



(11) **EP 1 078 166 B2**

(12) **NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

- (45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:  
**05.09.2007 Patentblatt 2007/36**
- (45) Hinweis auf die Patenterteilung:  
**11.06.2003 Patentblatt 2003/24**
- (21) Anmeldenummer: **98946450.8**
- (22) Anmeldetag: **11.09.1998**
- (51) Int Cl.:  
**F04D 19/04<sup>(2006.01)</sup> F04D 17/16<sup>(2006.01)</sup>**
- (86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP1998/005802**
- (87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 1999/060275 (25.11.1999 Gazette 1999/47)**

- (54) **REIBUNGSVAKUUMPUMPE MIT STATOR UND ROTOR**  
FRICTION VACUUM PUMP WITH A STATOR AND A ROTOR  
POMPE A VIDE A FRICTION DOTEE D'UN STATOR ET D'UN ROTOR

- |   |   |
|---|---|
| <p>(84) Benannte Vertragsstaaten:<br/><b>DE FR GB IT</b></p> <p>(30) Priorität: <b>14.05.1998 DE 19821634</b></p> <p>(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:<br/><b>28.02.2001 Patentblatt 2001/09</b></p> <p>(73) Patentinhaber: <b>Leybold Vacuum GmbH</b><br/><b>50968 Köln (DE)</b></p> <p>(72) Erfinder:<br/>• <b>BEYER, Christian</b><br/><b>D-50765 Köln (DE)</b><br/>• <b>ADAMIETZ, Ralf</b><br/><b>D-42929 Wermelskirchen (DE)</b><br/>• <b>HENRY, Markus</b><br/><b>D-53501 Grafschaft (DE)</b><br/>• <b>SCHÜTZ, Günter</b><br/><b>D-50679 Köln (DE)</b></p> | <p>• <b>ENGLÄNDER, Heinrich</b><br/><b>D-52441 Linnich (DE)</b><br/>• <b>WALTER, Gerhard, Wilhelm</b><br/><b>D-50269 Kerpen (DE)</b><br/>• <b>FISCHER, Hans-Rudolf</b><br/><b>D-50374 Erftstadt (DE)</b></p> <p>(74) Vertreter: <b>Leineweber, Jürgen</b><br/><b>Aggerstrasse 24</b><br/><b>50859 Köln (DE)</b></p> <p>(56) Entgegenhaltungen:<br/><b>EP-A- 0 603 694 DE-A- 1 809 902</b><br/><b>DE-A1- 2 442 614 US-A- 3 189 264</b><br/><b>US-A- 3 628 894</b></p> <p>• <b>"Vakuumtechnik-Grundlagen und Anwendungen", S. 77, Carl Hanser Verlag München-Wien, 1991</b></p> |
|---|---|

**EP 1 078 166 B2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf eine Reibungsvakuumpumpe mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Aus der DE-A-43 31 589 (korrespondierende Dokumente: EP 603 694 A1 und US 57 33 104 A) ist eine Reibungsvakuumpumpe dieser Art bekannt. Sie dient vorzugsweise der Evakuierung von Korpuskular-Strahlgeräten (z.B. Massenspektrometern) mit durch Blenden voneinander getrennten Kammern, in denen während des Betriebs des Korpuskular-Strahlgerätes unterschiedliche Drücke herrschen sollen. Es ist an sich bekannt, zur Erzeugung dieser Drücke separate Vakuumpumpen zu verwenden.

**[0003]** Die DE-A-43 31 589 offenbart, mit Hilfe nur eines Vakuumpumpensystems die verschiedenen vom Korpuskular-Strahlgerät benötigten Drücke zu erzeugen. Das Pumpsystem umfasst zwei Turbomolekular- und eine Molekular(Holweck)-Pumpstufe. Diese Pumpstufen sind axial hintereinander angeordnet. Jede Pumpstufe weist einen Gaseinlass (stirnseitige Gasdurchtrittsfläche) auf, der über Anschlussmittel mit der zugehörigen Kammer der zu evakuierenden Einrichtung verbunden wird. Als Anschlussmittel dienen bei der Lösung nach der DE-A-34 31 589 das Gehäuse selbst und ein seitlich angeordnetes Zusatzgehäuse. Das Gehäuse selbst ist mit einer stirnseitig gelegenen Anschlussöffnung für die Verbindung des Gaseinlasses der ersten Pumpstufe mit der zu evakuierenden Einrichtung ausgerüstet. Im Zusatzgehäuse sind Verbindungsleitungen vorgesehen, die die zugehörigen Einlässe der weiteren Pumpstufen mit weiteren Anschlussöffnungen verbinden. Diese werden ihrerseits jeweils mit den zugehörigen Kammern in der zu evakuierenden Einrichtung verbunden. Da die Anschlussöffnungen im Zusatzgehäuse mit der Anschlussöffnung der ersten Pumpstufe in einer gemeinsamen Ebene (senkrecht zur Rotorachse) liegen, müssen die im Zusatzgehäuse befindlichen Verbindungsleitungen relativ lang sein. Dadurch ergeben sich relativ große Leitwertverluste in den Verbindungsleitungen, was insbesondere dann von Nachteil ist, wenn gerade im Bereich eines Zwischenanschlusses ein hohes Saugvermögen erwünscht ist.

**[0004]** Zum Stand der Technik gehört außerdem der Inhalt der Dokumente DE 18 09 102 A1, US 31 89 264 A und US 36 28 894 A. Offenbart sind Turbomolekular- bzw. Molekularpumpen mit jeweils nur einer saugseitig gelegenen Anschlussöffnung.

**[0005]** Die DE 24 42 614 offenbart eine Reibungsvakuumpumpe nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0006]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Reibungsvakuumpumpe der eingangs erwähnten Art so zu gestalten, dass das Saugvermögen der Zwischenstufen nicht durch hohe Leitwertverluste in Verbindungsleitungen beeinträchtigt ist.

**[0007]** Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 ge-

löst.

**[0008]** Durch diese Merkmale ist sichergestellt, dass auch der Abstand zwischen dem jeweiligen Gaseinlass der Zwischenstufen und den zugehörigen Anschlussöffnungen möglichst klein ist. Leitwertverluste sind niedrig. Das im Bereich des Gaseinlasses aller Pumpstufen wirk-  
5  
same Saugvermögen steht nahezu unverändert auch im Bereich der zugehörigen Anschlussöffnungen zur Verfügung.

**[0009]** Die Verwirklichung der Maßnahmen nach der Erfindung hat zwar zur Folge, dass die zu fördernden Gase im Einlassbereich der ersten Pumpstufe, also gerade dort, wo der Druck am niedrigsten ist, umgelenkt werden müssen. Der dadurch bewirkte Leitwertverlust  
10  
kann jedoch klein gehalten werden, da der Abstand zwischen dem Gaseinlass und der Ebene der Anschlussöffnung immer noch relativ klein ist und außerdem in diesem Bereich der Wahl größerer Durchmesser nichts im Wege steht. Außerdem gilt für die Mehrzahl der Applikationen,  
15  
dass besonders hohe Saugvermögenswerte im Bereich des Einlasses der ersten (hochvakuumseitigen) Pumpstufe nicht gefordert werden. Häufig besteht sogar die Notwendigkeit, das Saugvermögen an dieser Stelle zu drosseln.

**[0010]** Der wesentliche Zweck der ersten Pumpstufe liegt darin, für ein hohes Kompressionsverhältnis zu sorgen. Die für die erste Pumpstufe gewählten Schaufeleigenschaften (Anzahl der Turbostufen, Schaufelabstand, Neigungswinkel usw.) müssen dieser Funktion Rechnung tragen. Wesentlich ist eine Trennung der beiden Arbeitsdruckbereiche der beiden Pumpstufen. Ein hohes Saugvermögen wird in aller Regel erst an dem oder den Zwischeneinlässen gewünscht. Auch dieses Ziel kann  
30  
durch die Wahl besonderer Schaufelgeometrien erreicht werden. Durch die Anwendung der erfindungsgemäßen Maßnahmen ist gerade in diesem Bereich sichergestellt, dass Saugvermögensverluste weitestgehend vermieden sind.

**[0011]** Für das Saugvermögen einer Pumpstufe ist die Zugänglichkeit der Gasmoleküle zum Gaseinlass (wirksame Gasdurchtrittsfläche) maßgebend. Um dieses Ziel zu erreichen, ist es bei einer Zwischenstufe bekannt, zwischen der vorhergehenden Stufe und ihrem Gaseinlass einen größeren Abstand vorzusehen. Besonders vorteilhaft ist es, wenn dieser Abstand mindestens ein Viertel, vorzugsweise ein Drittel, des Durchmessers des Rotors beträgt.

**[0012]** Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sollen an Hand des in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiels erläutert werden.

**[0013]** In beiden Figuren sind die Pumpe selbst mit 1, ihr Gehäuse mit 2, ihr Statorsystem mit 3 und ihr Rotor-system mit 4 bezeichnet. Zum Rotorsystem gehört die Welle 5, die sich ihrerseits über die Lager 6, 7 im Lager-  
45  
gehäuse 8, verbunden mit dem Pumpengehäuse 2, abstützt. Im Lagergehäuse befindet sich außerdem noch der Antriebsmotor 9, 10. Die Drehachse des Rotorsystems 4 ist mit 15 bezeichnet.

**[0014]** Insgesamt sind drei Pumpstufen 12, 13, 14 vorgesehen, von denen zwei (12, 13) als Turbomolekularvakuumpumpstufen und eine (14) als Molekular(Holweck)-Pumpstufe ausgebildet sind. An die Molekularpumpstufe 14 schließt sich der Auslass der Pumpe 17 an.

**[0015]** Die erste, hochvakuumseitig gelegene Pumpstufe 12 besteht aus vier Paaren von Rotorscheufelreihen 21 und Statorscheufelreihen 22. Ihr Einlass, die wirk-same Gasdurchtrittsfläche, ist mit 23 bezeichnet. An die erste Pumpstufe 12 schließt sich die zweite Pumpstufe 13 an, die aus drei Paaren von je einer Statorscheufelreihe 22 und einer Rotorscheufelreihe 21 besteht. Ihr Einlass ist mit 28 bezeichnet.

**[0016]** Die zweite Pumpstufe 13 ist von der ersten Pumpstufe 12 beabstandet. Der gewählte Abstand (Höhe) a sichert die freie Zugänglichkeit der zu fördernden Gasmoleküle zum Gaseinlass 28. Zweckmäßig ist der Abstand a größer als ein Viertel, vorzugsweise größer als ein Drittel des Durchmessers des Rotorsystems 4.

**[0017]** Die sich daran anschließende Holweck-Pumpe umfasst einen rotierenden Zylinderabschnitt 29, dem außen und innen in bekannter Weise mit jeweils einer Gewindenut 30, 31 ausgerüstete Statorelemente 32, 33 gegenüberstehen.

**[0018]** Die rotor-seiten Teile der Pumpstufen 12, 13, 14, bilden eine Einheit, die im betriebsfertigen Zustand mit der Welle 5 verbunden ist. In Höhe des Zwischen- raumes zwischen den Pumpstufen 12 und 13 durchsetzt die Welle 5 eine zentrale Bohrung 25, so dass keine unmittelbare Verbindung zwischen dem Lagerraum und dem Zwischenraum besteht und damit die Gefahr der Rückdiffusion von Schmiermitteldämpfen beseitigt ist. Diesem Zweck dient auch die fliegende Lagerung des Rotorsystems 4. Auf hochvakuumseitig angeordnete Lagerungen mit den Leitwert beeinträchtigenden Bauteilen (Lagerträger) kann verzichtet werden. Durch eine glockenförmige Ausbildung des motornahen Teils des Rotor-systems 4 wird allerdings der Abstand der Lagerung 6, 7 vom Schwerpunkt des Rotors klein gehalten. Die Rückdiffusion von Schmiermitteldämpfen kann auch durch Einsatz von Magnetlagern vermieden werden, die an günstigerer Stelle angeordnet werden können.

**[0019]** Bei der Pumpe nach Figur 1, die kein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist, ist das Gehäuse 2 derart ausgebildet, dass die Ebenen sämtlicher Anschlussöffnungen 36, 37 parallel zur Rotorachse 15 liegen. Dadurch ist insbesondere der Abstand des Anschlusses 37 zum zugehörigen Gaseinlass 28 sehr klein, so dass das Saugvermögen der Pumpstufe 13 beeinträchtigende Leitwertverluste vernachlässigbar sind. Dieses würde auch für jeden weiteren Zwischenanschluss gelten, der stromabwärts vom Zwischenanschluss 37/28 gelegen wäre. Im übrigen überschreitet der Durchmesser der Anschlussöffnung 37 die Höhe a um etwa das Doppelte. Auch diese Maßnahme dient der Verringerung der Leitwertverluste zwischen Einlass 28 und Anschlussöffnung 37.

**[0020]** Die dargestellte Pumpe 1 bzw. ihre pumpwirk-

samen Elemente (Stator-, Rotorscheufeln, Gewindestufen) sind zweckmäßig derart ausgebildet, dass im Bereich der Anschlussöffnung 36 ein Druck von  $10^{-4}$  bis  $10^{-7}$ , vorzugsweise  $10^{-5}$  bis  $10^{-6}$ , und im Bereich der Anschlussöffnung 37 ein Druck von etwa  $10^{-2}$  bis  $10^{-4}$  mbar erzeugt wird. Dadurch ergibt sich für die erste Pumpstufe 12 die Notwendigkeit, für ein Kompressionsverhältnis von  $10^2$  bis  $10^4$ , vorzugsweise größer 100, zu sorgen. Mit der zweiten Pumpstufe soll ein hohes Saugvermögen erzeugt werden (z.B. 200 l/s). Die sich anschließende, zweistufige Holweck-Pumpstufe (29, 30; 29, 31) sichert eine hohe Vorvakuumbeständigkeit, so dass üblicherweise das Saugvermögen der zweiten Pumpstufe vom Vorvakuumdruck unabhängig ist.

**[0021]** Für den Fall, dass im Bereich der Anschlussöffnung 36 ein besonders hohes Saugvermögen nicht gefordert wird, kann dieses Ziel durch entsprechende Gestaltung der Scheufeln der ersten Pumpstufe 12 erreicht werden. Eine andere Möglichkeit besteht darin, vor dem Einlass 23 der ersten Pumpstufe eine Blende 38 anzuordnen, deren Innendurchmesser das gewünschte Saugvermögen bestimmt.

**[0022]** Das Ausführungsbeispiel der Erfindung nach Figur 2 unterscheidet sich von der Pumpe nach Figur 1 dadurch, dass der Durchmesser der auf die erste Pumpstufe 12 folgenden Pumpstufen 13 und 14 größer sind als der Durchmesser der Pumpstufe 12. Dieser Gegebenheit ist die Ebene der Anschlussöffnungen 36, 37 angepasst. Sie ist derart zur Achse 15 des Rotors 4 geneigt, dass der Abstand der Anschlussöffnungen 36, 37 zu den zugehörigen Gaseinlässen 23, 28 möglichst klein ist. Der Neigungswinkel a der Ebene der Anschlussöffnungen 36, 37 zur Rotorachse 15 entspricht der Zunahme der Durchmesser der Pumpstufen. Optimal günstige Abstandsverhältnisse können dadurch erreicht werden. Im dargestellten Ausführungsbeispiel beträgt der Neigungswinkel etwa  $5^\circ$ .

## Patentansprüche

1. Einflutige Reibungsvakuumpumpe (1) mit einem Stator (3) und einem Rotor (4), welche mindestens zwei Pumpstufen (12, 13, 14) mit jeweils einem Gaseinlass (23, 28) bilden, sowie mit Anschlussmitteln für die Pumpstufen, welche mit Anschlussöffnungen (36, 37) für jeden der Gaseinlässe (23, 28) ausgerüstet sind, wobei die Anschlussöffnungen (36, 37) in einer gemeinsamen Ebene liegen und der Verbindung der Gaseinlässe (23, 28) der Pumpstufen mit einer zu evakuierenden Einrichtung dienen, wobei sich alle Anschlussöffnungen (36, 37) und auch die gemeinsame Ebene der Anschlussöffnungen seitlich neben den Pumpstufen (12, 13, 14) befinden, so dass der Abstand zwischen den Anschlussöffnungen (36, 37) und der Rotorachse (15) möglichst klein wählbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser nachfolgender Pumpstufen

(13, 14) größer ist als der Durchmesser vorhergehender Pumpstufen (12, 13) und dass die Neigung der Ebene der Anschlussöffnungen (36, 37) in Bezug auf die Richtung der Achse (15) des Rotors (4) der Durchmesserergrößerung angepasst ist.

2. Reibungsvakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anschlussöffnungen (36, 37) Bestandteile des Gehäuses (2) der Reibungsvakuumpumpe (1) sind.
3. Reibungsvakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden ersten Pumpstufen (12, 13) als Turbomolekularpumpenstufen ausgebildet sind und dass ihre pumpwirksamen Elemente (Stator-, Rorschaukeln) derart gestaltet sind, dass die erste Pumpstufe (12) ein hohes Kompressionsverhältnis sichert und dass die zweite Pumpstufe (13) ein hohes Saugvermögen erzeugt.
4. Reibungsvakuumpumpe nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Pumpstufen (12 und 13) voneinander beabstandet sind und dass ihr Abstand (a) größer als ein Viertel des Rotordurchmessers, vorzugsweise etwa ein Drittel des Rotordurchmessers, beträgt.
5. Reibungsvakuumpumpe nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchmesser derjenigen Anschlussöffnung (37), die über die Anschlussmittel mit dem Gaseinlass (28) der zweiten Pumpstufe verbunden ist, größer als der Abstand (a), vorzugsweise etwa das Doppelte des Abstandes (a), ist.
6. Reibungsvakuumpumpe nach Anspruch 3, 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich an die beiden Pumpstufen (12, 13) eine zweistufige Holweck-Pumpstufe anschließt.
7. Reibungsvakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor (4) vorvakuumseitig angetrieben und fliegend gelagert ist.
8. Reibungsvakuumpumpe nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein freies Wellenende eine zentrale Bohrung (25) im Rotor (4) durchsetzt und dass der Rotor (4) auf diesem Wellenende befestigt ist.
9. Reibungsvakuumpumpe nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der motornahe Teil des Rotors (4) glockenförmig ausgebildet ist.
10. Reibungsvakuumpumpe nach einem der vorherge-

henden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Einlass (23) der ersten Pumpstufe (12) eine Blende (38) zur Begrenzung des Saugvermögens zugeordnet ist.

11. Reibungsvakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mit Magnetlagern ausgerüstet ist.

## Claims

1. Single-flow friction vacuum pump (1) having a stator (3) and a rotor (4), which form at least two pump stages (12, 13, 14) each having a gas inlet (23, 28), as well as having connection means for the pump stages, which are equipped with connection openings (36, 37) for each of the gas inlets (23, 28), wherein the connection openings (36, 37) lie in a common plane and are used to connect the gas inlets (23, 28) of the pump stages to a device, which is to be evacuated, wherein all of the connection openings (36, 37) and also the common plane of the connection openings are situated laterally adjacent to the pump stages (12, 13, 14) so that the distance between the connection openings (36, 37) and the rotor axis (15) is selectable as small as possible, **characterized in that** the diameter of succeeding pump stages (13, 14) is greater than the diameter of preceding pump stages (12, 13) and that the inclination of the plane of the connection openings (36, 37) in relation to the direction of the axis (15) of the rotor (4) is adapted to the diameter enlargement.
2. Friction vacuum pump according to one of the preceding claims, **characterized in that** the connection openings (36, 37) are component parts of the housing (2) of the friction vacuum pump (1).
3. Friction vacuum pump according to one of the preceding claims, **characterized in that** the first two pump stages (12, 13) are designed as turbomolecular pump stages and that their pump-active elements (stator blades, rotor blades) are fashioned in such a way that the first pump stage (12) ensures a high compression ratio and that the second pump stage (13) generates a high intake capacity.
4. Friction vacuum pump according to claim 3, **characterized in that** the two pump stages (12 and 13) are disposed a distance apart and that their distance (a) is greater than a quarter of the rotor diameter, preferably approximately a third of the rotor diameter.
5. Friction vacuum pump according to claim 4, **characterized in that** the diameter of the connection

opening (37) connected by the connection means to the gas inlet (28) of the second pump stage is greater than the distance (a), preferably approximately double the distance (a).

6. Friction vacuum pump according to claim 3, 4 or 7, **characterized in that** the two pump stages (12, 13) are adjoined by a two-stage Holweck pump stage. 5
7. Friction vacuum pump according to one of the preceding claims, **characterized in that** the rotor (4) is driven at the backing vacuum end and mounted overhung. 10
8. Friction vacuum pump according to claim 7, **characterized in that** a free shaft end penetrates a central bore (25) in the rotor (4) and that the rotor (4) is fastened on said shaft end. 15
9. Friction vacuum pump according to claim 7 or 8, **characterized in that** the part of the rotor (4) that is close to the motor is of a bell-shaped design. 20
10. Friction vacuum pump according to one of the preceding claims, **characterized in that** associated with the inlet (23) of the first pump stage (12) is a restrictor (38) for limiting the intake capacity. 25
11. Friction vacuum pump according to one of the preceding claims, **characterized in that** it is equipped with magnetic bearings. 30

## Revendications

1. Pompe à vide à friction à simple flux (1) comprenant un stator (3) et un rotor (4), lesquels forment au moins deux étages de pompe (12, 13, 14) avec chacun une admission de gaz (23, 28), et des moyens de raccordement pour les étages de pompe, lesquels sont dotés d'ouvertures de raccordement (36, 37) pour chacune des admissions de gaz (23, 28), les ouvertures de raccordement (36, 37) étant situées dans un plan commun et servant à relier les admissions de gaz (23, 28) des étages de pompe avec un dispositif devant être mis sous vide, dans laquelle toutes les ouvertures de raccordement (36, 37) ainsi que le plan commun des ouvertures de raccordement se trouvent sur le côté à proximité des étages de pompe (12, 13, 14), de sorte que la distance entre les ouvertures de raccordement (36, 37) et l'axe du rotor (15) peut être choisie la plus petite possible, **caractérisée en ce que** le diamètre des étages de pompe suivants (13, 14) est supérieur au diamètre des étages de pompe précédents (12, 13) et que l'inclinaison du plan des ouvertures de raccordement (36, 37) par rapport à la direction de l'axe (15) du rotor (4) est adaptée à l'augmentation du 35

diamètre.

2. Pompe à vide à friction selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les ouvertures de raccordement (36, 37) font partie du boîtier (2) de la pompe à vide à friction (1). 5
3. Pompe à vide à friction selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les deux premiers étages de pompe (12, 13) sont sous la forme d'étages de pompe turbomoléculaires et que leurs éléments actifs de pompage (aubes de stator et de rotor) sont configurés de telle manière que le premier étage de pompe (12) assure un rapport de compression élevé et que le deuxième étage de pompe (13) produit une capacité d'aspiration élevée. 10
4. Pompe à vide à friction selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** les deux étages de pompe (12 et 13) sont distants l'un de l'autre et que leur distance 15
 

(a) est supérieure au quart du diamètre du rotor, de préférence environ égale au tiers du diamètre du rotor.
5. Pompe à vide à friction selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** le diamètre de l'ouverture de raccordement (37) qui est reliée par les moyens de raccordement à l'admission de gaz (28) du deuxième étage de pompe est supérieur à la distance (a), de préférence environ égal au double de la distance (a). 20
6. Pompe à vide à friction selon la revendication 3, 4 ou 7, **caractérisée en ce qu'un** étage de pompe Holweck à deux étages se raccorde aux deux étages de pompe (12, 13). 35
7. Pompe à vide à friction selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le rotor (4) est entraîné du côté du vide primaire et monté en porte à faux. 40
8. Pompe à vide à friction selon la revendication 7, **caractérisée en ce qu'une** extrémité d'arbre libre traverse un orifice central (25) dans le rotor (4) et que le rotor (4) est fixé sur cette extrémité d'arbre. 45
9. Pompe à vide à friction selon la revendication 7 ou 8, **caractérisée en ce que** la partie du rotor (4) proche du moteur est en forme de cloche. 50
10. Pompe à vide à friction selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'un** obturateur (38) pour limiter la capacité d'aspiration est associé à l'admission (23) du premier étage de pompe (12). 55
11. Pompe à vide à friction selon une des revendications

précédentes, **caractérisée en ce qu'elle** est équipée de paliers magnétiques.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG.1

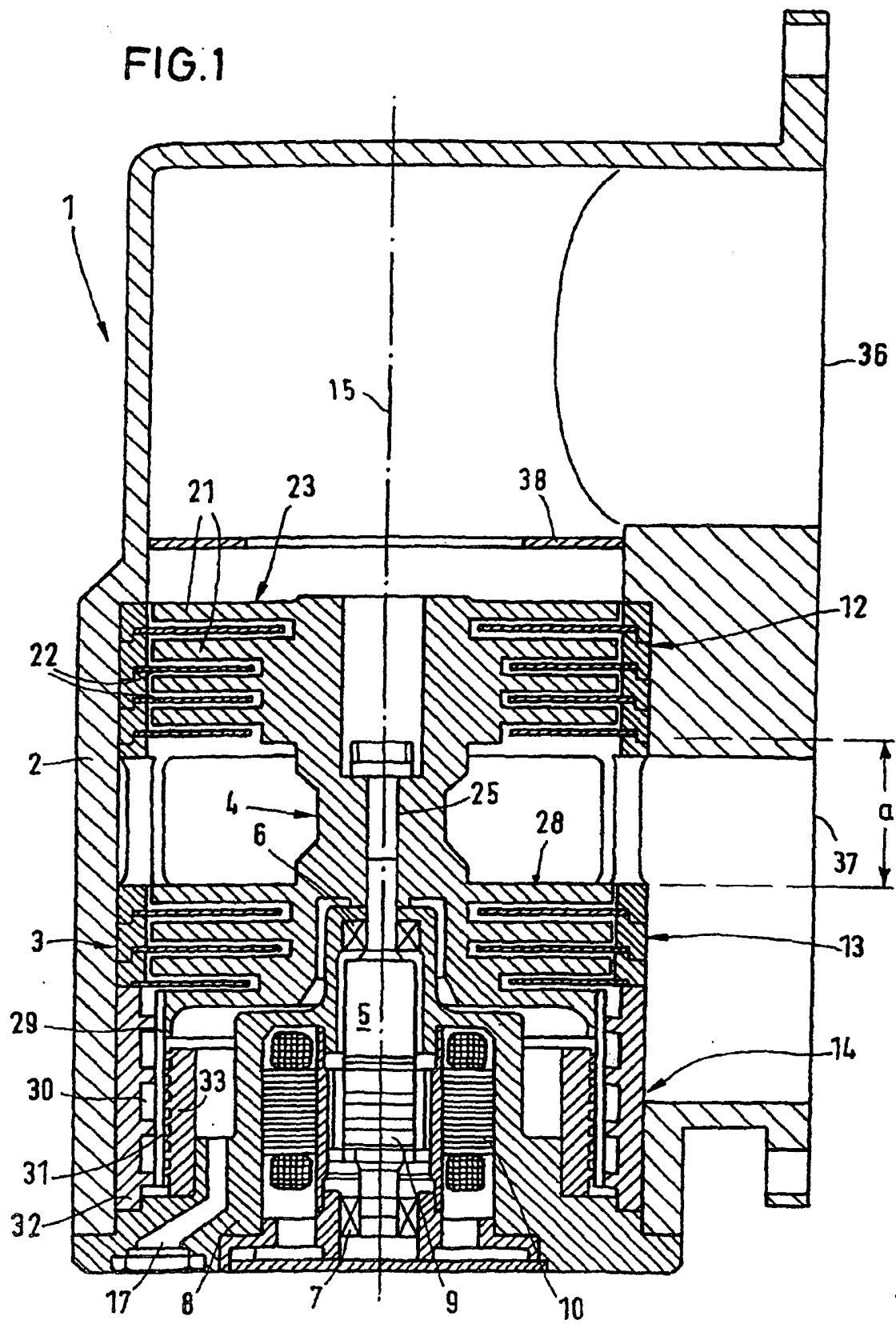
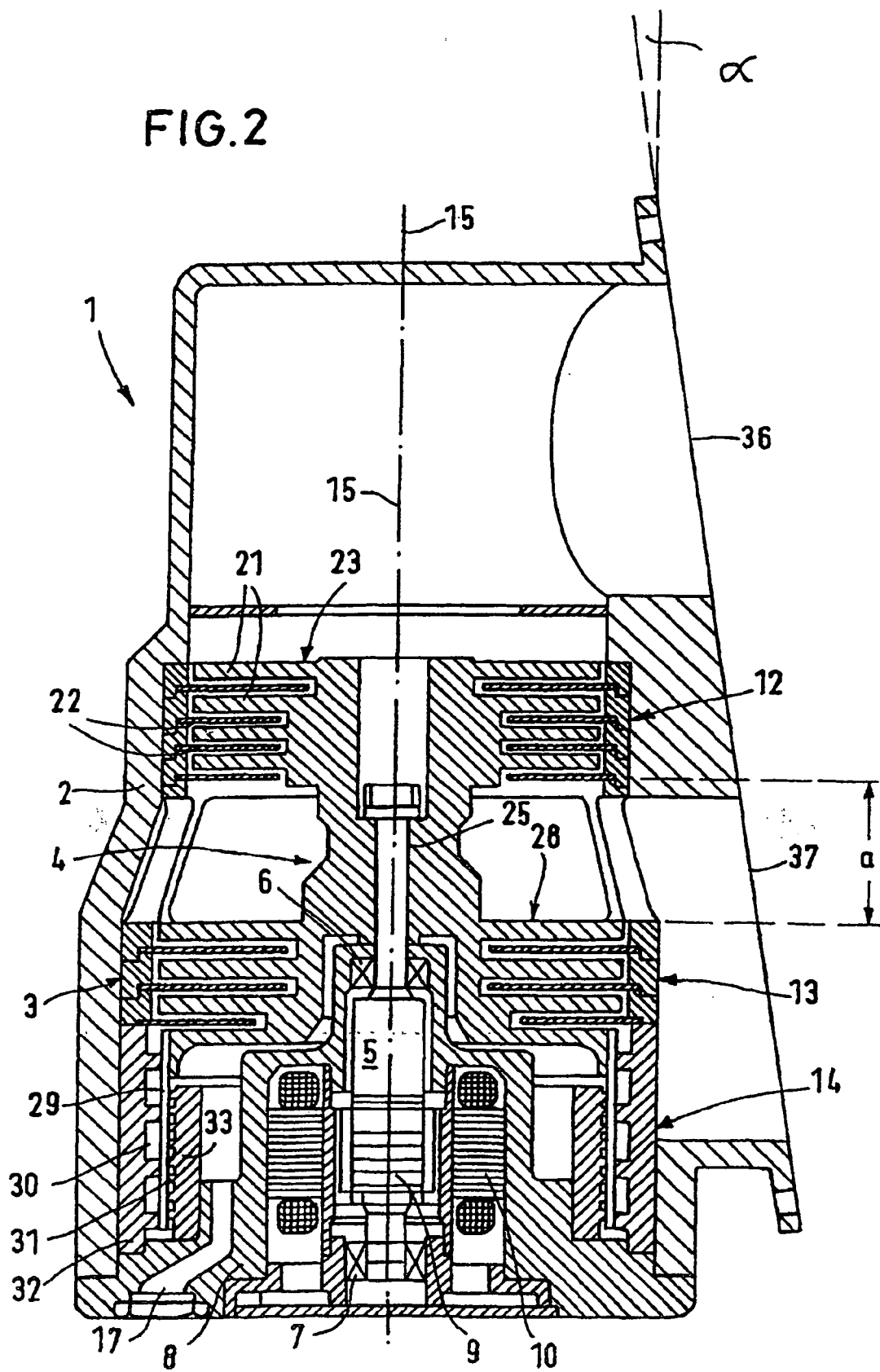


FIG.2





**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 4331589 A [0002] [0003]
- EP 603694 A1 [0002]
- US 5733104 A [0002]
- DE 3431589 A [0003]
- DE 1809102 A1 [0004]
- US 3189264 A [0004]
- US 3628894 A [0004]
- DE 2442614 [0005]