

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 697 069 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

24.05.2000 Patentblatt 2000/21

(21) Anmeldenummer: **94913098.3**

(22) Anmeldetag: **31.03.1994**

(51) Int. Cl.⁷: **F04D 19/04**, F04D 17/16

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP94/01011

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 94/25760 (10.11.1994 Gazette 1994/25)

(54) **REIBUNGSVAKUUMPUMPE MIT UNTERSCHIEDLICH GESTALTETEN PUMPENABSCHNITTEN**

FRICITION VACUUM PUMP WITH PUMP SECTIONS OF DIFFERENT DESIGNS

POMPE A VIDE ROTATIVE A FRICTION COMPORTANT DES SECTIONS DE CONCEPTION DIFFERENTE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI

(30) Priorität: **03.05.1993 DE 4314418**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.02.1996 Patentblatt 1996/08

(60) Teilanmeldung:
98110191.8 / 0 874 159

(73) Patentinhaber:
Leybold Vakuum GmbH
50968 Köln (DE)

(72) Erfinder:
• **SCHÜTZ, Günter**
D-50679 Köln (DE)
• **ENGLÄNDER, Heinrich**
D-52441 Linnich (DE)
• **VON SCHULZ-HAUSMANN, Friedrich, Karl**
D-53229 Bonn (DE)

• **HENNING, Hinrich**
D-51427 Bergisch Gladbach (DE)

(74) Vertreter:
Leineweber, Jürgen, Dipl.-Phys. et al
Aggerstrasse 24
50859 Köln (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 445 855 **DE-A- 3 442 843**
DE-A- 3 919 529 **DE-A- 3 922 782**
FR-A- 2 161 179 **FR-A- 2 280 809**
FR-A- 2 534 980 **GB-A- 2 155 103**
US-A- 1 975 568 **US-A- 4 732 529**

• **JOURNAL OF VACUUM SCIENCE & TECHNOLOGY**, Bd.8, Nr.5, September 1990, NEW YORK, US Seiten 3870 - 3873, XP000147920
J.Y. TU 'A new design for the disk-type molecular pump'

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 697 069 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Reibungsvakuumpumpe mit den Merkmalen des Oberbegriffs der unabhängigen Patentansprüche 1 und 2.

[0002] Zu den Reibungsvakuumpumpen gehören Gaede-Pumpen (in einem Gehäuse rotierender Zylinder mit Pumpspalt und zwischen Einlass und Auslass gelegtem Sperrspalt), Holweck-Pumpen (in einem Gehäuse rotierender Zylinder mit wendelförmigen, Stator- oder rotorseitig angeordneten Nuten), Siegbahn-Pumpen (rotierende und stehende Ringscheiben mit spiralförmig gestalteten Nuten) und Turbomolekular-Pumpen, die mit Lauf- und Leitschaufeln ausgerüstet sind. Es ist bekannt, Reibungspumpen mit unterschiedlich gestalteten Pumpenabschnitten auszurüsten.

[0003] Aus der DE-A 39 22 782 und der FR-A-22 80 809 sind Reibungspumpen der eingangs erwähnten Art bekannt. Pumpen dieser Art sollen nicht nur im Molekularströmungsbereich sondern auch bei viskoser Strömung gute Fördereigenschaften haben. Als besonderes Problem haben sich die Übergangsbereiche zwischen den unterschiedlich gestalteten Pumpenabschnitten erwiesen. Störungen der Strömung oder gar Strömungsabrisse finden in diesen Bereichen statt.

[0004] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen möglichst störungsfreien Übergang der Strömung zwischen den verschiedenen Pumpenabschnitten sicherzustellen.

[0005] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale der Patentansprüche 1 und 2 gelöst. Die Besonderheit der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Rotor- bzw. Statorringscheibe liegt darin, dass sie einerseits bereits Bestandteil einer Siegbahnstufe ist, andererseits aber noch verkürzte Rotorschaukeln trägt. Störungen der Strömung sind minimiert, Strömungsabrisse finden nicht mehr statt.

[0006] Eine weitere vorteilhafte Maßnahme besteht darin, die Statorringscheiben der Siegbahnstufen mit den spiralförmigen Nuten auszurüsten. Durch diese Maßnahme wird zum einen erreicht, dass es nicht mehr erforderlich ist, den Rotor aus einer Vielzahl von Einzelteilen herzustellen. Der Rotor kann einteilig ausgebildet und z.B. aus dem Vollen gedreht sein. Weiterhin ist die Anpassung einer Reibungspumpe der hier betroffenen Art an unterschiedliche Einsatzfälle einfacher. Bei Vakuumpumpen dieser Art bestimmen nämlich die Eigenschaften der spiralförmigen Nuten (Tiefe, Breite, Steigung) die Pumpeigenschaften. Bei einer Änderung der Pumpeigenschaften müssen deshalb bei einer Reibungsvakuumpumpe nach dem Stand der Technik nacheinander Stator und Rotor demontiert, die Rotor-scheiben mit den spiralförmigen Nuten ausgetauscht und dann wieder Rotor und Stator montiert werden. Bei einer Reibungsvakuumpumpe nach der Erfindung muss nur der Stator demontiert und mit Austausch-Scheiben wieder montiert werden.

[0007] Eine weitere vorteilhafte Maßnahme nach

der Erfindung besteht darin, dass sich an den Pumpenabschnitt mit den Siegbahn-Stufen mindestens eine weitere Pumpstufe beliebiger Art - vorzugsweise auf eine Reibungspumpe - anschließt, die im Zwischenbereich zwischen Molekularströmung und viskoser Strömung gute Fördereigenschaften hat. Mit einer in dieser Weise ausgebildeten Vakuumpumpe kann ein relativ hoher Vorvakuumdruck (größer 10 mbar) erzeugt werden, so dass Pumpen dieser Art mit kleinen und preiswerten Vorvakuum-pumpen betrieben werden können.

[0008] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sollen anhand von in den Figuren 1 bis 18 erläutert werden. Es zeigen

- Figur 1 eine Reibungsvakuumpumpe nach der Erfindung,
- Figur 2 einen Schnitt durch die Pumpe nach Figur 1 in Höhe der Statorscheibe einer Siegbahn-Stufe
- Figur 3 einen Schnitt durch die Pumpe nach Figur 1 in Höhe einer sich in Förderrichtung an den Siegbahn-Pumpenabschnitt anschließenden weiteren Pumpstufe,
- Figuren 4, 5 und 6 ein weiteres Ausführungsbeispiel für eine Pumpe nach der Erfindung,
- Figuren 7, 8 ein Ausführungsbeispiel für eine Pumpe nach der Erfindung mit einer besonderen Rotoraufhängung,
- Figuren 9 bis 12 Schnitte durch weitere Lösungen für druckseitig angeordnete Pumpstufen und
- Figuren 13 bis 18 Schnitte durch Pumpstufen, die als kombinierte Siegbahn/Gaede-Stufen ausgebildet sind.

[0009] Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 1 handelt es sich um eine Reibungsvakuumpumpe 1, deren Gehäuse mit 2 bezeichnet ist. Der obere, zylindrisch gestaltete Gehäuseabschnitt 3 umfaßt und zentriert den Stator 4, der eine Mehrzahl von Statorringen 5, 6 und 7 umfaßt. Der Rotor 8 stützt sich über die Lager 9 und die Pumpenwelle 10 im Pumpengehäuse 2 ab. Der Antriebsmotor ist mit 11 bezeichnet. Während des Betriebs der Pumpe ist an den Einlaßflansch 12 ein zu evakuierender Rezipient angeschlossen. Infolge der Drehung des Rotors 8 werden die Gase zum Auslaß 13 gefördert, an den eine Vorvakuum-pumpe angeschlossen ist.

[0010] Das Ausführungsbeispiel nach Figur 1 ist mit insgesamt 3 Pumpenabschnitten ausgerüstet. Der hochvakuumseitige Pumpenabschnitt besteht aus Turbomolekularpumpenstufen. Die Statorringe 5 tragen jeweils die nach innen gerichteten Statorschaufeln 14, denen am Rotor 8 befestigte Rotorschaukeln 15 zuge-

ordnet sind. Der zweite Pumpabschnitt weist Siegbahnpumpenstufen auf. Diese umfassen rotierende, am Rotor 8 befestigte Ringscheiben 16, deren Oberflächen eben sind. Zwischen den Rotorringscheiben 16 befinden sich die Statorringscheiben 17. Die Statorringe 6 tragen die Statorringscheiben 17; vorzugsweise sind sie einstückig ausgebildet. Die Statorringscheiben 17 sind stirnseitig mit spiralförmigen Vorsprüngen 18 und entsprechenden Nuten 19 ausgerüstet (vgl. Figur 2). Die spiralförmige Gestaltung ist jeweils so gewählt, daß eine kontinuierliche Gasströmung vom Einlaß 12 zum Auslaß 13 sichergestellt ist, d.h. daß beim dargestellten Ausführungsbeispiel die oberhalb einer Statorringscheibe 6 befindlichen pumpaktiven Flächen der Siegbahnstufen die Gase von außen nach innen und die unterhalb einer Statorringscheibe 6 befindlichen pumpaktiven Flächen der Siegbahnstufen die Gase von innen nach außen fördern. Es sind jeweils drei spiralförmige Nuten bzw. Vorsprünge vorgesehen, die sich jeweils über etwa 360° erstrecken. Die Anzahl, Tiefe, Breite und Steigung der Spiralen bestimmt die Pumpeigenschaften des aus Siegbahnstufen bestehenden Pumpenabschnittes. Durch Austauschen von Statorringscheiben 17 mit geeignet gestalteten Spiralen können die Pumpeigenschaften unterschiedlichen Einsatzbedingungen angepaßt werden.

[0011] Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 1 fördert die letzte druckseitige Siegbahn-Stufe die Gase von außen nach innen. Von dort aus gelangen sie in eine für den Zwischenbereich zwischen Molekularströmung und viskoser Strömung besonders geeignete Pumpenstufe, die nach Art einer Kreiselrad-Arbeitsmaschine ausgebildet ist. Diese umfaßt am Rotor 8 befestigte, in Bezug auf die Drehrichtung (Pfeil 21 in Figur 3) nach hinten gekrümmte, sich im wesentlichen axial erstreckende Laufschaufeln 22. Diesen sind Kreiselrad-Arbeitsmaschine Leitschaufeln 23 zugeordnet, die vom Statorring 7 getragen werden. Die Leitschaufeln 23 bilden Strömungskanäle 24, die etwa senkrecht zu den äußeren Bereichen der Laufschaufeln angeordnet sind und vom Gas in etwa radialer Richtung nach außen durchströmt werden. Im äußeren Bereich sind die Strömungskanäle 24 mit Öffnungen 25 versehen, durch die die Gase zur Vorvakuumseite der Pumpe gelangen. In Figur 1 ist der Strömungsweg der Gase durch den Pfeil 26 gekennzeichnet.

[0012] Beim in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel fördert die erste auf die Turbomolekularpumpenstufen folgende Siegbahnstufe die Gase von außen nach innen. Die der Statorringscheibe 17 der ersten Siegbahnstufe vorgelagerte Rotorringscheibe 16 hat einen kleineren Durchmesser als die übrigen Rotorringscheiben 16 und trägt an ihrem Umfang gegenüber den übrigen Rotorscheaufeln 15 verkürzte Schaufeln 27. Dadurch ist ein möglichst störungsfreier Übergang zwischen den verschiedenen Pumpenabschnitten gewährleistet. Für den Fall, daß die erste Siegbahnstufe die Gase von innen nach außen fördern soll, kann eine ent-

sprechend gestaltete erste Statorringscheibe 17 mit gegenüber den übrigen Scheiben vergrößertem Innendurchmesser vorgesehen sein, die an ihrer Innenseite verkürzte Statorschaufeln trägt.

[0013] Auch beim Ausführungsbeispiel nach Figur 4 sind hochvakuum- bzw. einlaßseitig zunächst ein Turbomolekularpumpenabschnitt und daran anschließend ein Siegbahn-Pumpenabschnitt vorgesehen. Die sich an den Siegbahn-Pumpenabschnitt anschließende, vorvakuumseitige Pumpstufe ist nach Art einer Seitenkanalpumpe ausgebildet. Dazu sind in den einander zugewandten, sich radial erstreckenden Oberflächen der letzten Rotorringscheibe 28 (Fig. 5) und der letzten Statorringscheibe 29 (Fig. 6) im Querschnitt etwa halbrund gestaltete, einander zugewandte, im wesentlichen kreisförmige Nuten 31, 32 vorgesehen. Die saugseitig angeordnete rotierende Nut 31 ist mit einer Vielzahl von Querstegen 33 ausgerüstet. Die druckseitig angeordnete, feststehende Nut 32 hat in Bezug auf die geförderten Gase einen Einlaß 34 und einen Auslaß 35. Ihr Einlaß 34 ist ein sich radial nach außen erstreckender Nutabschnitt, der die durch den peripheren Pumpspalt zwischen Ringscheibe 27 und Stator 4 strömenden Gase aufnimmt. Der Auslaß 35 ist eine sich im wesentlichen axial erstreckende Bohrung, welche die Nut 32 mit dem Vorvakuumraum verbindet. Einlaß 34 und Auslaß 35 liegen unmittelbar nebeneinander und sind durch einen Steg (36) voneinander getrennt, um Rückströmungen zu vermeiden. Eine Aufteilung der Nut 32 in zwei oder mehr Nutabschnitte, jeweils mit einem Einlaß 34 und einem Auslaß 35, ist möglich.

[0014] Beim Ausführungsbeispiel nach den Figuren 7 und 8 stützt sich die Welle 10 über ihre Lager 9 zunächst auf der Innenseite eines hülsenförmigen Trägers 41 ab. Das obere Ende des Trägers 41 ist mit einem Kragen 42 ausgerüstet. Das untere Ende des Trägers ragt in eine Ausnehmung 43 eines Gehäusebauteiles 44 hinein, welche nur einen geringfügig größeren Durchmesser hat als der Außendurchmesser des Trägers 41. Ein O-Ring 45 zwischen dem Träger 41 und der Innenseite der Ausnehmung 43 sichert die zentrische Position des Trägers 41. Zur Abstützung des Trägers 41 im Gehäuse 2 sind drei sich im wesentlichen axial erstreckende Stäbe 46 vorgesehen, die am Kragen 42 und am Gehäusebauteil 44 befestigt sind. Führt ein in dieser Weise aufgehängter Rotor 8 infolge von Stößen oder beim Durchfahren von Resonanzen Schwingungen aus, dann sind die Amplituden sehr klein und ausschließlich radial gerichtet. Der O-Ring 45 wirkt bei Schwingungen dieser Art als Dämpfungselement. Dadurch können die Pumpspalte zwischen den pumpaktiven Flächen, insbesondere zwischen den Stator- und Rotorringscheiben der Siegbahnstufen, sehr klein ausgebildet und damit eine sehr gute Pumpenwirkung erzielt werden.

[0015] Fig. 9 zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine Pumpe nach der Erfindung, bei der sich der Rotor auf einem feststehenden Zapfen 51 des Gehäuses 2

abstützt und der Antriebsmotor 11 als Außenläufermotor ausgebildet ist. Zur Befestigung der Stäbe 46 ist der Zapfen 51 an seinem oberen Ende mit einem Kragen 52 ausgerüstet. Der hülsenförmige Träger 41 weist an seinem unteren Ende einen nach innen gerichteten Rand 53 auf. Zwischen Kragen 52 und Rand 53 erstrecken sich die Stäbe 46.

[0016] Im übrigen schließt sich an den Siegbahn-Pumpenabschnitt druckseitig ein Holweckpumpenabschnitt an, der aus dem Statorring 55 mit den wendelförmig gestalteten Vorsprüngen 56 und der Außenseite des zylindrischen Rotorabschnittes 57 besteht. Dieser trägt auf seiner Innenseite den Motorrotor.

[0017] An den Holweckpumpenabschnitt schließt sich noch ein Gaedepumpenabschnitt an. Dieser umfaßt statorseitig den Statorring 60 mit zwei umlaufenden Stegen 61, 62, welche die Nut 63 bilden, und rotorseitig den entsprechend verlängerten Rotorabschnitt 57. Den Einlaß in die Gaedepumpenstufen bilden eine oder mehrere Öffnungen 64 (vgl. auch Fig. 10) im oberen Steg 61. Diese liegen unmittelbar neben einem oder mehreren feststehenden, in die Nut 63 hineinragenden Vorsprüngen 65, die mit dem Rotor 57 den Sperrspalt 66 bilden. Die Auslaßöffnung(en) 67 befinden sich im unteren Steg 62 und münden in den Vorvakuumraum der Pumpe 1. Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 10 ist die Nut 63 in zwei Abschnitte aufgeteilt. Es sind zwei parallel zueinander angeordnete Gaedepumpenstufen vorgesehen. Sie weisen jeweils die Einlaßöffnung 64 sowie die Auslaßöffnungen 67 auf und erstrecken sich jeweils über etwa 180°. Der Pfeil 68 kennzeichnet die Drehrichtung des Rotors 57.

[0018] Bei den Ausführungen nach den Figuren 11 und 12 ist die Nut 63 nicht mehr ringförmig gestaltet. Durch entsprechende Wahl der Nut-Tiefe (oder auch Nut-Breite) haben die sich zwischen Einlaß 64 und Auslaß 67 erstreckenden Abschnitte der Nut 63 einen abnehmenden (Fig. 11) bzw. ständig wechselnden (Fig. 12) Querschnitt. Dadurch wird der gewünschte Druckaufbau erzielt. Bei der Ausführung nach Fig. 12 sind mehrere Kammern 69 vorhanden, in denen nacheinander ein relativ langsamer Druckaufbau und eine relativ schnelle Expansion stattfinden. Der Druck nimmt von Kammer zu Kammer zu.

[0019] Die Figuren 13 bis 18 zeigen Ausführungsformen für Siegbahnstufen, die mit Gaedestufen kombiniert sind. Die Außendurchmesser der rotierenden Ringscheiben 17 sind dazu derart gewählt, daß zwischen ihrer Peripherie und dem sie umgebenden Stator 4 jeweils ein äußerer Ringraum 71, 72 vorhanden ist. Weiterhin ist der Innendurchmesser der Statorringscheiben 15 derart gewählt, daß jeweils ein innerer Ringraum 73, 74 vorhanden ist. Aus Figur 13, welche eine Draufsicht auf eine Statorringscheibe mit zwei spiralförmigen Nuten 19 zeigt, ist ersichtlich, daß sich in den Ringräumen 71, 72 feststehende Vorsprünge 75, 76 bzw. 77, 78 befinden, die gemeinsam mit dem Außenumfang der Rotorringscheiben 16 bzw. dem

rotierenden Zentralteil (z.B. Rotor 8 oder Welle 10) Sperrspalte 79, 80 bilden.

[0020] Während des Betriebs dreht sich der Rotor in Richtung des Pfeiles 81 (Fig. 13). Diese Drehung bewirkt ein Mitreißen der Gasmoleküle in den beiden Abschnitten des Ringraumes 71 in Richtung der Pfeile 82, 83 (Gaedepumpeffekt).

[0021] Infolge des Vorhandenseins der Vorsprünge 75, 76 werden die Gase in die spiralförmigen Nuten nach innen gefördert (Siegbahnpumpeffekt) und gelangen dort in die Abschnitte des Ringraumes 73. Dort werden sie in Richtung der Pfeile 84, 85 mitgerissen und gelangen auf der Unterseite der in Figur 13 in Draufsicht dargestellten Statorringscheibe 16 in die Nuten 19, welche derart ausgebildet sind, daß sie die Gase wieder nach außen fördern.

[0022] Beim Ausführungsbeispiel nach den Figuren 16 bis 18 sind die pumpaktiven Oberflächen dadurch vergrößert worden, daß die Höhe der äußeren Ringräume 71, 72 größer gewählt worden ist als die Dicke der rotierenden Scheiben 17 und daß die Scheiben 17 mit ihren äußeren Rändern in die Ringräume 71, 72 hineinragen. Die Vorsprünge 75, 76 müssen bei dieser Lösung U-förmig gestaltet sein (fig. 18). Auch innerhalb der inneren Ringräume kann die pumpwirksame Oberfläche vergrößert werden, wenn der rotierende Zentralteil mit Vorsprüngen ausgerüstet ist. Ein Beispiel für einen ringförmig gestalteten Vorsprung 86 ist in Figur 17 gestrichelt eingezeichnet.

[0023] Die beschriebenen und in den Figuren 13 bis 18 dargestellten Lösungen für kombinierte Gaede-/Siegbahnstufen können anstelle der in den Pumpen nach den Figuren 1, 4 und 7 wirksamen Siegbahnstufen vorhanden sein. Besonders geeignet sind die kombinierten Stufen jedoch für in der Nähe der Vorvakuumseite befindliche Pumpenabschnitte. Die Anzahl der in den jeweiligen Ringräumen 71 bis 74 vorhandener Sperrspalte ist beliebig. Sie ist der Anzahl und der Ausbildung der auf den Statorringscheiben befindlichen Nuten 19 anzupassen.

Patentansprüche

1. Reibungsvakuumpumpe (1) mit unterschiedlich gestalteten Pumpenabschnitten, von denen der einlaßseitige Pumpenabschnitt aus Turbomolekularpumpenstufen (14, 15) und ein weiterer Pumpenabschnitt aus Siegbahnstufen (16, 17) mit jeweils spiralförmig gestalteten Nuten (19) besteht, wobei die pumpaktiven Flächen der Siegbahnstufen jeweils von den einander zugewandten Flächen einer Rotor- und einer Statorringscheibe (16, 17) gebildet werden, dadurch gekennzeichnet, dass die erste der Ringscheiben (16, 17) der Siegbahnstufen eine Rotorringscheibe (16) ist, dass diese erste Rotorringscheibe einen kleineren Durchmesser hat als die weiteren Rotorringscheiben (16) und dass sie an ihrem Umfang gegenüber den übrigen Rotor-

- schaufeln (15) der Turbomolekularpumpenstufen (14, 15) verkürzte Rotorschaukeln (27) trägt.
2. Reibungsvakuumpumpe (1) mit unterschiedlich gestalteten Pumpenabschnitten, von denen der einlaßseitige Pumpenabschnitt aus Turbomolekularpumpenstufen (14, 15) und ein weiterer Pumpenabschnitt aus Siegbahnstufen (16, 17) mit jeweils spiralförmig gestalteten Nuten (19) besteht, wobei die pumpaktiven Flächen der Siegbahnstufen jeweils von den einander zugewandten Flächen einer Rotor- und einer Statorringscheibe (16, 17) gebildet werden, dadurch gekennzeichnet, dass die erste der Ringscheiben (16, 17) der Siegbahnstufen eine Statorringscheibe (17) ist, dass diese erste Statorringscheibe einen größeren Innendurchmesser hat als die weiteren Statorringscheiben (17) und dass sie an ihrer Innenseite gegenüber den übrigen Statorschaufeln (14) der Turbomolekularpumpenstufen (14, 15) verkürzte Statorschaufeln trägt.
 3. Pumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils die Statorringscheiben (16) mit den spiralförmigen Nuten (19) ausgerüstet sind.
 4. Pumpe nach Anspruch 1, 2, oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass sich an den aus den Siegbahnstufen (16, 17) bestehenden Pumpenabschnitt ein oder mehrere weitere Pumpenabschnitte anschließen, die für den Zwischenbereich zwischen Molekularströmung und viskoser Strömung geeignet sind.
 5. Pumpe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der oder die weiteren Pumpenabschnitte nach Art einer Kreiselrad-Arbeitsmaschine, Seitenkanalpumpe, Holweckpumpe, Gaedepumpe oder dergleichen ausgebildet ist.
 6. Pumpe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die letzte, vorvakuumseitige Pumpenstufe rotorseitige Laufschaufeln (22) und statorseitige Leitschaufeln (23) umfassen, wobei die Leitschaufeln (23) Strömungskanäle (24) bilden, die mit zur Vorvakuumseite gerichteten Öffnungen (25) ausgerüstet sind.
 7. Pumpe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die letzte, vorvakuumseitige Pumpenstufe nach Art einer Seitenkanalpumpe ausgebildet ist, dass eine Rotorringscheibe (28) und eine Statorringscheibe (29) vorgesehen sind, dass in die einander zugewandten Oberflächen der Rotorringscheibe (28) und der Statorringscheibe (29) einander zugewandte Nuten (31, 32) vorgesehen und als Bestandteile der Seitenkanalpumpe ausgebildet sind.
 8. Pumpe nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Nuten (31, 32) im wesentlichen kreisförmig gestaltet sind und dass ein oder mehrere Nutabschnitte jeweils eine Seitenkanalpumpenstufe bilden.
 9. Pumpe nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass zwei konzentrisch zueinander angeordnete Nutenpaare vorgesehen sind und Seitenkanalpumpenstufen bilden.
 10. Pumpe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der vorvakuumseitige Pumpenabschnitt aus einer oder mehreren Gaedepumpenstufen besteht.
 11. Pumpe nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass zwei parallel zueinander angeordnete, sich radial erstreckende Stege (61, 62) gemeinsam mit einem zylindrischen Rotorabschnitt (57) eine oder mehrere Gaedepumpenstufen bilden, indem die von den Stegen (61, 62) gebildete Nut (63) mit ein oder mehreren Einlass- bzw. Auslassöffnungen (64, 67) und einem oder mehreren Vorsprüngen (65) zur Bildung eines oder mehrere Sperrspalte (66) ausgerüstet sind.
 12. Pumpe nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Nut (63) oder ein sich von einem Einlass (64) zu einem Auslass (67) erstreckender Abschnitt der Nut (63) einen kontinuierlich abnehmenden Querschnitt hat.
 13. Pumpe nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Nut (63) oder ein sich vom Einlass (64) zum Auslass (67) erstreckender Abschnitt der Nut (63) einen ständig wechselnden Querschnitt hat.
 14. Pumpe nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Querschnitt der Nut (63) oder eines Abschnittes der Nut (63) derart gestaltet ist, dass nacheinander mehrfach ein relativ langsamer Druckaufbau und eine relativ schnelle Expansion stattfinden.
 15. Pumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der Siegbahnstufen (16, 17) mit einer Gaedestufe kombiniert ist.
 16. Pumpe nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Rotorringscheibe (17) mit dem Stator (4) einen äußeren Ringraum (71, 72) bildet, der insgesamt oder abschnittsweise als Gaedepumpenstufe mit einem oder mehreren Vorsprüngen (75, 76) ausgebildet ist.
 17. Pumpe nach Anspruch 15 oder 16, dadurch

gekennzeichnet, dass mindestens eine Statorringscheibe (16) mit dem Rotor (8) einen Ringraum (73, 74) bildet, der insgesamt oder abschnittsweise als Gaedepumpenstufe ausgebildet ist.

5

18. Pumpe nach einem der Ansprüche 15, 16, 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Höhe der äußeren Ringräume (71, 72) größer ist als die Dicke der Rotorringscheiben (17) und dass die Scheiben (17) mit ihren äußeren Rändern in die Ringräume (71, 72) hineinragen.

10

19. Pumpe nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (8) im Bereich der inneren Ringräume (73, 74) mit Mitteln (86) zur Vergrößerung der pumpaktiven Oberfläche ausgerüstet ist.

15

20. Pumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Rotor (8) über Lager (9) auf der Innenseite eines hülsenförmigen Trägers (41) abstützt und dass sich der Träger (41) seinerseits über mehrere, vorzugsweise drei sich im wesentlichen axial erstreckende Stäbe (46) im Gehäuse (2) abstützt.

20

25

Claims

1. Friction vacuum pump (1) with differently shaped pump sections, of which the pump section on the inlet side consists of turbomolecular pump stages (14, 15) and another pump section consists of Siegbahn stages (16, 17) with spirally shaped grooves (19) in each case, the active pumping faces of the Siegbahn stages being formed, in each case, by those faces of an annular rotor disc and annular stator disc (16, 17) that face one another, characterised in that the first of the annular discs (16, 17) of the Siegbahn stages is an annular rotor disc (16), that the said first annular rotor disc has a smaller diameter than the other annular rotor discs (16), and that it carries, on its periphery, rotor blades (27) which are shortened compared with the rest of the rotor blades (15) of the turbomolecular pump stages (14, 15).
2. Friction vacuum pump (1) with differently shaped pump sections, of which the pump section on the inlet side consists of turbomolecular pump stages (14, 15) and another pump section consists of Siegbahn stages (16, 17) with spirally shaped grooves (19) in each case, the active pumping faces of the Siegbahn stages being formed, in each case, by those faces of an annular rotor disc and annular stator disc (16, 17) that face one another, characterised in that the first of the annular discs (16, 17) of the Siegbahn stages is an annular stator disc (17), that the said first annular stator disc has a

30

35

40

45

50

55

larger internal diameter than the other annular stator discs (17), and that it carries, on its inner side, stator blades which are shortened compared with the rest of the stator blades (14) of the turbomolecular pump stages (14, 15).

3. Pump according to claim 1 or 2, characterised in that the annular stator discs (16) are furnished with the spiral grooves (19) in each case.
4. Pump according to claim 1, 2 or 3, characterised in that the pump section consisting of the Siegbahn stages (16, 17) is adjoined by one or more other pump sections which are suitable for the intermediate range between molecular flow and viscous flow.
5. Pump according to claim 4, characterised in that the other pump section or sections is/are constructed after the fashion of an impeller-type working machine, side-channel pump, Holweck pump, Gaede pump or the like.
6. Pump according to claim 5, characterised in that the last pump stage on the fore-vacuum side comprises moving blades (22) on the rotor side and guide blades (23) on the stator side, the said guide blades (23) forming flow channels (24) which are furnished with apertures (25) directed towards the fore-vacuum side.
7. Pump according to claim 5, characterised in that the last pump stage on the fore-vacuum side is constructed after the fashion of a side-channel pump, that an annular rotor disc (28) and an annular stator disc (29) are provided, that grooves (31, 32) which face one another are provided in those surfaces of the annular rotor disc (28) and annular stator disc that face one another, and the said grooves are constructed as components of the side-channel pump.
8. Pump according to claim 7, characterised in that the grooves (31, 32) are essentially circularly shaped, and that one or more groove sections, in each case, form a side-channel pump stage.
9. Pump according to claim 7 or 8, characterised in that two pairs of grooves, which are disposed so as to be concentric with one another, are provided and form side-channel pump stages.
10. Pump according to claim 5, characterised in that the pump section on the fore-vacuum side consists of one or more Gaede pump stages.
11. Pump according to claim 10, characterised in that two webs (61, 62), which are disposed parallel to one another and extend radially, form, jointly with a

cylindrical rotor section (57), one or more Gaede pump stages, through the fact that the groove (63) formed by the webs (61, 62) is furnished with one or more inlet or outlet apertures (64, 67) and one or more projections (65) for forming one or more isolation gaps (66).

12. Pump according to claim 11, characterised in that the groove (63), or a section of the said groove (63) that extends from an inlet (64) to an outlet (67), has a continuously decreasing cross-section. 10
13. Pump according to claim 11, characterised in that the groove (63), or a section of the said groove (63) that extends from the inlet (64) to the outlet (67), has a constantly changing cross-section. 15
14. Pump according to claim 13, characterised in that the cross-section of the groove (63), or of a section of the said groove (63), is shaped in such a way that a relatively slow pressure build-up and a relatively rapid expansion take place one after the other repeatedly. 20
15. Pump according to one of the preceding claims, characterised in that at least one of the Siegbahn stages (16, 17) is combined with a Gaede stage. 25
16. Pump according to claim 15, characterised in that at least one annular rotor disc (17) forms, with the stator (4), an outer annular space (71, 72) which, as a whole or in sections, is constructed as a Gaede pump stage with one or a number of projections (75, 76). 30
17. Pump according to claim 15 or 16, characterised in that at least one annular stator disc (16) forms, with the rotor (8), an annular space (73, 74) which, as a whole or in sections, is constructed as a Gaede pump stage. 35 40
18. Pump according to one of claims 15, 16, 17, characterised in that the height of the outer annular spaces (71, 72) is greater than the thickness of the annular rotor discs (17), and that the discs (17) project with their outer rims into the annular spaces (71, 72). 45
19. Pump according to one of claims 15 to 18, characterised in that the rotor (8) is furnished, in the region of the inner annular spaces (73, 74), with means (86) for enlarging the active pumping surface. 50
20. Pump according to one of the preceding claims, characterised in that the rotor (8) is supported on the inner side of a sleeve-shaped carrier (41) via bearings (9), and that the said carrier (41), for its part, is supported in the housing (2) via a number of

bars (46), preferably three, which extend essentially axially.

Revendications

1. Pompe à vide à friction (1) comprenant des tronçons de pompe conçus de manière différente, parmi lesquels le tronçon de pompe du côté entrée est constitué par des étages de pompe turbomoléculaire (14, 15) et un autre tronçon de pompe est constitué par des étages de Siegbahn (16, 17) avec des gorges (19) respectivement conçues sous forme spiralée, dans laquelle les surfaces actives de pompage des étages de Siegbahn sont formées respectivement par les surfaces tournées l'une vers l'autre d'un disque annulaire de rotor et d'un disque annulaire de stator (16, 17), caractérisée en ce que le premier des disques annulaires (16, 17) des étages de Siegbahn est un disque annulaire de rotor (16), en ce que ce premier disque annulaire de rotor présente un plus petit diamètre que les autres disques annulaires de rotor (16), et en ce qu'elle porte à sa périphérie des pales de rotor (27) raccourcies vis-à-vis des autres pales de rotor (15) des étages de pompe turbomoléculaire (14, 15).
2. Pompe à vide à friction (1) comprenant des tronçons de pompe conçus de manière différente, parmi lesquels le tronçon de pompe du côté entrée est constitué par des étages de pompe turbomoléculaire (14, 15) et un autre tronçon de pompe est constitué par des étages de Siegbahn (16, 17) avec des gorges (19) respectivement conçues sous forme spiralée, dans laquelle les surfaces actives de pompage des étages de Siegbahn sont formées respectivement par les surfaces tournées l'une vers l'autre d'un disque annulaire de rotor et d'un disque annulaire de stator (16, 17), caractérisée en ce que le premier des disques annulaires (16, 17) des étages de Siegbahn est un disque annulaire de stator (17), en ce que ce premier disque annulaire de stator présente un plus grand diamètre intérieur que les autres disques annulaires de stator (17), et en ce qu'elle porte sur son côté intérieur des pales de stator raccourcies vis-à-vis des autres pales de stator (14) des étages de pompe turbomoléculaire (14, 15).
3. Pompe selon l'une ou l'autre des revendications 1 et 2, caractérisée en ce que les disques annulaires de stator (16) sont respectivement pourvus des gorges de forme spiralée (17).
4. Pompe selon l'une des revendications 1, 2 et 3, caractérisée en ce que le tronçon de pompe constitué par les étages de Siegbahn (16, 17) est suivi d'un ou plusieurs autres tronçons de pompe qui sont appropriés pour la zone intermédiaire entre

l'écoulement moléculaire et l'écoulement visqueux.

5. Pompe selon la revendication 4, caractérisée en ce que le ou les autres tronçons de pompe sont réalisés à la manière d'un moteur à roue centrifuge, d'une pompe à canal latéral, d'une pompe de Holweck, d'une pompe de Gaede, ou similaire.
6. Pompe selon la revendication 5, caractérisée en ce que les derniers étages de pompe, du côté vide préliminaire, comprennent des pales mobiles (22) côté rotor et des pales de guidage (23) côté stator, lesdites pales de guidage (23) formant des canaux d'écoulement qui sont pourvus d'ouvertures (25) dirigées vers le côté vide préliminaire.
7. Pompe selon la revendication 5, caractérisée en ce que le dernier étage de pompe, du côté vide préliminaire, est réalisé à la manière d'une pompe à canal latéral, en ce qu'il est prévu un disque annulaire de rotor (28) et un disque annulaire de stator (29), en ce qu'il est prévu des gorges (31, 32) dans les surfaces tournées l'une vers l'autre du disque annulaire de rotor (28) et du disque annulaire de stator (29), et en ce que lesdites gorges sont réalisées comme faisant partie de la pompe à canal latéral.
8. Pompe selon la revendication 7, caractérisée en ce que les gorges (31, 32) sont conçues essentiellement sous forme circulaire, et en ce qu'un ou plusieurs tronçons de gorge forment respectivement un étage de pompe à canal latéral.
9. Pompe selon l'une ou l'autre des revendications 7 et 8, caractérisée en ce qu'il est prévu deux paires de gorges agencées de façon concentrique l'une par rapport à l'autre, et forment des étages de pompe à canal latéral.
10. Pompe selon la revendication 5, caractérisée en ce que le tronçon de pompe côté vide préliminaire est constitué par un ou plusieurs étages de pompe de Gaede.
11. Pompe selon la revendication 10, caractérisée en ce que deux barrettes (61, 62) agencées parallèlement l'une à l'autre et s'étendant radialement forment, conjointement avec un tronçon de rotor cylindrique (57), plusieurs étages de pompe de Gaede, du fait que la gorge formée par les barrettes (61, 62) est pourvue d'une ou plusieurs ouvertures d'entrée ou de sortie (64, 67), et d'une ou plusieurs saillies (65), afin de former une ou plusieurs fentes de blocage (66).
12. Pompe selon la revendication 11, caractérisée en ce que la gorge (63), ou bien un tronçon de gorge

(63) qui s'étend depuis une entrée (64) jusqu'à une sortie (67), présente une section transversale qui diminue en continu.

13. Pompe selon la revendication 11, caractérisée en ce que la gorge (63), ou bien un tronçon de gorge (63) qui s'étend depuis une entrée (64) jusqu'à une sortie (67), présente une section transversale constamment variable.
14. Pompe selon la revendication 13, caractérisée en ce que la section transversale de la gorge (63), ou bien d'un tronçon de la gorge (63) est ainsi conçue qu'il se produit en succession et plusieurs fois une montée en pression relativement lente et une expansion relativement rapide.
15. Pompe selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'un au moins des étages de Siegbahn (16, 17) est combiné avec un étage de Gaede.
16. Pompe selon la revendication 15, caractérisée en ce qu'au moins un disque annulaire de rotor (17) forme conjointement avec le stator (4) une chambre annulaire extérieure (71, 72), laquelle est réalisée dans son ensemble ou par tronçons sous forme d'un étage de pompe de Gaede avec une ou plusieurs saillies (75, 76).
17. Pompe selon l'une ou l'autre des revendications 15 et 16, caractérisée en ce qu'un disque annulaire de stator (16) au moins forme, conjointement avec le rotor (8), une chambre annulaire (73, 74), laquelle est réalisée dans son ensemble ou par tronçons sous forme d'un étage de pompe de Gaede.
18. Pompe selon l'une des revendications 15, 16 et 17, caractérisée en ce que la hauteur des chambres annulaires extérieures (71, 72) est supérieure à l'épaisseur des disques annulaires de rotor (17), et en ce que les disques (17) pénètrent avec leurs bordures extérieures dans les chambres annulaires (71, 72).
19. Pompe selon l'une des revendications 15 à 18, caractérisée en ce que le rotor (8) est pourvu, dans la région des chambres annulaires intérieures (73, 74), de moyens (86) pour augmenter la surface active de pompage.
20. Pompe selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le rotor (8) s'appuie par l'intermédiaire de paliers (9) sur la face intérieure d'un support (41) en forme de douille, et en ce que le support (41) s'appuie de son côté dans le boîtier (2) à l'aide de plusieurs tiges (46), de préférence au nombre de trois, qui s'étendent essentiellement

axialement.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55















