten versehen sein, wobei nur eine Spiralnut Seitenwände aufweist, die parallel zur Rotorachse verlaufen.

[0022] Ferner kann der Boden der Spiralnut in einer zur Rotorachse senkrecht verlaufenden Ebene liegen. Handelt es sich um eine strukturierte Oberfläche mit zwei oder mehr Spiralnuten, können die Böden der einzelnen Nuten entweder auf einer gemeinsamen Ebene oder auf verschiedenen Ebenen liegen. Die Ebenen können grundsätzlich auch einen Winkel abweichend von 90° mit der Rotorachse einschließen.

[0023] Die Anpassung des Nutquerschnitts an die jeweiligen vakuumtechnischen Anforderungen kann im vorliegenden Fall durch eine entsprechende Variation der Ausgestaltung bzw. Krümmung der einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen erfolgen, was unterschiedliche Nuthöhen mit sich bringen kann, womit unterschiedliche Nutquerschnitte erzielt werden können. Infolge der in einer möglichen Ausgestaltung gleichbleibenden Nutbreite kann eine jeweilige Spirale beispielsweise in einem einzigen Zug gefräst werden.

[0024] Bevorzugt ist die pumpaktive Fläche des Statororgans zumindest im Wesentlichen glatt. Das Rotororgan ist in diesem Fall mit besonders geringem Aufwand herstellbar, wobei gleichzeitig eine sich durch eine Strukturierung ergebende nachteilige Schwächung des Rotororgans vermieden wird. Das Rotororgan ist daher ohne weiteres in der Lage, den während des Betriebs der Vakuumpumpe auftretenden Fliehkraftbelastungen Stand zu halten, ohne dass übermäßige Spannungen auftreten, die die Betriebssicherheit der Vakuumpumpe verringern würden. Ferner wird eine durch das Rotororgan hervorgerufene Unwucht des Rotors durch eine zumindest im Wesentlichen glatte Ausgestaltung der pumpaktiven Oberfläche des Rotororgans weitestgehend vermieden.

[0025] Die erfindungsgemäße Vakuumpumpe, bei der es sich insbesondere um eine Turbomolekularpumpe oder Seitenkanalpumpe handeln kann, zeichnet sich dadurch aus, dass sie zumindest eine erfindungsgemäße

Siegbahnstufe umfasst.

[0026] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung einer Siegbahnstufe einer Vakuumpumpe, insbesondere eine Turbomolekularpumpe oder einer Seitenkanalpumpe, zeichnet sich entsprechend dadurch aus, dass ein Statororgan und ein Rotororgan bereitgestellt werden, die jeweils eine von zwei einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen aufweisen, die pumpaktive Fläche des Statororgans mit einer strukturierten Oberfläche versehen wird und die einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen des Statororgans und des Rotororgans nicht planar ausgestaltet werden.

[0027] Dabei werden die einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen des Statororgans und des Rotororgans bevorzugt mit einer zumindest im Wesentlichen zueinander komplementären Form ausgestaltet.

[0028] Vorteilhafterweise werden die einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen des Statororgans und des Rotororgans jeweils mit einer konischen Form oder jeweils mit einer gewölbten Form ausgestaltet.

[0029] Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert; in dieser zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer mit einer Spiralstruktur versehenen flachen Statorscheibe einer herkömmlichen Siegbahnstufe nach dem Stand der Technik,

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer beispielhaften Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Siegbahnstufe, und

Fig. 3 die Ausführungsform gemäß Fig. 2 unter besonderer Hervorhebung der Winkel α und α' .

[0030] Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung eine mit einer Spiralstruktur 10 versehene flache Statorscheibe 12 einer herkömmlichen Siegbahnstufe, die überdies aus einer dieser Statorscheibe gegenüberstehenden (nicht dargestellten) planaren Rotorscheibe besteht. Die einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen der Statorscheibe 12 und der Rotorscheibe der bekannten Siegbahnstufe sind jeweils eben und senkrecht zur Rotorachse ausgeführt. Soll die Spiralgeometrie beispielsweise spanend erzeugt werden, so muss eine jeweilige Spiralnut gegebenenfalls mehrfach mit einem Fräser abgefahren werden, um sich verengende oder aufweitende Nutquerschnitte zu erzielen.

[0031] Fig. 2 zeigt in schematischer Darstellung eine beispielhafte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Siegbahnstufe 14. Eine solche Siegbahnstufe 14 kann in einer Vakuumpumpe, insbesondere einer Turbomolekularpumpe oder einer Seitenkanalpumpe, beispielsweise als Pumpstufe und/oder zur Absperrung zwischen zwei Pumpenräumen vorgesehen sein.

[0032] Die Siegbahnstufe 14 umfasst ein Statororgan 16 und ein Rotororgan 18, die jeweils eine von zwei ein-

ander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen 20, 22 aufweisen.

[0033] Das Statororgan 16 kann insbesondere von einem statischen Teil der Vakuumpumpe, zum Beispiel dem Pumpengehäuse oder einer Trennwand, getragen oder dadurch gebildet sein. Das Rotororgan 18 kann insbesondere von einer Rotorwelle 24 getragen und insbesondere drehfest an der Rotorwelle 24 angebracht sein.

[0034] Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel umfasst die pumpaktive Fläche 20 des Statororgans 16 eine strukturierte Oberfläche 30, während die pumpaktive Fläche 22 des Rotororgans 18 glatt ist, wobei unter "glatt" hier relativ zu der Strukturierung der Oberfläche 30 zu verstehen, d.h. insofern die Fläche 22 des Rotororgans 18 nicht strukturiert ist. Grundsätzlich sind jedoch auch solche Ausführungen denkbar, bei denen zusätzlich die pumpaktive Fläche 22 des Rotororgans 18 eine solche strukturierte Oberfläche 30 umfasst.

[0035] Wie anhand der Fig. 2 zu erkennen ist, sind die einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen 20, 22 des Statororgans 16 und des Rotororgans 18 nicht planar.

[0036] Dabei besitzen diese einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen 20, 22 des Statororgans 16 und des Rotororgans 18 eine zumindest im Wesentlichen zueinander komplementäre Form. Die Höhe des zwischen diesen pumpaktiven Flächen 20, 22 gebildeten Spaltes 26 kann radial nach außen hin beispielsweise auch leicht zunehmen, d.h. der Spalt 26 muss nicht überall die gleiche Höhe besitzen, wobei eine solche Ausgestaltung aber möglich ist.

[0037] Wie der Fig. 2 ebenfalls entnommen werden kann, besitzen die einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen 20, 22 des Statororgans 16 und des Rotororgans 18 bezüglich der Rotorachse 28 jeweils eine rotationssymmetrische Form.

[0038] Wie dargestellt, können die einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen 20, 22 des Statororgans 16 und des Rotororgans 18 jeweils eine insbesondere konische Form besitzen, wobei im vorliegenden Fall die pumpaktive Fläche 22 des Rotororgans 18 eine sich zur pumpaktiven Fläche 20 des Statororgans 16 hin verjüngende konische Form und die pumpaktive Fläche 20 des Statororgans 16 eine sich zur pumpaktiven Fläche 22 des Rotororgans 18 hin erweiternde konische Form besitzt.

[0039] Die Winkel α , α' , welche die pumpaktive Fläche 20 des Statororgans 16 und die pumpaktive Fläche 22 des Rotororgans 18 jeweils in Bezug auf eine senkrecht zur Rotorachse 28 stehende Ebene 36, 36' einschließen, sind anhand von Fig. 3 verdeutlicht.

[0040] Beide Winkel α , α' liegen jeweils vorzugsweise in einem Bereich zwischen 2° und 7° und sind im Wesentlichen gleich groß. Die schematische Darstellung gemäß Fig. 3 ist insofern relativ stark überzeichnet, um die tatsächlich nur leicht konische Form der pumpaktiven Flächen 20, 22 zu verdeutlichen, d.h. das Rotororgan 18 und das Statororgan 16 besitzen trotz der konischen Flä-

chen 20, 22 weiterhin im Wesentlichen eine scheibenförmige Gestalt.

[0041] Die Ebene 36, zu welcher der Winkel α gemessen wird, liegt gemäß Fig. 3 in derselben Ebene wie der Boden 33 der Spiralnut 32, d.h. der Boden 33 liegt in einer zur Rotorachse 28 senkrechten Ebene. Die Seitenwände 31 der Spiralnut 32 sind in dieser Ausführungsform parallel zur Rotorachse 28 ausgebildet. Die Spiralnut 32 weist einen im Wesentlichen rechteckigen Querschnitt auf. Es sind allerdings auch Ausführungsformen denkbar, bei denen der Nutquerschnitt z.B. U-förmig ausgebildet ist. Der insbesondere in einer einzigen, bevorzugt senkrecht zur Rotorachse 28 verlaufende Ebene liegende Boden der Nut wird dann in jedem Nutquerschnitt von dem tiefsten Punkt der Nut gebildet, d.h. von dem Scheitelpunkt des "U".

[0042] Es ist jedoch beispielsweise auch eine solche Ausführung der Siegbahnstufe denkbar, bei der die einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen 20, 22 des Statororgans 16 und des Rotororgans 18 jeweils eine gewölbte Form besitzen, wobei beispielsweise die pumpaktive Fläche 22 des Rotororgans 18 eine zur pumpaktiven Fläche 20 des Statororgans 16 hin gewölbte konvexe Form und die pumpaktive Fläche 20 des Statororgans 16 eine von der pumpaktiven Fläche 22 des Rotororgans 18 weg gewölbte konkave Form besitzen kann.

[0043] Die pumpaktive Fläche 20 des Statororgans 16 besitzt eine Spiralstruktur, die im vorliegenden Fall beispielsweise wenigstens eine Spiralnut 32 konstanter Breite umfasst.

[0044] Durch eine entsprechende nicht planare Ausgestaltung der einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen 20, 22 des Statororgans 16 und des Rotororgans 18 kann der Nutquerschnitt der strukturierten Oberfläche 30 bzw. der Spiralstruktur an die jeweiligen vakuumtechnischen Anforderungen angepasst werden, obwohl die Nutbreite im Verlauf einer jeweiligen Spirale gleich bleibt, womit diese beispielsweise mit einem Fräs-
werkzeug in einem Zug gefräst werden kann.

[0045] Während die dem Statororgan 16 zugewandte pumpaktive Fläche 22 des Rotororgans 18 eine sich zum Statororgan 16 hin verjüngende konische Form besitzt, ist die vom Statororgan 16 abgewandte Stirnseite 34 des Rotororgans 18 eben und zur Rotorachse 28 senkrecht orientiert. Damit ergibt sich eine spannungstechnisch optimale Bauweise des Rotororgans 18.

Bezugszeichenliste

[0046]

10	Spiralstruktur
12	Statorscheibe
14	Siegbahnstufe
16	Statororgan
18	Rotororgan
20	pumpaktive Fläche
22	pumpaktive Fläche

24	Rotorwelle
26	Spalt
28	Rotorachse
30	strukturierte Oberfläche
5 31	Seitenwand der Spiralnut
32	Spiralnut
33	Boden der Spiralnut
34	Stirnseite
36,	Ebene senkrecht zur Rotorachse 28
10 36'	Ebene senkrecht zur Rotorachse 28
α	Winkel zwischen pumpaktiver Fläche 20 und Ebene 36
α'	Winkel zwischen pumpaktiver Fläche 22 und Ebene 36'
15	

Patentansprüche

1. Siegbahnstufe (14) einer Vakuumpumpe, insbesondere einer Turbomolekularpumpe oder einer Seitenkanalpumpe, mit einem Statororgan (16) und einem Rotororgan (18), die jeweils eine von zwei einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen (20, 22) aufweisen, wobei zumindest die pumpaktive Fläche (20) des Statororgans (16) eine strukturierte Oberfläche (30) umfasst und wobei die einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen (20, 22) des Statororgans (16) und des Rotororgans (18) nicht planar sind.
2. Siegbahnstufe nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass die einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen (20, 22) des Statororgans (16) und des Rotororgans (18) eine zumindest im Wesentlichen zueinander komplementäre Form besitzen.
3. Siegbahnstufe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine der einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen (20, 22) des Statororgans (16) und des Rotororgans (18) eine konische Form besitzt.
4. Siegbahnstufe nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die pumpaktive Fläche (22) des Rotororgans (18) eine sich zur pumpaktiven Fläche (20) des Statororgans (16) hin verjüngende konische Form und/oder die pumpaktive Fläche (20) des Statororgans (16) eine sich zur pumpaktiven Fläche (22) des Rotororgans (18) hin erweiternde konische Form besitzt.
5. Siegbahnstufe nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die pumpaktive Fläche (20) des Statororgans (16) und/oder die pumpaktive Fläche (22) des Rotororgans (18) mit einer Ebene (36, 36') senkrecht zur Rotorachse (28) einen

- Winkel (α , α') zwischen 1° und 20° , bevorzugt zwischen 1° und 10° , insbesondere zwischen 2° und 7° , einschliesst.
6. Siegbahnstufe nach einem der vorstehenden Ansprüche, 5
dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen (20, 22) des Statororgans (16) und des Rotororgans (18) eine gewölbte Form besitzt. 10
7. Siegbahnstufe nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass die pumpaktive Fläche (22) des Rotororgans (18) eine zur pumpaktiven Fläche (20) des Statororgans (16) hin gewölbte konvexe Form und die pumpaktive Fläche (20) des Statororgans (16) eine von der pumpaktiven Fläche (22) des Rotororgans (18) weg gewölbte konkave Form besitzt. 15
20
8. Siegbahnstufe nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen (20, 22) des Statororgans (16) und des Rotororgans (18) mit wenigstens einer Spiralnut (32) versehen ist, wobei insbesondere die Spiralnut (32) eine konstante Breite aufweist. 25
9. Siegbahnstufe nach Anspruch 8, 30
dadurch gekennzeichnet, dass die die Spiralnut (32) begrenzenden Seitenwände (31) parallel zur Rotorachse (28) verlaufen.
10. Siegbahnstufe nach Anspruch 8 oder 9, 35
dadurch gekennzeichnet, dass der Boden (33) der Spiralnut (32) in einer zur Rotorachse (28) senkrechten Ebene verläuft.
11. Siegbahnstufe nach einem der vorstehenden Ansprüche, 40
dadurch gekennzeichnet, dass die pumpaktive Fläche (22) des Rotororgans (18) glatt ist.
12. Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe oder Seitenkanalpumpe, mit zumindest einer Siegbahnstufe (14) nach einem der vorstehenden Ansprüche. 45
13. Verfahren zur Herstellung einer Siegbahnstufe (14) 50
einer Vakuumpumpe, insbesondere einer Turbomolekularpumpe oder einer Seitenkanalpumpe, bei dem ein Statororgan (16) und ein Rotororgan (18) bereitgestellt werden, die jeweils eine von zwei einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen 55
(20, 22) aufweisen,
zumindest die pumpaktive Fläche (20) des Statororgans (16) mit einer strukturierten Oberfläche (30)
- versehen wird, insbesondere durch spanende Bearbeitung, und
die einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen (20, 22) des Statororgans (16) und des Rotororgans (18) nicht planar ausgestaltet werden.
14. Verfahren nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet, dass die einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen (20, 22) des Statororgans (16) und des Rotororgans (18) mit einer zumindest im Wesentlichen zueinander komplementäre Form ausgestaltet werden.
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14,
dadurch gekennzeichnet, dass die einander gegenüberliegenden pumpaktiven Flächen (20) des Statororgans (16) und des Rotororgans (18) jeweils mit einer konischen Form oder jeweils mit einer gewölbten Form ausgestaltet werden.

Fig. 1

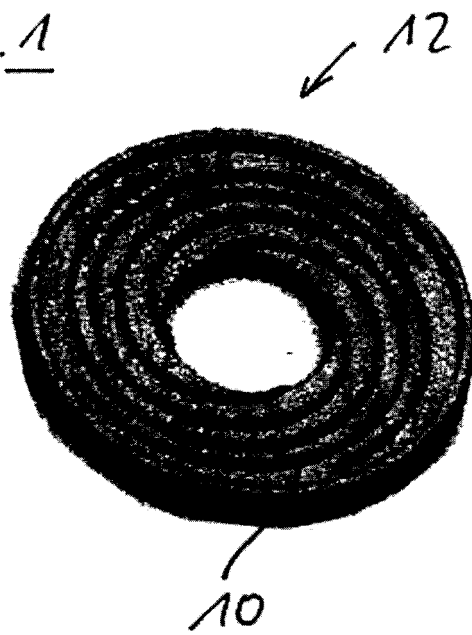


Fig. 2

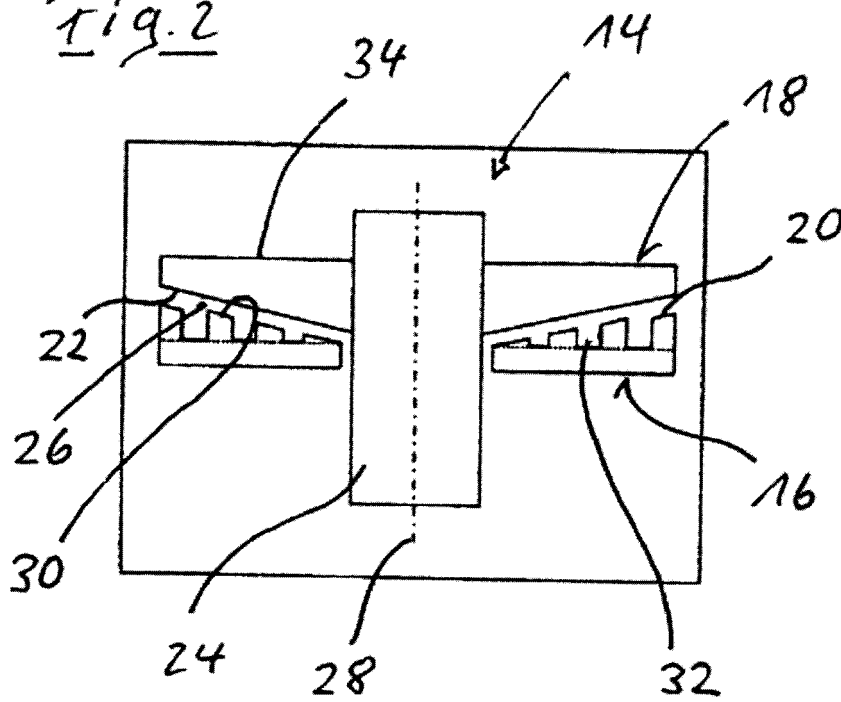
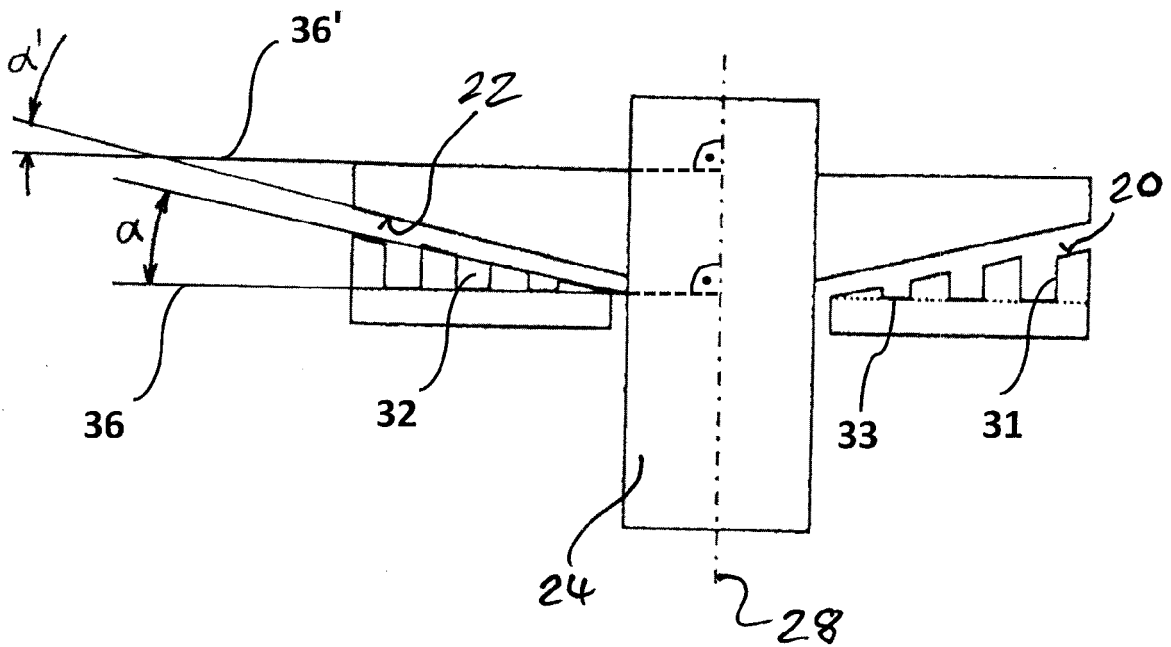


Fig. 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 15 17 4030

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 2 954 157 A (ECKBERG EDWIN E) 27. September 1960 (1960-09-27) * Spalte 1, Zeilen 38-49 * * Spalte 2, Zeilen 57-62 * * Abbildungen 1,2 *	1-15	INV. F04D17/16 F04D19/04 F04D23/00
X	EP 1 170 508 A1 (VARIAN INC [US]) 9. Januar 2002 (2002-01-09) * Absätze [0034], [0035] * * Abbildung 7 *	1-6,8, 12-15	
X	DE 605 902 C (HUGO SEEMANN DR) 20. November 1934 (1934-11-20) * Seite 1, Zeilen 1-56 * * Abbildungen 1,2,4 *	1-5,8-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 10. November 2015	Prüfer Gombert, Ralf
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 03.82 (P04C03)

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

EP 15 17 4030

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.

10-11-2015

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2954157 A	27-09-1960	KEINE	

EP 1170508 A1	09-01-2002	EP 1170508 A1	09-01-2002
		JP 2002031081 A	31-01-2002
		US 6394747 B1	28-05-2002

DE 605902 C	20-11-1934	KEINE	

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

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