

(19)



(11)

EP 1 252 446 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
08.10.2008 Patentblatt 2008/41

(51) Int Cl.:
F04D 29/08 (2006.01) **F04D 19/04** (2006.01)
F04D 29/10 (2006.01) **F04D 29/12** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **00988779.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2000/012469

(22) Anmeldetag: **09.12.2000**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2001/057403 (09.08.2001 Gazette 2001/32)

(54) **DYNAMISCHE DICHTUNG**

DYNAMIC SEAL

JOINT DYNAMIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **01.02.2000 DE 10004263**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.10.2002 Patentblatt 2002/44

(73) Patentinhaber: **Leybold Vacuum GmbH**
50968 Köln (DE)

(72) Erfinder: **ENGLÄNDER, Heinrich**
52441 Linnich (DE)

(74) Vertreter: **Leineweber, Jürgen**
Patentanwalt
Siebachstrasse 47
50733 Köln (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 408 791 **FR-A- 2 602 834**
US-A- 3 399 827 **US-A- 4 460 180**
US-A- 4 512 725

EP 1 252 446 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine dynamische Dichtung zwischen einem rotierenden und einem feststehenden Bauteil, bei welcher zumindest eines der Bauteile mit in den Dichtspalt hineinragenden Vorsprüngen ausgerüstet ist.

[0002] Insbesondere bei Vakuumpumpen besteht häufig die Forderung, Wellen abzudichten, die eine Trennwand zwischen zwei Räumen mit unterschiedlichen Drücken durchsetzen. Üblicherweise werden dazu Labyrinthdichtungen eingesetzt, wie es beispielsweise auch aus der US-A-33 99 827 bekannt ist.

[0003] Bei Spaltdichtungen, die sich etwa radial erstrecken, ist es bekannt, (vergleiche EP-A-408791, Spaltdichtung 43 in Figur 5) Spülgase (Stickstoff, Argon oder dergleichen) einzusetzen, um z.B. einen Lager-/Motorraum vor dem Eindringen schädlicher Gase zu schützen. Das Spülgas wird in den Lager-/Motorraum eingelassen und gelangt durch die Spaltdichtung in den Förderraum, so dass sichergestellt ist, dass Gase aus dem Förderraum nicht in den Motorraum gelangen können.

[0004] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine wirksame dynamische Dichtung für sich etwa radial erstreckende Spalte zwischen einem rotierenden und einem feststehenden Bauteil zu schaffen.

[0005] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale der Patentansprüche gelöst.

[0006] Durch den Einsatz von Vorsprüngen, die als ineinander greifende Schaufelreihen ausgebildet sind, kann nicht nur die gewünschte Dichtwirkung verbessert werden; darüber hinaus besteht die Möglichkeit, der Dichtung Fördereigenschaften zu geben, die für die jeweilige Applikation von Vorteil sind. Soll z. B. ein Raum vor dem Eindringen von Gasen geschützt werden, können die Schaufelreihen bzw. die Anstellwinkel der die Schaufelreihen bildenden Schaufeln so gewählt werden, daß die Dichtung eine Förderrichtung hat, die der unerwünschten Strömungsrichtung der schädlichen Gase entgegengerichtet ist.

[0007] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sollen anhand von in den Figuren 1 bis 10 erläutert werden. Es zeigen

- Figuren 1 und 2 Schnitte durch eine Ausführung der erfindungsgemäßen Dichtung,
- Figuren 3 und 4 Schnitte durch eine zweiflutige Ausführung,
- Figuren 5 und 6 Anwendungen bei Maschinen nur fliegend gelagerten Rotoren, sowie
- Figuren 7 bis 9 Anwendungen bei einer Vakuumpumpe mit auf beiden Stirnseiten gelagertem Rotor-system.

[0008] Die Figuren 1 und 2 zeigen eine Dichtung 1 nach der Erfindung mit feststehenden Schaufelreihen 2 und rotierenden Schaufelreihen 3, deren Längsachsen sich parallel zur Drehachse 4 des rotierenden Bauteils erstrecken. Sie sind in konzentrischen Reihen um die Drehachse 4 angeordnet und erstrecken sich in den abzudichtenden Spalt 5. Die durch den Dichtspalt 5 getrennten, gegenseitig abzudichtenden Räume sind generell mit 8 und 9 bezeichnet. Die Reihen der Rotor-schaufeln 2 und die Reihen der Statorschaufeln 3 wechseln einander ab. Sie greifen im Bereich des abzudichtenden Spaltes 5 ineinander und haben - wenn eine Förderwirkung gewünscht ist - in an sich bekannter Weise in Strömungsrichtung wechselnde Anstellwinkel. Figur 2 lässt erkennen, dass die Schaufeln 2, 3 Bestandteile der angrenzenden rotierenden bzw. feststehenden Bauteile 6 bzw. 7 sind, zwischen denen sich der abzudichtende Spalt 5 befindet.

[0009] In Figuren 3 und 4 zeigen eine zweiflutige Ausführung einer Dichtung 1 nach der Erfindung. Eine innere Gruppe von Schaufelreihen fördert Gase radial nach innen (Pfeil 11), eine äußere Gruppe von Schaufelreihen von innen nach außen (Pfeil 12). Dadurch wird ebenso eine wirksame Trennung der abzudichtenden Räume 8 und 9 erreicht. Diese Anordnung hat den Vorteil, dass im zu schützenden Raum (z. B. 8) Dampfdrücke von Komponenten in diesem Raum nicht unzulässig unterschritten werden. Zusätzlich kann diese Trennung durch Einlass von Inertgas zwischen den beiden Gruppen unterstützt werden. Die Inertgaszufuhr erfolgt über das feststehende Bauteil 6. Eine Einlassbohrung ist dargestellt (auch mehrere können vorgesehen sein) und mit 14 bezeichnet.

[0010] Figur 5 zeigt die Anwendung der Erfindung bei einem Gebläse 20. Es besteht aus dem Antriebsteil 21, in dem der nicht dargestellte Antriebsmotor untergebracht ist, und dem Gasförderer 22. Der Antriebsmotor treibt eine Welle 23 an, die möglichst gasdicht (Labyrinthdichtung 24) durch den Flansch 25 des Antriebsgehäuses hindurch geführt ist. Auf dem freien Ende der Welle 23 ist das Gebläserad 26 befestigt. Zur Unterstützung der Labyrinthdichtung 24 ist im Spalt 5 zwischen der Unterseite des Gebläserades 26 und dem Flansch 25 die erfindungsgemäße Dichtung 1 realisiert. Der Flansch 25 trägt Statorschaufelreihen 2, das Gebläserad 25 rotierende Schaufelreihen 3, die konzentrisch um die Welle 23 angeordnet sind und im Bereich des Spaltes 5 ineinander greifen. Soll die Dichtung 1 die Wirkung haben, dass vom Gebläserad 26 geförderte Gase nicht in den Motorraum gelangen können, dann ist es zweckmäßig, die Dichtung so zu gestalten, dass sie eine radial nach außen fördernde Wirkung hat.

[0011] In Figur 6 ist ein Teilschnitt durch eine Turbomolekularpumpe 31 dargestellt, deren Basisteil mit 32 bezeichnet ist. Im Basisteil 32 mit dem Antriebsmotor 33 stützt sich die Welle 34 über Lager 35 ab. Die Welle 34 trägt den Rotor 36 mit seinen Rotorschaufeln 37, die sich gemeinsam mit den Statorschaufeln 38 im Förderraum

39 befinden. Um diesen Förderraum 39 vom Motor- und Lagerraum 41 wirksam zu trennen, ist ein erfindungsgemäß gestaltetes Dichtungssystem 1 vorgesehen. Es umfasst auf zwei Ebenen angeordnete Statorschaufeln 2, die ein gehäusefestes, im Schnitt L-förmiges, die Welle 34 umgebendes Ringbauteil 42 trägt. Der Rotor 36 ist mit einer der Form des Ringbauteiles 42 angepassten Aussparung 43 ausgerüstet. Am Rotor 36 sind die den Statorschaufeln 2 zugeordneten Rotorscheiben 3 befestigt. Soll bei einer Ausführung dieser Art z. B. eine sichere Trennung der Räume 39 und 41 erreicht werden, ist es zweckmäßig, die Dichtung 1 so auszubilden, dass die innere (obere) Schaufelreihengruppe 2, 3 eine Förderwirkung in Richtung Motorraum 41 und die äußere (untere) Schaufelreihengruppe 2, 3 eine Förderrichtung in Richtung Förderraum 39 hat. Durch Einlass eines Inertgases zwischen die beiden Schaufelreihengruppen kann die Trennwirkung noch verbessert werden. Sowohl das Eindringen von Kohlenwasserstoffen aus dem Motor- und Lagerraum 41 in den Förderraum 39 als auch das Eindringen schädlicher (z. B. korrosiver oder toxischer) Gase aus dem Förderraum 39 in den Motorraum 41 kann sicher vermieden werden. Der zu den Figuren 3 und 4 noch erwähnte Vorteil besteht ebenfalls.

[0012] Figur 7 zeigt den Einsatz einer erfindungsgemäßen Dichtung in einer axial verdichtenden Reibungspumpe 51 nach dem Stand der Technik. Die Reibungspumpe 51 besteht aus einer saugseitig angeordneten Turbomolekularpumpenstufe 52 und einer druckseitig angeordneten Molekularpumpstufen 53, die als Holweckpumpe (wie dargestellt) oder auch als Gaede-, Siegbahn-, Engländer- oder Seitenkanalpumpe ausgebildet sein kann.

[0013] Die Dichtung 1 und die Reibungspumpe 51 befinden sich in einem gemeinsamen, etwa zylindrischen Gehäuse 55 mit seitlichem Einlass 56. Eine auf beiden Stirnseiten gelagerte (Lager 57, 58) Welle 59 trägt die jeweils rotierenden Bauteile (Rotorscheibe 6 der Dichtung 1, Rotor 61 der Turbomolekularpumpstufe 52, Zylinder 62 der Holweckpumpstufe 53). Der seitliche Einlass 56 der Pumpe 51 mündet zwischen der Dichtung 1 und den axial verdichtenden Pumpstufen 52, 53. Der Auslass 64 der Pumpe 51 befindet sich auf der Druckseite der Molekularpumpstufe 53.

[0014] Die Besonderheit der Lösung nach Figur 7 besteht darin, dass sich der Antriebsmotor 68 auf der Hochvakuumseite der axial fördernden Pumpe 51 befindet (und nicht wie üblich auf der Druckseite der Holweckpumpstufe 53). Dadurch, dass sich die Dichtung 1 zwischen dem Einlass 56 und dem Antriebsmotor 68 befindet, kann im Motorraum 41 ein relativ hoher Druck aufrecht erhalten werden (z. B. 1×10^{-2} mbar). Die Verwendung hochvakuumtauglicher Werkstoffe im Motorraum 41 ist nicht erforderlich.

[0015] Die Ausführung nach Figur 8 unterscheidet sich von der Ausführung nach Figur 7 dadurch, dass die Dichtung 1 eine radial von außen nach innen fördernde Wirkung hat. Außerdem ist ein Bypass 67 an den Motorraum

41 angeschlossen, der mit der Saugseite der Molekularpumpstufe 62 in Verbindung steht. Entsprechend den eingezeichneten Pfeilen 69 gelangen die von der Dichtung 1 geförderten Gase durch den Motorraum 41 in den Bypass 67 und von dort aus zur Molekularpumpstufe 53. Die Aufrechterhaltung eines Vorvakuumdruckes im Motorraum 41 ist dadurch sichergestellt. Außerdem unterstützt die Dichtung 1 die Förderleistung der Turbomolekularpumpstufe 52, ohne dass sich damit die Baulänge der Pumpe 51 wesentlich vergrößert.

[0016] Figur 9 zeigt eine Ausführung einer Pumpe 51 für den Einsatz bei Mehrkammersystemen, hier Zweikammersystemen. Dabei handelt es sich z. B. um Analysengeräte mit mehreren Kammern, die auf unterschiedliche Drücke evakuiert werden müssen. Dadurch ist der Abstand der Ansaugstutzen vorgegeben, was beim Stand der Technik häufig dazu führt, dass relativ lange, fliegend gelagerte Rotorsysteme nötig sind, die aufwendige Lagersysteme erfordern.

[0017] Die Ausführung nach Figur 9 weist zwei seitliche Einlässe 56, 56'. Sie sind durch mindestens eine Dichtung 1 voneinander getrennt. Die Dichtung 1 ist so ausgebildet, dass sie eine von außen nach innen fördernde Wirkung hat. Der Einlass 56 "sieht" den Eintrittsbereich der axial fördernden Reibungspumpe 51 sowie die Peripherie der radial von außen nach innen fördernden Dichtung 1. Der Auslass der radial fördernden Dichtung 1 mündet in den Einlassbereich einer zweiten Turbomolekularpumpenstufe 52', an den der zweite Einlass 56' angeschlossen ist. Die Dichtung 1 bewirkt, dass der Druck am Einlass 56 niedriger ist als am Einlass 56'. Auf der Druckseite der Turbomolekularpumpenstufe 52' befindet sich der Antriebsmotor 68. Diese Druckseite ist über den Bypass 67 mit der Saugseite der Molekularpumpstufe 53 verbunden.

Patentansprüche

1. Dichtung zwischen einem rotierenden und einem feststehenden Bauteil, bei welcher zumindest eines der Bauteile mit in den Dichtspalt hineinragenden Vorsprüngen ausgerüstet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Dichtspalt (5) etwa radial erstreckt, dass beide Bauteile mit sich axial erstreckenden, konzentrisch zur Drehachse des rotierenden Bauteils angeordneten, ineinander greifenden Vorsprüngen ausgerüstet sind, welche als Schaufelreihen ausgebildet sind.
2. Dichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufelreihen (2, 3) eine fördernde Wirkung haben.
3. Dichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie zweiflutig ausgebildet ist.
4. Dichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet,**

net, dass die Eigenschaften der die zweiflutig ausgebildete Dichtung bildenden Schaufelreihen (2, 3) derart gewählt sind, dass außen liegende Schaufelreihen in entgegengesetzter Richtung zu den innen liegenden Schaufelreihen fördern.

5. Dichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den beiden Schaufelreihen-gruppen, die die zweiflutige Dichtung (1) bilden, ein Inertgaseinlass (14) vorgesehen ist.
6. Dichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie Bestandteil eines Gebläses (20) oder einer Pumpe (31) ist und sich zwischen dem Förderraum und dem Motorraum befindet.
7. Dichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine fördernde Wirkung in Richtung Schöpfraum hat.
8. Dichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie Bestandteil einer Turbomolekularvakuumpumpe ist, dass sie eine in Richtung Motorraum fördernde Wirkung hat und dass der Motorraum über einen Bypass (67) mit einer Vorvakuum-pumpstufe in Verbindung steht.
9. Dichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Motorraum (41) auf der Saugseite der Turbomolekularvakuumpumpe befindet.
10. Dichtung nach einem der Patentansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie Bestandteil einer Turbomolekularvakuumpumpe mit mindestens zwei Einlässen (56, 56') ist und dass sie sich zwischen den Einlassbereichen befindet.
11. Dichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine fördernde Wirkung hat und dass ihre Peripherie mit einem ersten und ihr Zentrum mit einem zweiten Einlassbereich verbunden ist.

Claims

1. Seal between a rotating and a stationary component, wherein at least one of the components is equipped with projections that project into the sealing gap, **characterized in that** the sealing gap (5) extends approximately radially, that both components are equipped with axially extending, intermeshing projections, which are disposed concentrically with the axis of rotation of the rotating component and take the form of rows of blades.
2. Seal according to claim 1, **characterized in that** the

rows of blades (2, 3) have a feeding effect.

3. Seal according to claim 1 or 2, **characterized in that** it is of a double-flow design.
4. Seal according to claim 3, **characterized in that** the properties of the rows of blades (2, 3) forming the double-flow seal are selected in such a way that external rows of blades feed in the opposite direction to the internal rows of blades.
5. Seal according to claim 4, **characterized in that** between the two groups of rows of blades forming the double-flow seal (1) an inert gas inlet (14) is provided.
6. Seal according to one of the preceding claims, **characterized in that** it is a component part of a fan (20) or pump (31) and is situated between the delivery compartment and the motor compartment.
7. Seal according to claim 6, **characterized in that** it has a feeding effect in suction chamber direction.
8. Seal according to claim 6, **characterized in that** it is a component part of a turbomolecular vacuum pump, that it has a feeding effect in motor compartment direction and that the motor compartment is connected by a bypass (67) to a backing-pressure pumping stage.
9. Seal according to claim 8, **characterized in that** the motor compartment (41) is situated at the suction side of the turbomolecular vacuum pump.
10. Seal according to one of claims 1 to 5, **characterized in that** it is a component part of a turbomolecular vacuum pump having at least two inlets (56, 56') and is situated between the inlet areas.
11. Seal according to claim 10, **characterized in that** it has a feeding effect and that its periphery is connected to a first inlet area and its centre to a second inlet area.

Revendications

1. Joint entre un élément en rotation et un élément fixe, selon lequel au moins l'un des éléments est équipé de saillies s'engageant dans l'interstice d'étanchéité, **caractérisé en ce que** l'interstice d'étanchéité (5) est approximativement radial, les deux éléments sont équipés de saillies axiales, s'engageant les unes dans les autres et concentriques à l'axe de rotation de l'élément en rotation, lesquelles ont la forme de rangées de boucles.
2. Joint selon la revendication 1, **caractérisé en ce**

que les rangées de boucles (2, 3) ont une action refoulante.

3. Joint selon la revendication 1 ou 2,
caractérisé en ce qu'il est à double flux. 5
4. Joint selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** les propriétés des rangées de boucles (2, 3) formant le joint à double flux sont choisies de manière à ce que des rangées de boucles situées à l'extérieur refoulent dans le sens opposé vers les rangées de boucles situées à l'intérieur. 10
5. Joint selon la revendication 4, **caractérisé par** une entrée de gaz inerte (14) entre les deux groupes de rangées de boucles qui forment le joint à double flux (1). 15
6. Joint selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** fait partie d'une soufflerie (20) ou d'une pompe (31) et se trouve entre la chambre de refoulement et le compartiment moteur. 20
7. Joint selon la revendication 6, **caractérisé en ce qu'il** a une action refoulante en direction de la chambre d'aspiration. 25
8. Joint selon la revendication 6, **caractérisé en ce qu'il** fait partie d'une pompe à vide turbomoléculaire, il a une action refoulante en direction du compartiment moteur et le compartiment moteur est relié à un étage de vide préliminaire via un by-pass (67). 30
9. Joint selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le compartiment moteur (41) se trouve sur le côté admission de la pompe à vide turbomoléculaire. 35
10. Joint selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'il** fait partie d'une pompe à vide turbomoléculaire comportant au moins deux entrées (56, 56') et se trouve entre les zones d'admission. 40
11. Joint selon la revendication 10, **caractérisé en ce qu'il** a une action refoulante et sa périphérie est reliée à une première zone d'admission et son centre à une deuxième. 45

50

55

FIG.1

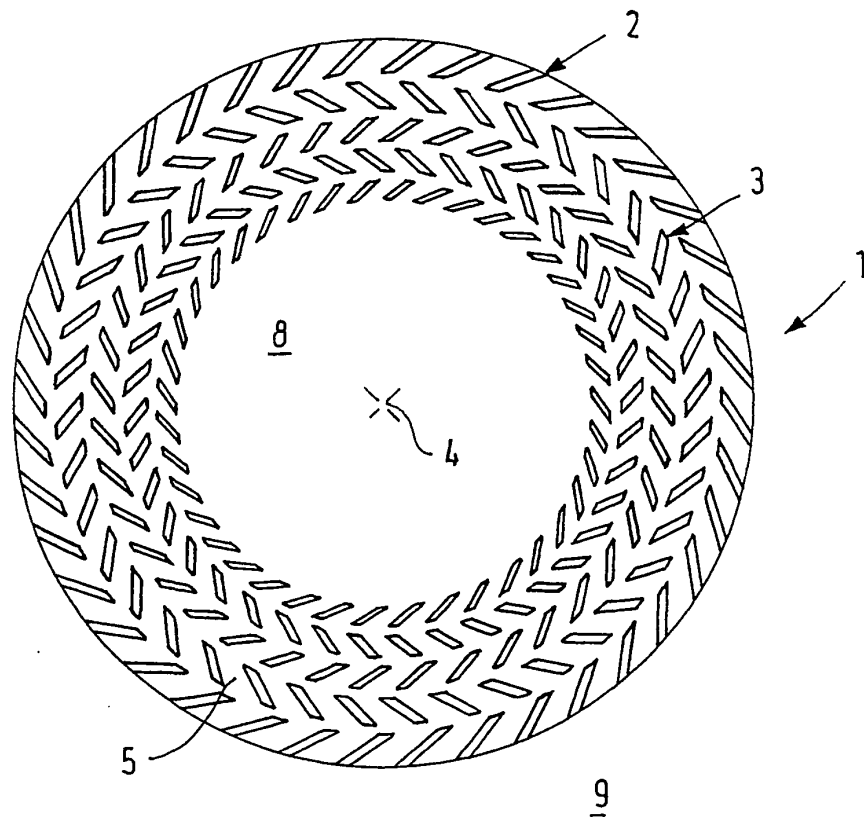


FIG. 2

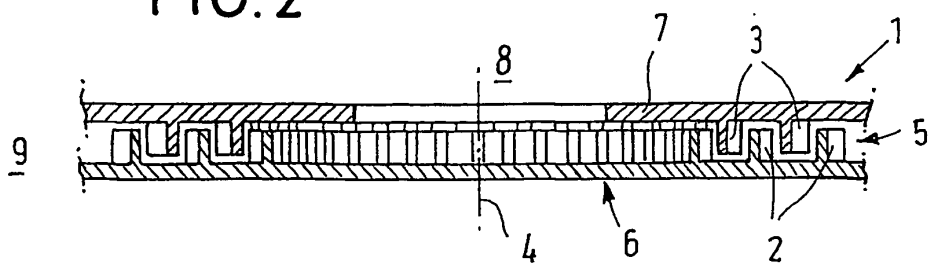


FIG. 3

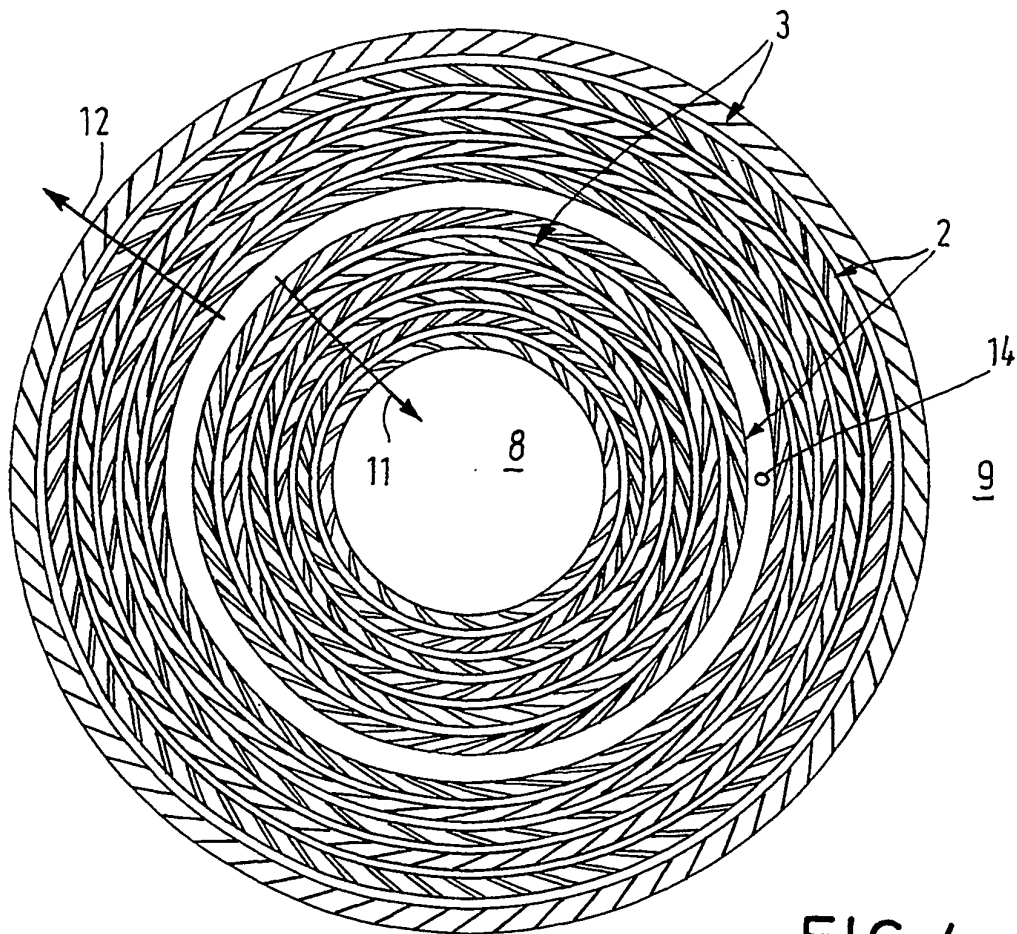
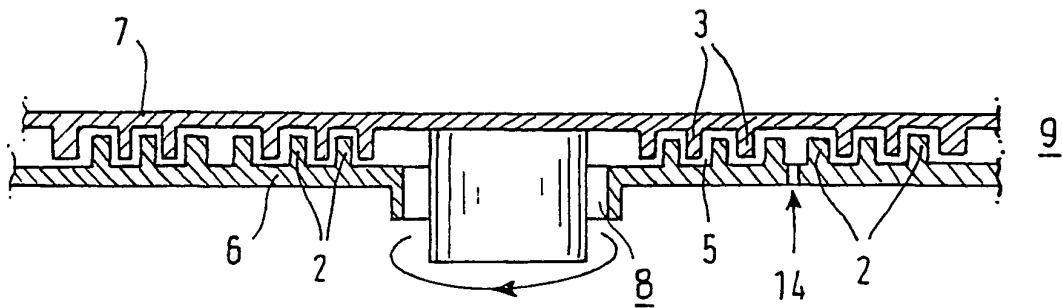


FIG. 4

FIG.5

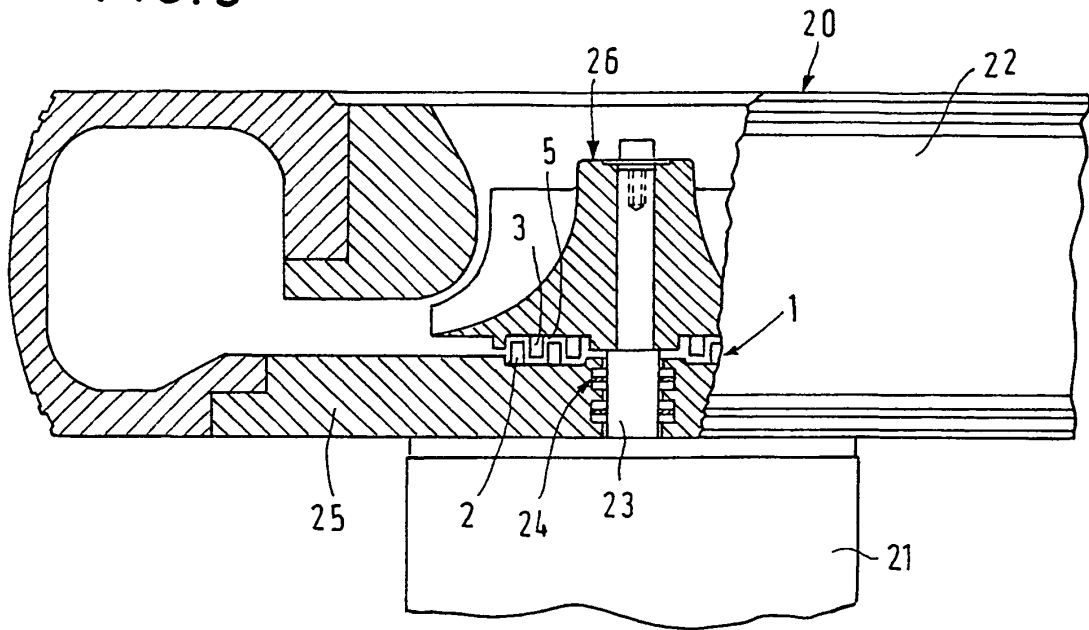


FIG.6

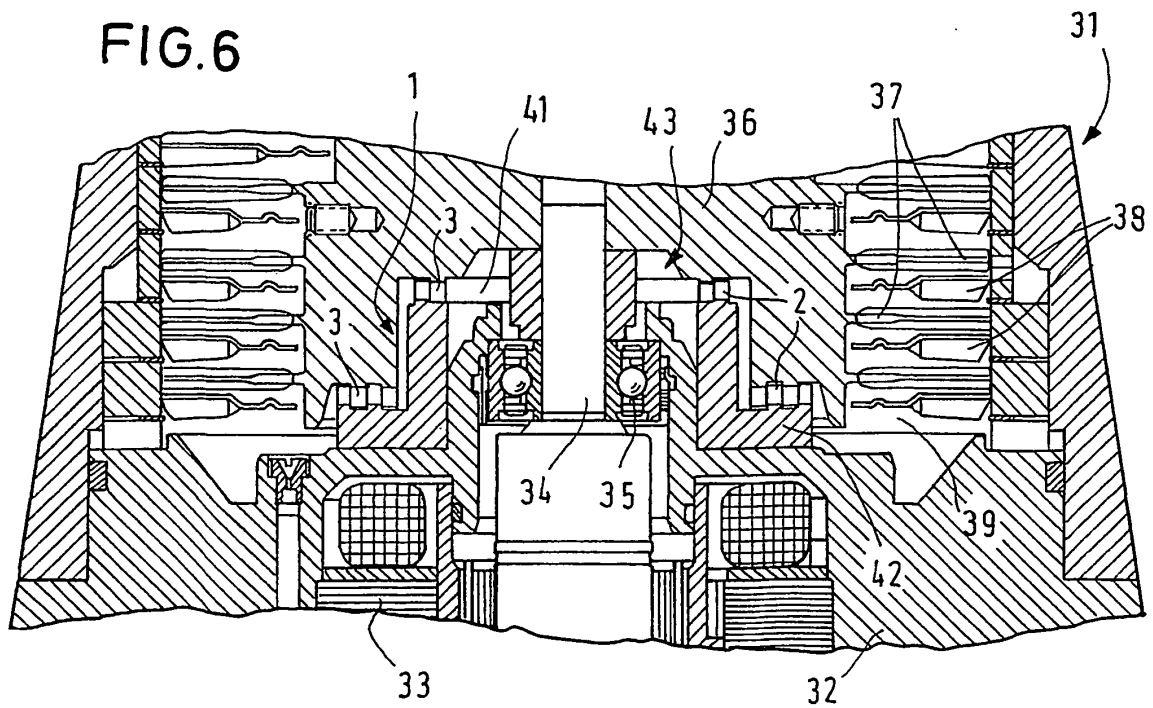


FIG. 7

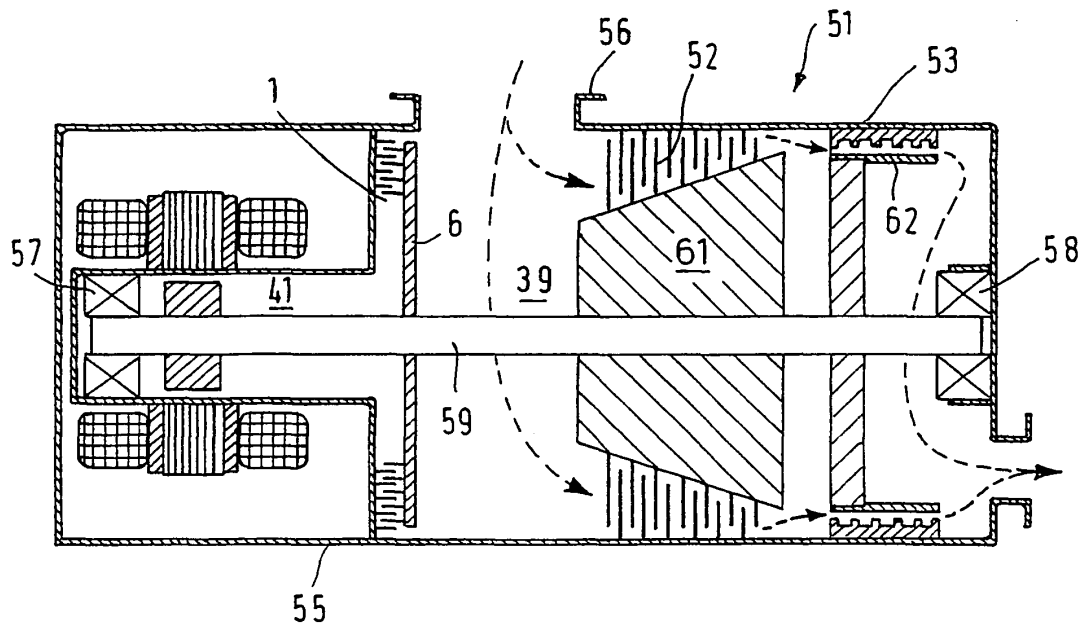


FIG. 8

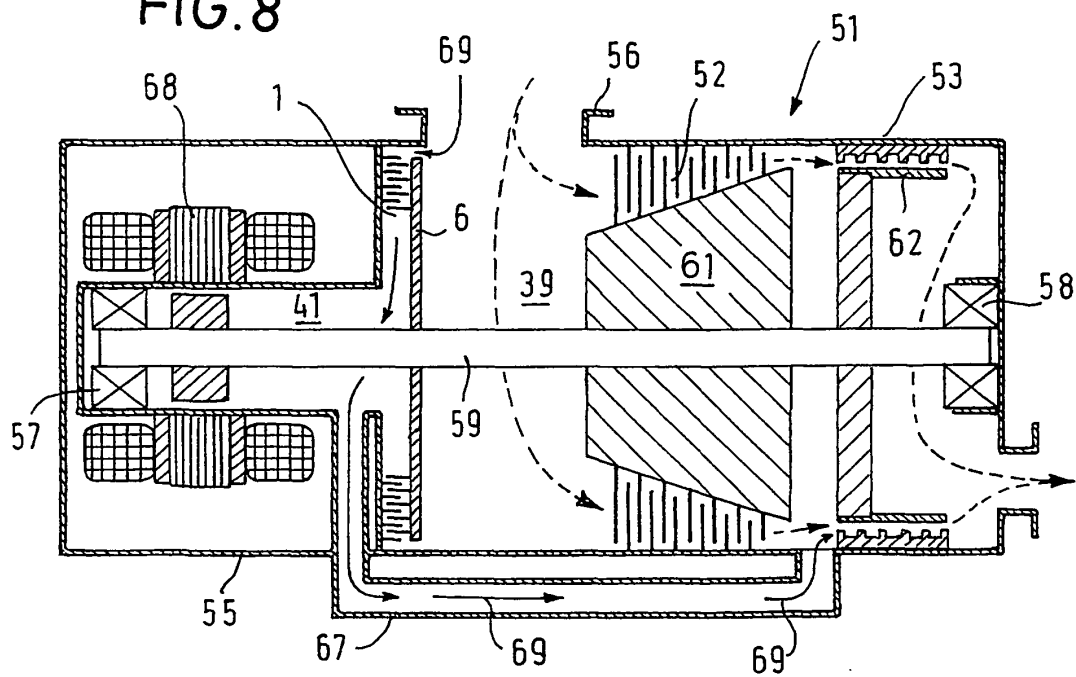
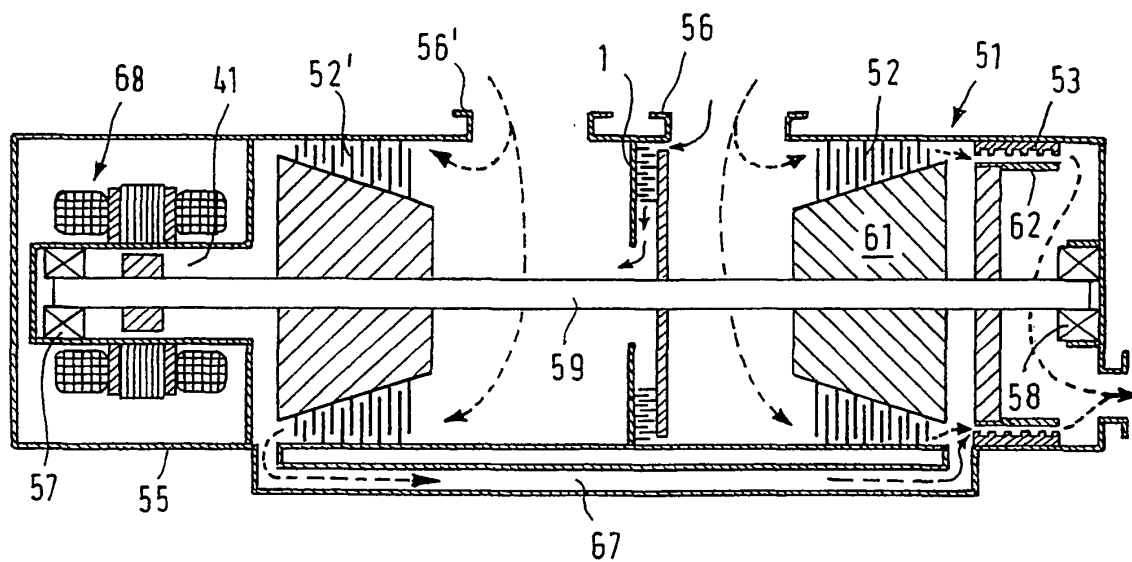


FIG. 9



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

- US 3399827 A [0002]
- EP 408791 A [0003]