(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 764 512 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.04.2010 Patentblatt 2010/14

(51) Int Cl.:
F04D 29/10 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **05020183.9**

(22) Anmeldetag: **16.09.2005**

(54) **Wellenspaltabdichtung**

Shaft seal

Joint d'étanchéité d'arbre

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.03.2007 Patentblatt 2007/12

(73) Patentinhaber: **Paul Bungartz GmbH & Co. Kommanditgesellschaft**
40545 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder: **Möllmann, Hans W.**
42655 Solinger (DE)

(74) Vertreter: **DR. STARK & PARTNER PATENTANWÄLTE**
Moerser Straße 140
47803 Krefeld (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-B- 1 293 390
US-A- 1 867 236
US-A- 2 911 919
US-A- 2 959 133

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).

EP 1 764 512 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Wellenspaltabdichtung für eine horizontal angeordnete angetriebene Welle mit Antriebsseite und einer Arbeitsseite, wobei zwischen der Antriebsseite und der Arbeitsseite eine Labyrinthdichtung mit einer Anzahl an Nuten vorgesehen ist, wobei die Antriebsseite mit Sperrgas überlagert ist und die Labyrinthdichtung von dem auf der Antriebsseite zugeführten Sperrgas hin zur Arbeitsseite durchströmt ist. Eine solche Wellenspaltabdichtung ist beispielsweise aus der US 2,959,133 A bekannt.

[0002] Aus der Praxis sind verschiedene Systeme für eine Wellenspaltabdichtung bei horizontal angeordneter Welle bekannt. Allerdings sind zur Umgebung offene Labyrinthdichtungen mit Fördereinrichtungen sowie wasser- oder fettgeschmierte Stopfbuchspackungen für gefährliche, beispielsweise toxische oder ausgasende Medien ebenso wenig geeignet wie Wellendichtringe oder Einzelgleitringdichtungen, die in der Regel jeweils durch das abzudichtende Medium selbst geschmiert werden.

[0003] Für Medien mit einem mittleren bis hohen Gefährdungspotential für die Umwelt sind hingegen Doppelgleitringdichtungen, die durch ein für die Umgebung ungefährliches Medium geschmiert werden, sowie Magnetkupplungen oder Spaltrohrmotoren geeignet, wobei bei magnetgekuppelten Pumpen und Pumpen mit Spaltrohrmotor jeweils die Lagerung der Welle durch im Medium laufende Gleitlager erfolgt und keine Wellendurchführung vorhanden ist.

[0004] Diesen auch für umweltgefährdende Medien einsetzbaren Dichtsystemen ist gemein, dass ein Trokkenlaufen der Dichtsysteme oder aber ein Ausfall des Schmiersystems zu einer starken Beeinträchtigung des Dichtsystems bis hin zu einer Zerstörung desselben führt, da die Lagerung durch den Kontakt mit einem Arbeitsmedium mit höherem Feststoffgehalt beeinträchtigt wird und der Spalttopf bzw. das Spaltrohr aufgetrennt werden kann.

[0005] Da ein plötzlicher Spalttopfbruch zu einer extremen Leckage führen würde, sind derartige Systeme aus diesem Grunde in der Praxis oft sehr aufwendig überwacht.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es insoweit, die vorgenannten Nachteile zu vermeiden und eine Möglichkeit für die Wellenspaltabdichtung einer horizontal angeordneten Welle anzugeben, die sowohl bei hochtoxischen Medien als auch bei Medien mit hohem Feststoffgehalt eingesetzt werden kann und mit der auch ohne aufwendige Überwachung eine hohe Betriebssicherheit erreicht wird.

[0007] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass bei einer gattungsgemäßen Wellenspaltabdichtung die Antriebsseite insbesondere mit Stickstoff überlagert ist.

[0008] Dabei ist in dem Bereich des antriebsseitigen Endes der Labyrinthdichtung, insbesondere unmittelbar an dem antriebsseitigen Ende der Labyrinthdichtung, eine umlaufende Auffangnut für entgegen der Sperrgasdurchströmung durch die Labyrinthdichtung durchtretende Flüssigkeit vorgesehen, und die Auffangnut ist über eine unterseitig vorgesehene Rückführleitung mit dem Bereich des arbeitsseitigen Endes der Labyrinthdichtung, insbesondere mit dem unmittelbaren arbeitsseitigen Ende der Labyrinthdichtung, verbunden sein, so dass selbst bei einer geringen Leckage gegen den Sperrgasstrom, die aufgrund der Gravitation an der Unterseite der Welle bzw. des Labyrinths durchsickert, das insoweit durch die Dichtung durchtretende Medium über die Rückführleitung wieder rückgeführt und am arbeitsseitigen Ende in die Labyrinthdichtung zurückgeführt werden. Damit wird selbst ein Austreten einer geringen Leckage durch die Labyrinthdichtung vermieden.

[0009] Hierdurch ist die Wellenspaltabdichtung besonders sicher, da weder ein toxisches Medium austreten kann noch eine Beschädigung des Schmiersystems bei Ausfall der Sperrgasüberlagerung zu befürchten ist. Insoweit ist auch bei "Trockenlaufen" eine ausreichende Sicherheitsreserve gegeben.

[0010] Dabei tritt zwischen dem antriebsseitigen Gaseintritt in die Labyrinthdichtung und dem arbeitsseitigen Gasaustritt aus der Labyrinthdichtung ein Druckverlust auf.

[0011] Erfindungsgemäß kann die Arbeitsseite der insbesondere einen Teil einer Kreiselpumpe bildenden Welle flüssigkeitsgefüllt sein, so dass auch entsprechende flüssige Medien gepumpt werden können.

[0012] Vorzugsweise kann die Rückführleitung in einem Abstand von einigen Nuten vor dem arbeitsseitigen Ende der Labyrinthdichtung münden, so dass ein direkter Kontakt mit dem im Arbeitsraum befindlichen Medium vermieden wird. Hierdurch können an der Arbeitsseite befindliche gröbere Feststoffe nicht in die Rückführleitung eindringen, sondern allenfalls Feststoffe, die kleiner als der Wellenspalt sind.

[0013] Vorzugsweise kann die Labyrinthdichtung als Kammdichtung mit jeweils engem Spalt und großer Kammer ausgebildet sein, so dass durch den engen Spalt eine beschleunigte Strömung erzielt wird und anschließend in der Kammer eine Entspannung auftritt. Hierdurch wird ein erhöhter Druckverlust bewirkt, so dass entlang der Kammdichtung eine vergrößerte Druckdifferenz resultiert. Damit ist der Druckunterschied zwischen antriebseitigem Ende einerseits und arbeitsseitigem, d. h. flüssigkeitsseitigem Ende der Kammdichtung andererseits, selbst bei ungünstigen Betriebsumständen gegeben, und ein verbesserter Rücktransport einer gegebenenfalls an der Unterseite des Labyrinths auftretenden Lekkage wird erzielt.

[0014] Weiterhin kann zwischen dem ersten antriebsseitigen Lager und der Labyrinthdichtung ein als Dichtlippe ausgebildeter Wellendichtring vorgesehen sein, der bei ausreichendem Sperrgasdruck öffnet und das Sperrgas passieren lässt und bei Sperrgasausfall schließt, so dass bei aktivem Sperrgasstrom durch die geöffnete Dichtlippe allenfalls eine sehr geringe Reibung zwischen Wellendichtring und Welle auftritt, jedoch bei Ausfall des

Sperrgasstromes durch Schließen des Wellendichtrings eine durchsickernde Leckage in den Lagerbereich verhindert und dieser damit geschützt wird. Bei erneuter Sperrgaszufuhr wird die Leckage dann wieder in den Arbeitsraum zurückgeführt.

[0015] Vorteilhafterweise kann das Labyrinth der Labyrinthdichtung an der Welle, insbesondere als Teil der Welle, vorgesehen sein, so dass eventuell durch die Flüssigkeitsleckage mitgeschleppte Feststoffe dort abgeschleudert und dann durch die Sperrgasströmung zur Arbeitsseite zurücktransportiert werden.

[0016] Die Antriebsseite kann teilweise in einem Lagergehäuse vorgesehen sein und die Wellendurchführung vom Lagergehäuse zum Antrieb durch einen Spalttopf hermetisch gedichtet sein, wobei zur Drehmomentübertragung eine Magnetkupplung vorgesehen sein kann, so dass durch den Entfall einer Wellendurchführung eine hermetische Abdichtung gegeben ist. Hierdurch ist zu der antriebsseitigen Atmosphäre keine Sperrgasleckage möglich, und die Lager arbeiten unabhängig vom zu fördernden Medium.

[0017] In einem solchen Fall ist der Spalttopf insbesondere aus einem Material, in dem das rotierende Magnetfeld kaum, insbesondere überhaupt keine Wirbelströme verursacht.

[0018] Auch kann die Antriebsseite teilweise in einem Lagergehäuse vorgesehen sein und die Wellendurchführung vom Lagergehäuse zum Antrieb durch eine gasgesperrte Gleitringdichtung, insbesondere Einzelgleitringdichtung, gedichtet sein. Dabei wird die gasgeschmierte Gleitringdichtung ausreichend vom Sperrgas versorgt, und die Festlegung des Sperrgasdrucks kann durch die Auslegung des Wellendichtrings, durch den Druckverlust der Labyrinthdichtung und durch den Vordruck des Mediums erfolgen.

[0019] Vorteilhafterweise kann die Welle Teil einer Kreiselpumpe sein und das Laufrad mit Rückenschaufeln versehen sein, so dass der Druck vor dem Labyrinth teilweise oder sogar vollständig vom Pumpenförderdruck entlastet ist, so dass der erforderliche Sperrgasdruck, und damit auch die pro Zeiteinheit erforderliche Sperrgasmenge, ebenfalls minimiert wird.

[0020] Dabei kann das die Labyrinthdichtung umschließende Gehäuse so konstruiert sein, dass der Wärmetransport von der Arbeitsseite zur Antriebsseite minimiert wird, und es kann eine gute anderweitige Abfuhr der arbeitsseitig eingeleiteten Wärme an die Umgebung, beispielsweise durch die eingeleitete Wärme an die Umgebung abgebende Kühlrippen oder dergleichen, gewährleistet sein, so dass auch ein Einsatz bei hohen Arbeitstemperaturen erfolgen kann.

[0021] Im Folgenden wird ein in der Zeichnung dargestelltes Ausführungsbeispiel der Erfindung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische teilgeschnitten dargestellte seitliche Ansicht einer Kreiselpumpe mit einer erfindungsgemäßen Wellenspaltabdichtung und

Fig. 2 das Detail "X" des Gegenstandes nach Fig. 1.

[0022] In allen Figuren werden für gleiche bzw. gleichartige Bauteile übereinstimmende Bezugszeichen verwendet.

[0023] Fig. 1 zeigt eine Kreiselpumpe 1 mit einer horizontal angeordneten angetriebenen Welle 2, die sich zwischen der Antriebsseite 3 und der Arbeitsseite 4 erstreckt.

[0024] Die Antriebsseite 3 ist dabei eine gasgespülte Lagerseite und die Arbeitsseite 4 stellt die Mediumsseite, insbesondere Flüssigkeitsseite, mit einem Mediumseintritt 5 und Mediumsaustritt 6 dar.

[0025] Die Antriebsseite 3 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel hermetisch abgedichtet und mit einer Magnetkupplung 7 mit Spalttopf 8 versehen.

[0026] Arbeitsseitig ist das Laufrad 9 der Kreiselpumpe 1 mit Rückenschaufeln 10 versehen.

[0027] Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist oberseitig auf der angetriebenen Seite der Welle 2 die Sperrgaszufuhr 11 vorgesehen.

[0028] Wie aus Fig. 2 ersichtlich, strömt das durch die Sperrgaszufuhr 11 eingeleitete Sperrgas an der Welle 2 vorbei in Richtung der Arbeitsseite 4, wobei es vor Eintritt in die Labyrinthdichtung 12 durch einen antriebsseitigen Wellendichtring 13 durchtritt. Die Labyrinthdichtung 12 besteht im dargestellten Ausführungsbeispiel aus einem an der Welle 2 angeordneten und sich mit dieser mitdrehenden Labyrinth 14, dem eine Auffangnut 15 im antriebsseitigen Bereich der Labyrinthdichtung 12 mit daran schließender Rückführleitung 16, die im arbeitsseitigen Bereich des Labyrinthes 14 mündet, zugeordnet ist.

Patentansprüche

1. Wellenspaltabdichtung für eine horizontal angeordnete angetriebene Welle (2) mit der Antriebsseite (3) und einer Arbeitsseite (4), wobei zwischen der Antriebsseite und der Arbeitsseite eine Labyrinthdichtung (12) mit einer Anzahl an Nuten vorgesehen ist, wobei die Antriebsseite mit Sperrgas überlagert ist und die Labyrinthdichtung von dem auf der Antriebsseite zugeführten Sperrgas hin zur Arbeitsseite durchströmt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebsseite insbesondere mit Stickstoff überlagert ist und dass in dem Bereich des antriebsseitigen Endes der Labyrinthdichtung, insbesondere unmittelbar an dem antriebsseitigen Ende der Labyrinthdichtung, eine umlaufende Auffangnut (15) für durch die Labyrinthdichtung durchtretende Flüssigkeit vorgesehen ist, und die Auffangnut über eine unterseitig vorgesehene Rückführleitung (16) mit dem Bereich des arbeitsseitigen Endes der Labyrinthdichtung, insbesondere mit dem unmittelbaren arbeitsseitigen Ende der Labyrinthdichtung, verbun-

den ist.

2. Wellenspaltabdichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Arbeitsseite der insbesondere einen Teil einer Kreiselpumpe bildenden Welle flüssigkeitsgefüllt ist.

3. Wellenspaltabdichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Labyrinthdichtung als Kammdichtung mit jeweils engem Spalt und großer Kammer ausgebildet ist.

4. Wellenspaltabdichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem ersten antriebsseitigen Lager und der Labyrinthdichtung ein als Dichtlippe ausgebildeter Wellendichtring vorgesehen ist, der bei ausreichendem Sperrgasdruck öffnet und das Sperrgas passieren lässt und bei Sperrgasausfall schließt.

5. Wellenspaltabdichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Labyrinth der Labyrinthdichtung an der Welle, insbesondere als Teil der Welle, vorgesehen ist.

6. Wellenspaltabdichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebsseite teilweise in einem Lagergehäuse vorgesehen ist und die Wellendurchführung vom Lagergehäuse zum Antrieb durch einen Spalttopf hermetisch gedichtet ist, wobei zur Drehmomentübertragung eine Magnetkupplung vorgesehen ist.

7. Wellenspaltabdichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebsseite teilweise in einem Lagergehäuse vorgesehen ist und die Wellendurchführung vom Lagergehäuse zum Antrieb durch eine gasgesperrte Gleitringdichtung, insbesondere Einzelgleitringdichtung gedichtet ist.

8. Wellenspaltabdichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Welle Teil einer Kreiselpumpe ist und das Laufrad mit Rückenschaufeln versehen ist.

9. Wellenspaltabdichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Labyrinthdichtung von einem den Wärmetransport von der Antriebsseite an die Antriebsseite minimierenden Gehäuse umgeben ist.

10. Wellenspaltabdichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse für eine gute Abfuhr der von der Antriebsseite eingeleiteten Wärme an die Umgebung Kühlrippen oder dergleichen aufweist.

Claims

1. Shaft gap seal for a horizontally positioned driven shaft (2) with a drive side (3) and a working side (4), wherein a labyrinth seal (12) with a number of grooves is provided between the drive side and the working side, wherein the drive side is superposed with seal gas and the labyrinth seal is traversed by the seal gas supplied on the drive side flowing towards the working side, **characterized in that** the drive side is superposed in particular with nitrogen, and **in that** in the region of the end of the labyrinth seal on the drive side, in particular directly at the drive-side end of the labyrinth seal, a circumferential collecting groove (15) is provided for liquid passing through the labyrinth seal, and the collecting groove is connected via a return line (16) provided on its bottom surface to the region of the end of the labyrinth seal on the working side, in particular directly at the working side end of the labyrinth seal.

2. Shaft gap seal according to the preceding Claim, **characterized in that** the working side of the shaft in particular forming a part of a centrifugal pump is filled with liquid.

3. Shaft gap seal according to one of the preceding Claims, **characterized in that** the labyrinth seal is in the form of a multi-lip seal with in each case a narrow gap and larger chamber.

4. Shaft gap seal according to one of the preceding Claims, **characterized in that** a shaft sealing ring in the form of a sealing lip is provided between the first drive-side bearing and the labyrinth seal, said shaft sealing ring opening when there is sufficient seal gas pressure and allowing the seal gas to pass and closing when there is lack of seal gas.

5. Shaft gap seal according to one of the preceding Claims, **characterized in that** the labyrinth of the labyrinth seal is provided on the shaft, in particular as part of the shaft.

6. Shaft gap seal according to one of the preceding Claims, **characterized in that** the drive side is partially provided in a bearing housing and the shaft feed-through from the bearing housing to the drive is hermetically sealed by a shroud, wherein a magnetic coupling is provided for the torque transfer.

7. Shaft gap seal according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the drive side is partially provided in a bearing housing and the shaft feed-

through from the bearing housing to the drive is sealed by a gas-sealed bearing ring seal, in particular an individual bearing ring seal.

8. Shaft gap seal according to one of the preceding Claims, **characterized in that** the shaft is part of a centrifugal pump and the impeller is provided with vanes on the back.

9. Shaft gap seal according to the preceding Claim, **characterized in that** the labyrinth seal is surrounded by a housing minimising the heat transfer from the drive side to the drive side.

10. Shaft gap seal according to the preceding Claim, **characterized in that** the housing has cooling ribs or the like to provide good discharge of the heat introduced from the drive side into the surrounding air.

Revendications

1. Joint d'étanchéité pour un arbre mené (2) agencé horizontalement, comprenant un côté entraînement (3) et un côté travail (4), une garniture d'étanchement (12) à labyrinthe, munie d'un certain nombre de rainures, étant prévue entre ledit côté entraînement et ledit côté travail, le côté entraînement étant surmonté d'un gaz d'isolement et ladite garniture d'étanchement à labyrinthe étant parcourue, vers le côté travail, par le gaz d'isolement délivré du côté entraînement, **caractérisé par le fait que** le côté entraînement est notamment surmonté par de l'azote ; et **par le fait qu'**une rainure collectrice périphérique (15), destinée à du liquide circulant à travers la garniture d'étanchement à labyrinthe, est prévue dans la région de l'extrémité de la garniture d'étanchement à labyrinthe qui est située côté entraînement, en particulier directement à ladite extrémité de la garniture d'étanchement à labyrinthe qui est située côté entraînement, et ladite rainure collectrice est reliée, par l'intermédiaire d'un conduit de retour (16) prévu à la face inférieure, à la région de l'extrémité de la garniture d'étanchement à labyrinthe qui est située côté travail, en particulier à l'extrémité immédiate de ladite garniture d'étanchement à labyrinthe qui est située côté travail.

2. Joint d'étanchéité d'arbre, selon la revendication précédente, **caractérisé par le fait que** le côté travail de l'arbre, matérialisant notamment une partie d'une pompe centrifuge, est empli de liquide.

3. Joint d'étanchéité d'arbre, selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé par le fait que** la garniture d'étanchement à labyrinthe est réalisée sous la forme d'une garniture d'étanchement du type peigne comprenant, respectivement, un interstice étroit et une chambre de grand dimensionnement.

4. Joint d'étanchéité d'arbre, selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé par** la présence, entre le premier palier situé côté entraînement et la garniture d'étanchement à labyrinthe, d'une bague d'étanchement d'arbre réalisée sous la forme d'une lèvre d'étanchement qui, lorsque la pression du gaz d'isolement est suffisante, s'ouvre et laisse passer ledit gaz d'isolement, et se ferme en cas d'absence de gaz d'isolement.

5. Joint d'étanchéité d'arbre, selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé par le fait que** le labyrinthe de la garniture d'étanchement à labyrinthe est prévu sur l'arbre, notamment en tant que partie dudit arbre.

6. Joint d'étanchéité d'arbre, selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé par le fait que** le côté entraînement est prévu en partie dans un carter de montage et la traversée d'arbre, depuis ledit carter de montage jusqu'à l'entraînement, est obturée hermétiquement par une cuvette scindée, un accouplement magnétique étant prévu pour la répercussion de couples de rotation.

7. Joint d'étanchéité d'arbre, selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé par le fait que** le côté entraînement est prévu en partie dans un carter de montage et l'étanchéité de la traversée d'arbre, depuis ledit carter de montage jusqu'à l'entraînement, est assurée par une garniture étanche à anneau glissant à isolement gazeux, en particulier par une garniture étanche individuelle à anneau glissant.

8. Joint d'étanchéité d'arbre, selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé par le fait que** l'arbre fait partie d'une pompe centrifuge, et la roue à ailettes est pourvue d'ailettes dorsales.

9. Joint d'étanchéité d'arbre, selon la revendication précédente, **caractérisé par le fait que** la garniture d'étanchement à labyrinthe est entourée d'un carter minimisant le transfert thermique depuis le côté travail jusqu'au côté entraînement.

10. Joint d'étanchéité d'arbre, selon la revendication précédente, **caractérisé par le fait que** le carter présente des nervures de refroidissement ou des éléments similaires, de telle sorte que la chaleur, induite par le côté entraînement, soit correctement cédée à l'espace environnant.

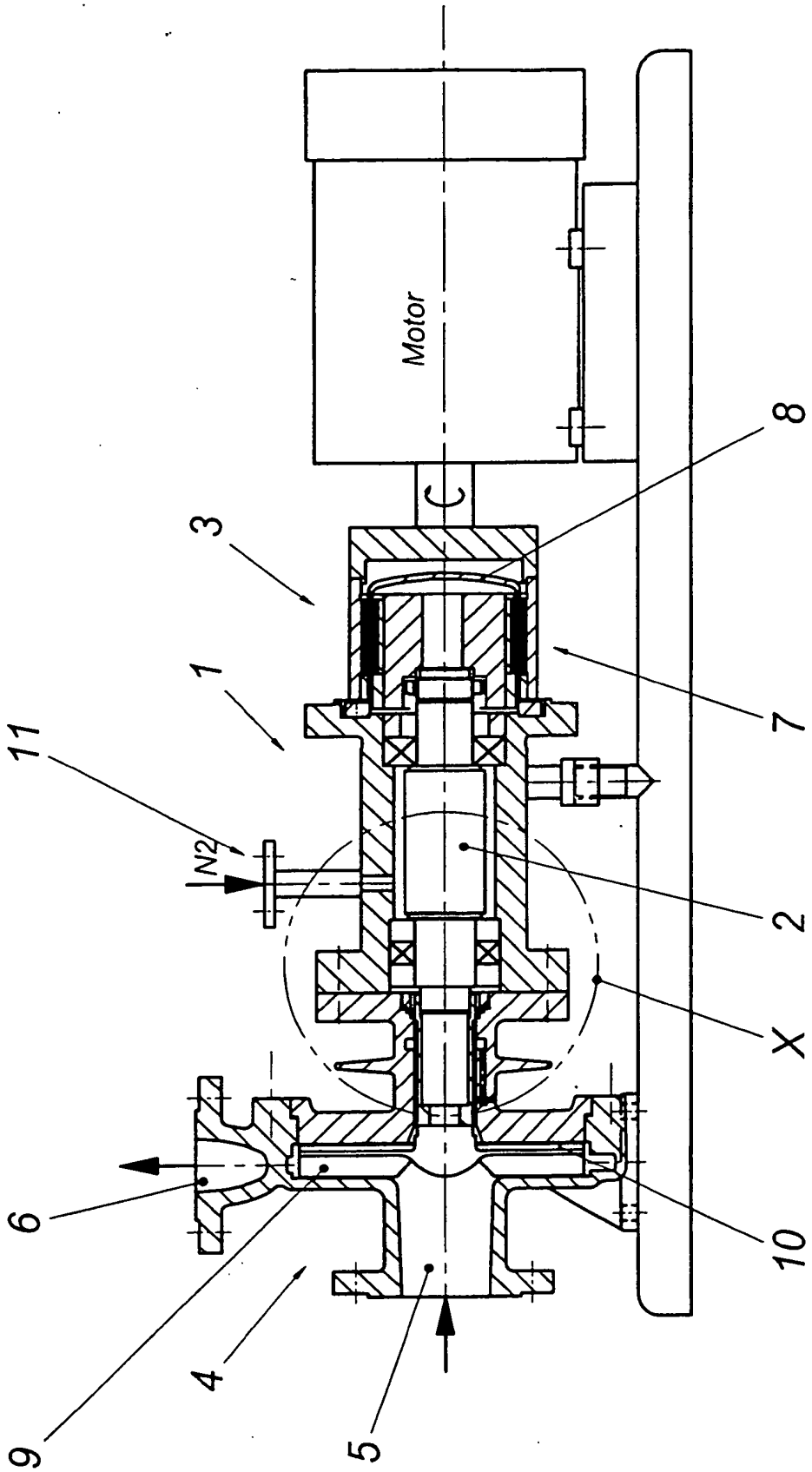


Fig. 1

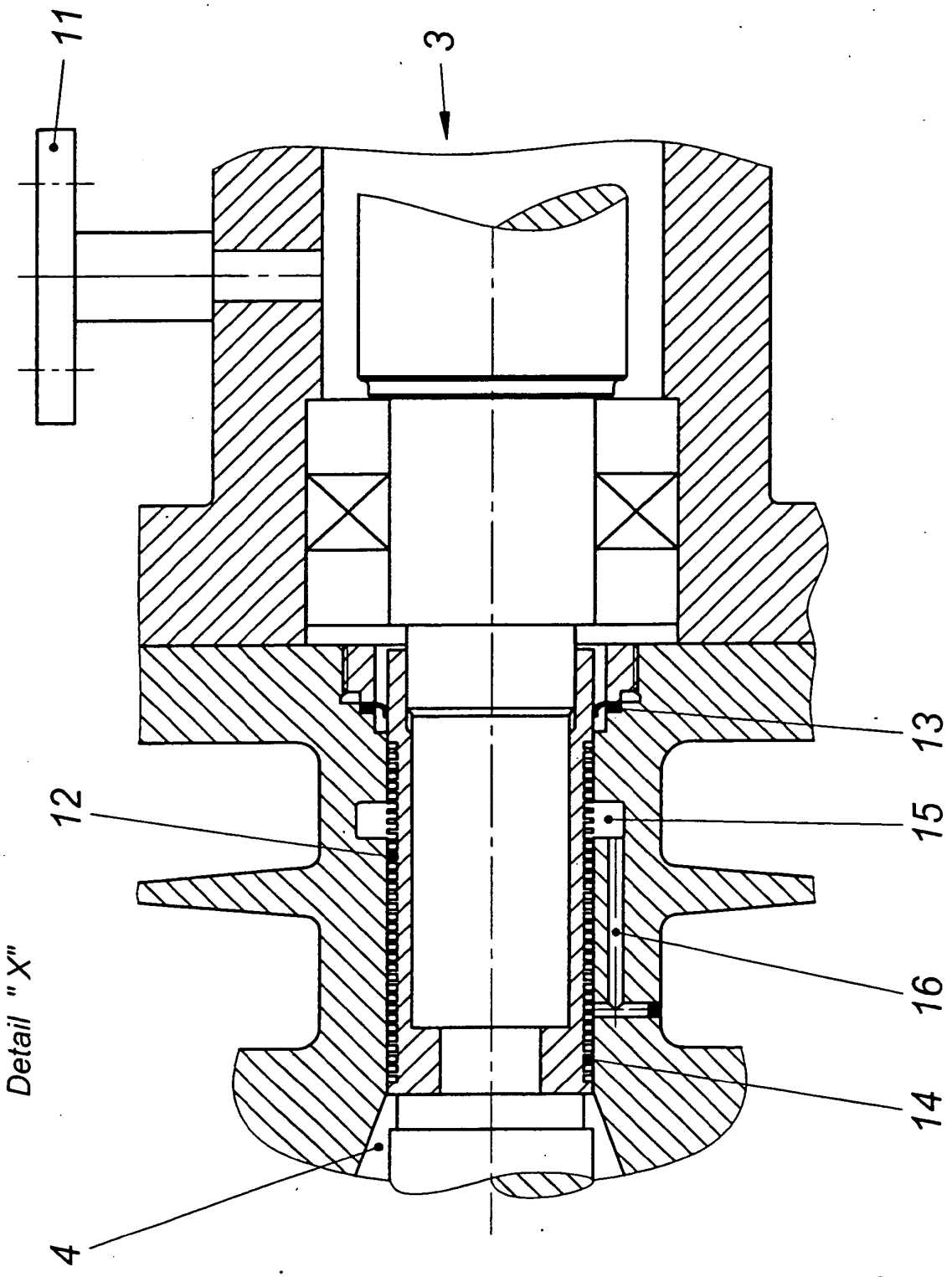


Fig. 2

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

- US 2959133 A **[0001]**