

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
6. September 2013 (06.09.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/127687 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F01D 11/02 (2006.01) F16J 15/32 (2006.01)
F16J 15/44 (2006.01) F16J 15/16 (2006.01)
F16J 15/447 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/053448

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. Februar 2013 (21.02.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
12157049.3 27. Februar 2012 (27.02.2012) EP

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
[DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder: PÖTTER, Rudolf; Altendorfer Str. 559, 45355
Essen (DE).

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

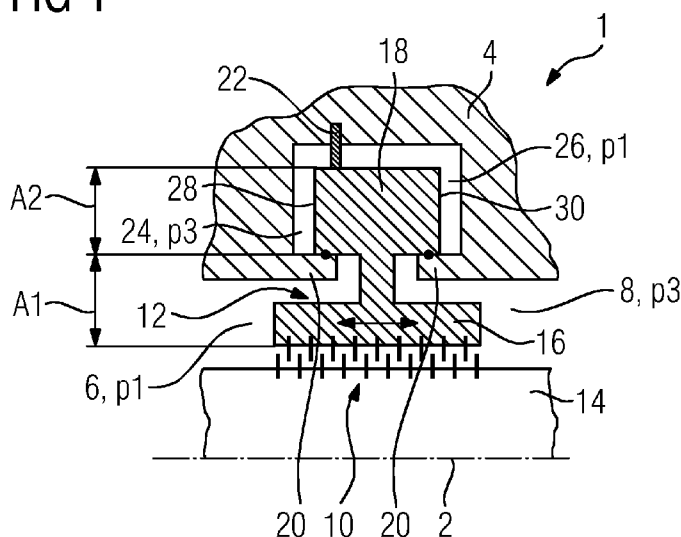
— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

(54) Title: AXIALLY MOVABLE SEALING DEVICE OF A TURBOMACHINE

(54) Bezeichnung : AXIAL VERSCHIEBBARE DICHTVORRICHTUNG EINER STRÖMUNGSMASCHINE

FIG 1



(57) Abstract: The invention relates to a
sealing device (12) for sealing off two regions
(6, 8) of a turbomachine (1) from each other,
said regions being arranged at an axial distance
from each other, the aim being that said sealing
device enables higher efficiency of the
turbomachine while being less technically
complex. To achieve said aim, the sealing
device comprises a labyrinth seal (10) having a
first molded part (14) arranged on a shaft (2)
of the turbomachine (1) and a second molded
part (16) arranged on a housing (4) of the
turbomachine (1) in an axially movable manner,
wherein the second molded part (16) has a
projection (18) that extends into the housing
(4), wherein a first surface (28) of the
projection (18) facing the first region (6)
bounds a first pressure-controllable chamber
(24) and a second surface (30) of the projection
(18) facing the second region (8) bounds a
second pressure-controllable chamber (26), and
wherein the pressures (p1, p3) of the first and
second pressure-controllable chambers (24, 26)
are controlled in such a way that the force
arising due to the pressure difference between
the chambers (24, 26) counterbalances the force

on the second molded part (16) and the projection (18) arising due to the pressure difference of the first and second regions (6, 8).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Eine Dichtvorrichtung (12) zur Abdichtung zweier axial voneinander beabstandeter Bereiche (6, 8) einer Strömungsmaschine (1) gegeneinander soll einen höheren Wirkungsgrad der Strömungsmaschine bei geringerer technischer Komplexität erlauben. Dazu umfasst sie eine Labyrinthdichtung (10) mit einem ersten an einer Welle (2) der Strömungsmaschine (1) angeordneten Formteil (14) und einem zweiten, an einem Gehäuse (4) der Strömungsmaschine (1) axial verschiebbar angeordneten Formteil (16), wobei das zweite Formteil (16) einen sich in das Gehäuse (4) erstreckenden Fortsatz (18) aufweist, wobei eine dem ersten Bereich (6) zugewandte erste Oberfläche (28) des Fortsatzes (18) eine erste druckregelbare Kammer (24) begrenzt und eine dem zweiten Bereich (8) zugewandte zweite Oberfläche (30) des Fortsatzes (18) eine zweite druckregelbare Kammer (26) begrenzt, und wobei die Drücke (p_1 , p_3) der ersten und zweiten druckregelbaren Kammer (24, 26) derart geregelt sind, dass die durch den Druckunterschied zwischen den Kammern (24, 26) entstehende Kraft die durch den Druckunterschied des ersten und des zweiten Bereiches (6, 8) entstehende Kraft auf das zweite Formteil (16) und den Fortsatz (18) ausgleicht.

Beschreibung

AXIAL VERSCHIEBBARE DICHTVORRICHTUNG EINER STRÖMUNGSMASCHINE

5

Die Erfindung betrifft eine Dichtvorrichtung zur Abdichtung zweier axial voneinander beabstandeter Bereiche einer Strömungsmaschine gegeneinander.

- 10 Eine Strömungsmaschine ist eine Fluidenergiemaschine, bei der die Energieübertragung zwischen Fluid und Maschine in einem offenen Raum durch eine Strömung nach den Gesetzen der Fluid-
dynamik über den Umweg der kinetischen Energie erfolgt. Strömungsmaschinen umfassen insbesondere Turbinen, die wiederum
15 Gas- und Dampfturbinen umfassen.

- In einer Turbine wird die innere Energie (Enthalpie) eines strömenden Fluids (Dampf oder Gas) in Rotationsenergie und letztlich in mechanische Antriebsenergie umwandelt. Dem Flu-
20 idstrom wird durch die möglichst wirbelfreie laminare Umströmung der Turbinenschaufeln ein Teil seiner inneren Energie (bestehend aus Bewegungs-, Lage- und Druckenergie) entzogen, der auf die Laufschaufeln der Turbine übergeht.

- 25 Über diese wird dann die Welle der Turbine, an der die Laufschaufeln befestigt sind, in Drehung versetzt. Die nutzbare Leistung wird an eine angekuppelte Arbeitsmaschine, wie beispielsweise an einen Generator, abgegeben.

- 30 Innerhalb der Turbine sind zum Einschluss des Gases vielfältige Maßnahmen zur Abdichtung erforderlich, insbesondere in den dynamischen Bereichen, d. h. zwischen Gehäuse und beweglicher Welle. Mit verschiedenen Dichtungstypen, wie Bürsten-, Labyrinth-, Spitze-Spitze- und/oder Durchblickdichtungen werden insbesondere bei Dampfturbinen Bereiche, die an die
35 rotierende Welle grenzen, axial voneinander getrennt. Die Bürstendichtung ist hierbei am effektivsten. Jedoch wird befürchtet, dass durch ungleichmäßigen Wärmeeintrag durch Rei-

bung der Bürsten auf der Welle rotordynamische Probleme auftreten. Daher wird die Bürstendichtung nur an sehr ausgewählten Stellen eingesetzt.

5 Weiterhin ist die Labyrinthdichtung deutlich effektiver als die Spitze-Spitze- oder die Durchblickdichtung. Die Dichtwirkung der Labyrinthdichtung beruht auf strömungstechnischen Effekten durch die Verlängerung des abzudichtenden Spaltes. Die Wegverlängerung wird in der Regel durch ein Ineinandergreifen, die so genannte Verkämmung von Formteilen auf der
10 Welle und dem feststehenden Gehäuseteil erreicht.

Problematisch ist hierbei, dass die Labyrinthdichtung vergleichsweise intolerant bei Verschiebungen der Welle im Betrieb ist. Diese entstehen typischerweise in axialer Richtung
15 auf Grund von thermischer Belastung. Der Abstand und die Kammdichte der Formteile müssen so weit ausgelegt sein, dass Verschiebungen kompensiert werden können. Dadurch verringert sich aber die Dichtwirkung und damit die Effektivität der
20 Dichtung.

Die axialen Verschiebungen nehmen mit zunehmendem Abstand vom Axiallager auf der Welle zu. Daher werden Labyrinthdichtungen insbesondere bei Dampfturbinen üblicherweise nur in der Nähe
25 des Axiallagers eingesetzt. An anderen Wellendichtungen wird die Spitze-Spitze-Dichtung eingesetzt. Auf Grund der geringeren Effektivität der Spitze-Spitze-Dichtungen sind in diesem Fall aber technisch aufwändige Sperr- und Wrasendampfsysteme erforderlich. Außerdem senkt eine geringere Effektivität der
30 Dichtung den Wirkungsgrad der Strömungsmaschine.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Dichtvorrichtung anzugeben, die einen höheren Wirkungsgrad der Strömungsmaschine bei geringerer technischer Komplexität erlaubt.
35

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, indem die Dichtvorrichtung eine Labyrinthdichtung mit einem ersten an einer Welle (2) der Strömungsmaschine (1) anordbaren Formteil (14)

und einem zweiten, an einem Gehäuse (4) der Strömungsmaschine (1) axial verschiebbar angeordneten Formteil (16) und einer dem zweiten Formteil (16) zugeordneten Axialverschiebeeinrichtung, wobei das zweite Formteil (16) einen sich in das Gehäuse (4) erstreckenden, im axialen Querschnitt T-förmigen Fortsatz (18) aufweist, der in Nasen (20) des Gehäuses in beiden axialen Richtungen dampfdicht abschließend eingreift, wobei eine dem ersten Bereich (6) zugewandte erste axiale Oberfläche (28) des Fortsatzes (18) eine erste Kammer (24) begrenzt und eine dem zweiten Bereich (8) zugewandte zweite axiale Oberfläche (30) des Fortsatzes (18) eine zweite Kammer (26) begrenzt, und wobei die erste Kammer (24) über eine Verbindungsleitung mit dem Druck (p3) im zweiten Bereich (8) beaufschlagt ist und die zweite Kammer (26) über eine weitere Verbindungsleitung mit dem Druck (p1) im ersten Bereich (6) beaufschlagt ist, und die Flächen (A1, A2) der jeweiligen axialen Projektion jeweils der ersten Oberfläche (28) und der an den zweiten Bereich (8) angrenzenden Oberfläche und der zweiten Oberfläche (30) und der an den ersten Bereich (6) angrenzenden Oberfläche des zweiten Formteils (16) und des Fortsatzes (18) gleich sind.

Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, dass ein höherer Wirkungsgrad bei gleichzeitig geringerer technischer Komplexität dadurch erreichbar wäre, wenn auch bei größeren Abständen vom Axiallager ein Einsatz der vergleichsweise effektiveren Labyrinthdichtung möglich wäre. Dazu muss die Labyrinthdichtung aber derart beschaffen sein, dass die axiale Verschiebung der Welle im Betrieb ohne Effektivitätsverlust kompensiert werden kann, d. h. insbesondere ohne großzügigere Auslegung der Verkämmung. Dies ist erreichbar, indem der stationäre Teil der Labyrinthdichtung auf dem Gehäuse ebenfalls axial verschiebbar ausgestaltet wird.

Hierbei ist jedoch sicherzustellen, dass die axiale Verschiebung des Formteils am Gehäuse tatsächlich nur parallel zur axialen Verschiebung der Welle erfolgt und nicht durch die Druckunterschiede zwischen den abzudichtenden axialen Berei-

chen verursacht wird. Dazu sollten die durch die Druckunterschiede entstehenden Kräfte ausgeglichen werden. Dies ist erreichbar, indem das dem Gehäuse zugeordnete Formteil der Labyrinthdichtung einen sich in das Gehäuse erstreckenden Fortsatz aufweist, wobei eine dem ersten Bereich zugewandte erste Oberfläche des Fortsatzes eine erste druckregelbare Kammer begrenzt und eine dem zweiten Bereich zugewandte zweite Oberfläche des Fortsatzes eine zweite druckregelbare Kammer begrenzt. Durch entsprechende Druckbeaufschlagung der Kammern können dann Kräfte auf den Fortsatz und damit das Formteil ausgeübt werden. Die Drücke der ersten und zweiten druckregelbaren Kammer sind dabei derart geregelt, dass die durch den Druckunterschied zwischen den Kammern entstehende Kraft die durch den Druckunterschied des ersten und des zweiten Bereiches entstehende Kraft auf das zweite Formteil und den Fortsatz ausgleicht.

Vorteilhafterweise umfasst dabei eine Trennwand zwischen erster und zweiter Kammer eine Bürstendichtung. Dadurch lassen sich die Kammern technisch vereinfacht als eine einzige Kammer ausbilden, die lediglich durch die Bürstendichtung voneinander getrennt sind. Die Bürstendichtung kann dabei entweder am Gehäuse oder aber an dem Fortsatz selbst angeordnet werden.

Die Bürstendichtung zwischen den Kammern bietet zudem den weiteren Vorteil, dass eine Fixierung des Formteils in radialer Richtung besonders einfach zu bewerkstelligen ist: Vorteilhafterweise ist dazu die Bürstendichtung derart angeordnet, dass die jeweilige radiale Projektion der Oberfläche des Fortsatzes, die an die jeweiligen Kammern angrenzen, in derjenigen Kammer am größten ist, in der im Betriebszustand der Strömungsmaschine der höchste Druck herrscht. Durch den höheren Druck wird der Fortsatz und damit das Formteil in radialer Richtung zum Zentrum der Strömungsmaschine gedrückt.

Eine technisch besonders einfache Ausgestaltung der Dichtvorrichtung ist möglich, indem vorteilhafterweise der Druck in

der ersten Kammer dem Druck im zweiten abzudichtenden Bereich entspricht und der Druck in der zweiten Kammer dem Druck im ersten abzudichtenden Bereich entspricht. Somit kann der Druck in den Kammern durch einfache Verbindungsleitungen eingestellt werden. Sind dann in weiterer vorteilhafter Ausgestaltung die Flächen der jeweiligen axialen Projektion jeweils der

- dem ersten Bereich zugewandten Oberfläche in der jeweiligen Kammer und der an den zweiten Bereich angrenzenden Oberfläche und der

- dem zweiten Bereich zugewandten Oberfläche in der jeweiligen Kammer und der an den ersten Bereich angrenzenden Oberfläche

des zweiten Formteils und des Fortsatzes gleich, werden die Kräfte stets ausgeglichen, da durch gleiche Flächen und gegengleiche Drücke jeweils die gleichen, entgegengesetzt wirkenden Kräfte erzeugt werden. Dadurch ist mit besonders einfachen Mitteln ein Ausgleich der durch den Druckunterschied in den abzudichtenden Bereichen entstehenden Kräfte erreicht.

Zur Verschiebung des dem Gehäuse zugeordneten Formteils der Labyrinthdichtung parallel zur Verschiebung der Welle ist diesem vorteilhafterweise eine Axialverschiebeeinrichtung zugeordnet. Dadurch lässt sich das Formteil in axialer Richtung parallel zur Verschiebung der Welle bewegen und die Labyrinthdichtung kann mit entsprechend geringem Spiel ausgelegt werden. Durch den Ausgleich der axialen Kräfte, die durch den Druckunterschied der abzudichtenden Bereiche verursacht werden, kann die Axialverschiebeeinrichtung vergleichsweise einfach ausgelegt werden, da sie keine großen Kräfte erzeugen muss.

In vorteilhafter Ausgestaltung umfasst die Axialverschiebeeinrichtung einen Magneten. Durch eine magnetische Kraftübertragung insbesondere mittels Permanentmagneten kann die Verschiebung des dem Gehäuse zugeordneten Formteils berührungslos erfolgen.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung ist einer der abzudichtenden Bereiche mit der Labyrinthdichtung nur über einen Kanal verbunden, wobei der Kanal ein Dichtelement aufweist, das derart ausgebildet ist, dass seine Dichtwirkung von der axialen Abweichung des zweiten Formteils von der Welle abhängig ist. Dadurch ist es möglich, eine automatische Verschiebung des dem Gehäuse zugeordneten Formteils über Erzeugung einer entsprechenden Druckdifferenz und damit Kraft zu erreichen. Der Druck im Kanal wird dann nämlich von der Dichtwirkung des Dichtelements beeinflusst und kann zur Kraftgenerierung für die automatische Verschiebung genutzt werden.

Vorteilhafterweise erstreckt sich eine mit der Welle verbundene Wand des Kanals zumindest teilweise in radialer Richtung und das Dichtelement ist an dem zweiten Formteil derart angeordnet, dass seine axiale Bewegungsachse die Wand des Kanals trifft. Verschiebt sich die Welle nämlich in Richtung des an den Kanal angrenzenden Bereiches, entfernt sich die mit der Welle verbundene Wand von dem Dichtelement, so dass dessen Dichtwirkung nachlässt. Dadurch sinkt der Druck in dem Kanal. Die axialen Kräfte am Formteil sind nicht mehr ausgeglichen und schieben das Formteil in die gleiche Richtung wie die Welle. Der Spalt im Dichtelement bleibt somit konstant. Das beschriebene axiale Verschieben funktioniert insbesondere dann, wenn über dem Dichtelement eine Druckdifferenz anliegt. Diese ist bei Wellendichtungen im Außengehäuse auch beim An- und Abfahren der Strömungsmaschine durch Sperrbedampfung und laufende Evakuierung möglich.

In vorteilhafter Ausgestaltung umfasst eine Strömungsmaschine eine beschriebene Dichtvorrichtung.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass durch den Ausgleich der Druckunterschiede und die automatische Verschiebung der Dichtung zwischen den abzudichtenden axialen Bereichen einer Strömungsmaschine der Einsatz von Labyrinthdichtungen auch dort möglich wird, wo

vergleichsweise große axiale Verschiebungen der Welle im Betrieb vorkommen. Die Labyrinthdichtung hat gegenüber der bisher ausgeführten Spitze-Spitze-Dichtung eine deutlich bessere Dichtwirkung, auch bei großen axialen relativen Dehnungen.

5 Dies bedeutet eine Turbinen-Mehrleistung. Zusätzlich vereinfacht sich die Auslegung des Sperrdampf- und Wrasendampfsystems. Es kann gegebenenfalls ein kleineres Wrasendampfgebläse gewählt werden.

10 Die Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

FIG 1 einen Schnitt durch die obere Hälfte einer Strömungsmaschine mit einer ersten Ausführungsform, und

15

FIG 2 einen Schnitt durch die obere Hälfte einer Strömungsmaschine mit einer zweiten Ausführungsform.

Gleiche Teile sind in beiden Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

20

Die FIG 1 zeigt einen Schnitt durch die obere Hälfte einer Strömungsmaschine 1, in den Ausführungsbeispielen eine Dampfturbine. Die Schnittebene verläuft dabei axial-radial. In der Achse der Strömungsmaschine 1 ist die Welle 2 angeordnet. An dieser sind die nicht näher gezeigten Laufschaufeln der Dampfturbine befestigt. Weiterhin bildet die Welle 2 außerhalb der gezeigten Dampfturbine die Verbindung zu weiteren Dampfturbinen und dem Generator einer Kraftwerksanlage.

30

Um die Welle herum ist das feststehende Gehäuse 4 angeordnet. Axial voneinander beabstandet sind ein erster Bereich 6 und ein zweiter Bereich 8, in denen im Betrieb der Dampfturbine unterschiedliche Drücke p_1 bzw. p_3 herrschen. Der Druck p_1 ist größer als der Druck p_3 . Die Bereiche 6, 8 sollen gegeneinander abgedichtet werden.

35

Um eine besonders gute Dichtwirkung für einen hohen Wirkungsgrad der Dampfturbine zu erreichen, soll eine Labyrinthdichtung 10 eingesetzt werden. Damit diese mit besonders geringem Spiel ausgelegt werden kann, soll die Dichtung so ausgestaltet sein, dass die Labyrinthdichtung 10 die axiale relative Verschiebung von Welle 2 und Gehäuse 4 kompensieren kann.

Dies ermöglicht die Dichtvorrichtung 12 gemäß der FIG 1 und FIG 2. Die Labyrinthdichtung 10 umfasst ein erstes, an der Welle 2 angeordnetes Formteil 14 sowie ein zweites, dem Gehäuse 4 zugeordnetes Formteil 16. Das Formteil 16 hat einen sich in das Gehäuse 4 erstreckenden Fortsatz 18. Dieser ist im Gehäuse 4 axial verschiebbar gelagert. Er weist eine T-Form auf, die in Nasen 20 des Gehäuses in beiden axialen Richtungen eingreift. Die Form der Nasen 20 und des Fortsatzes 18 ist so gewählt, dass einerseits ein dampfdichter Abschluss zu den Bereichen 6, 8 möglich ist und andererseits ein Verkippen des Fortsatzes ausgeschlossen ist.

Um den oberen Teil des Fortsatzes 18 herum ist ein Freiraum angeordnet, der durch eine an der radialen Außenfläche des Fortsatzes angeordnete Bürstendichtung 22 in eine erste und eine zweite Kammer 24, 26 geteilt wird. Die Kammer 24 begrenzt dabei die dem ersten Bereich 6 zugewandte Oberfläche 28 des oberen Teiles des Fortsatzes 18, die Kammer 26 begrenzt die dem zweiten Bereich 8 zugewandte Oberfläche 30 des oberen Teiles des Fortsatzes 18.

Zum Ausgleich der Kräfte durch die Druckdifferenz von p_1 und p_3 ist nun die Kammer 24 mit dem Druck p_3 beaufschlagt, die Kammer 26 mit dem Druck p_1 . Dies kann durch einfache, nicht gezeigte Verbindungsleitungen mit den Bereichen 8 bzw. 6 geschehen. Dadurch, dass die radiale Außenfläche des Fortsatzes 18 durch die entsprechende Anordnung der Bürstendichtung 22 in der Kammer 26 größer ist als in der Kammer 24, wird der Fortsatz 18 mit dem Formteil 16 durch den hohen Druck p_1 stets in Richtung der Welle 2 gepresst.

Gleichzeitig entspricht die Fläche A2 der Oberflächen 28, 30 exakt der Fläche A1 der axialen Projektion des Formteils 16 und dessen Fortsatz 18, soweit diese an die Bereiche 6 bzw. 8 angrenzen. Da die Drücke in den Kammern 24, 26 somit gegen-
5 gleich zu den Drücken in den Drücken in den Bereich 6, 8, während die Flächen A1, A2 gleich sind. Dadurch werden die Kräfte auf Formteil 16 und Fortsatz 18 ausgeglichen. Eine Verschiebung des Formteils 16 ist nun mit einer nicht näher dargestellten Axialverschiebeeinrichtung mit Permanentmagne-
10 ten möglich.

FIG 2 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel. Hierbei wird im Folgenden nur auf die Unterschiede zur FIG 1 eingegangen.

15 Die Dichtvorrichtung 12 gemäß FIG 2 zeigt zusätzlich eine an der Welle 2 im Bereich 8 angeordnete Wand 32, die sich in radialer Richtung nach außen erstreckt. Dadurch bildet sich zwischen Wand 32 und Formteil 16 ein Kanal 34. Der Kanal 34 ist mit einem Dichtelement 36 gegen den Bereich 8 abgedich-
20 tet. Der Kanal 34 wird während des Betriebs von der Labyrinthdichtung 14 mit Dampf gespeist und über das Dichtelement 36 entleert. Im Kanal 34 stellt sich somit ein Druck p_2 ein, der zwischen dem Druck p_1 (vor der Labyrinthdichtung 14) und dem Druck p_3 (hinter dem Dichtelement 36) liegt. Der Druck-
25 abfall über das Dichtelement 36 fällt mit dem Abstand des Formteils 16 und der Wand 32; der Druck p_2 gleicht sich dem Druck p_3 an.

An dem Formteil 16 wirken über den Druck p_1 auf die Flächen
30 A1 und A4, über den Druck p_2 auf die Fläche A6 und mit dem Druck p_3 auf die Flächen A2 und A5. Die Flächen A1, A2, A4, A5 und A6 sind so austariert, dass das Formteil 16 und den Fortsatz 18 bezüglich der Drücke p_1 , p_2 und p_3 kraftfrei sind.

35

Verschiebt sich die Welle 2 von dem Ort 6 hin zum Ort 8, vergrößert sich der Spalt im Dichtelement 36. Die daraus resultierende größere Entleerung senkt den Druck p_2 , der mit der

Fläche A6 axial auf das Formteil 16 wirkt. In der Folge wird das Formteil 16 von Ort 6 hin zum Ort 8 durch die nun nicht mehr ausgeglichenen Druckkräfte verschoben, bis sich wieder ein Gleichgewicht einstellt.

5

Sofern über dem Dichtelement 36 keine Druckdifferenz anliegt, kommt auch hier die zusätzliche Axialverschiebeeinrichtung zur Anwendung.

10

Patentansprüche

1. Dichtvorrichtung (12) zur Abdichtung zweier axial von-
5 einander beabstandeter Bereiche (6, 8) einer Strömungs-
maschine (1) gegeneinander, umfassend eine Labyrinthdich-
tung (10) mit einem ersten an einer Welle (2) der Strö-
mungsmaschine (1) anordbaren Formteil (14) und einem zwei-
ten, an einem Gehäuse (4) der Strömungsmaschine (1) axial
10 verschiebbar angeordneten Formteil (16) und einer dem zwei-
ten Formteil (16) zugeordneten Axialverschiebeeinrichtung,
wobei das zweite Formteil (16) einen sich in das Gehäuse
(4) erstreckenden, im axialen Querschnitt T-förmigen Fort-
satz (18) aufweist, der in Nasen (20) des Gehäuses in bei-
15 den axialen Richtungen dampfdicht abschließend eingreift,
wobei eine dem ersten Bereich (6) zugewandte erste axiale
Oberfläche (28) des Fortsatzes (18) eine erste Kammer (24)
begrenzt und eine dem zweiten Bereich (8) zugewandte zweite
axiale Oberfläche (30) des Fortsatzes (18) eine zweite Kam-
20 mer (26) begrenzt, und wobei die erste Kammer (24) über
eine Verbindungsleitung mit dem Druck (p3) im zweiten Be-
reich (8) beaufschlagt ist und die zweite Kammer (26) über
eine weitere Verbindungsleitung mit dem Druck (p1) im ers-
ten Bereich (6) beaufschlagt ist, und
25 die Flächen (A1, A2) der jeweiligen axialen Projektion je-
weils der
- ersten Oberfläche (28) und der an den zweiten Bereich (8)
angrenzenden Oberfläche und der
- zweiten Oberfläche (30) und der an den ersten Bereich (6)
30 angrenzenden Oberfläche
des zweiten Formteils (16) und des Fortsatzes (18) gleich
sind.
2. Dichtvorrichtung (12) nach Anspruch 1,
35 bei der eine an eine radiale Außenfläche des Fortsatzes
(18) angrenzende Trennwand zwischen erster und zweiter Kam-
mer (24, 26) eine Bürstendichtung (22) umfasst.

3. Dichtvorrichtung (12) nach Anspruch 2,
bei der die Bürstendichtung (22) derart angeordnet ist,
dass die jeweilige radiale Projektion der Oberfläche des
Fortsatzes (18), die an die jeweiligen Kammern (24, 26) an-
5 grenzen, in derjenigen Kammer (26) am größten ist, in der
im Betriebszustand der Strömungsmaschine (1) der höchste
Druck (p_1) herrscht, so dass der Fortsatz (18) mit dem
Formteil (16) durch den Druck (p_1) in Richtung der Welle
(2) gepresst wird.
- 10 4. Dichtvorrichtung (12) nach einem der vorhergehenden An-
sprüche,
mit einer dem zweiten Formteil (16) zugeordneten Axialver-
schiebeeinrichtung.
- 15 5. Dichtvorrichtung (12) nach Anspruch 6,
bei der die Axialverschiebeeinrichtung einen Magneten um-
fasst.
- 20 6. Strömungsmaschine (1) mit einer Dichtvorrichtung (12)
nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/053448

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F01D11/02 F16J15/44 F16J15/447 F16J15/32 F16J15/16
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F01D F16J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 41 15 626 A1 (MOOG CONTROLS [US] MOOG INC [US]) 2 January 1992 (1992-01-02) the whole document	1-6
A	US 2012/014778 A1 (NARITA KENJIRO [JP] ET AL) 19 January 2012 (2012-01-19) figures 1-18	1-4,6
Y	JP 8 284609 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 29 October 1996 (1996-10-29) abstract; figures 1-4	1-6
A	JP 4 339103 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 26 November 1992 (1992-11-26) abstract; figure 1	1,3,4,6
	----- -/-	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 April 2013

Date of mailing of the international search report

10/04/2013

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Koch, Rafael

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/053448

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2012/027582 A1 (NATARAJAN RAJASEKAR [IN] ET AL) 2 February 2012 (2012-02-02) paragraphs [0018], [0019], [0020], [0025] - [0028]; figures 3-5 -----	1-6
A	EP 1 614 862 A1 (HITACHI LTD [JP]) 11 January 2006 (2006-01-11) figures 1, 10 -----	1,4,6
Y	JP 4 187801 A (HITACHI LTD) 6 July 1992 (1992-07-06) abstract; figures 1-13 -----	2,3
A	EP 1 298 366 A2 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 2 April 2003 (2003-04-02) paragraph [0039] - paragraph [0046]; figures 5,6 -----	1
A	EP 1 942 294 A1 (SIEMENS AG [DE]) 9 July 2008 (2008-07-09) paragraph [0023] - paragraph [0025]; figures 2-5 -----	1,3,4,6
A	GB 2 336 408 A (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 20 October 1999 (1999-10-20) figures 1-8 -----	1,4,6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/053448

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4115626	A1	02-01-1992	CA 2042238 A1 29-12-1991
			DE 4115626 A1 02-01-1992
			FR 2676793 A1 27-11-1992
			GB 2245666 A 08-01-1992
			JP 3086280 B2 11-09-2000
			JP H04231777 A 20-08-1992
			US 5015000 A 14-05-1991
US 2012014778	A1	19-01-2012	EP 2410134 A1 25-01-2012
			US 2012014778 A1 19-01-2012
JP 8284609	A	29-10-1996	-----
JP 4339103	A	26-11-1992	-----
US 2012027582	A1	02-02-2012	DE 102011052347 A1 02-02-2012
			FR 2963386 A1 03-02-2012
			JP 2012031996 A 16-02-2012
			US 2012027582 A1 02-02-2012
EP 1614862	A1	11-01-2006	DE 602005003510 T2 30-10-2008
			EP 1614862 A1 11-01-2006
			JP 4412081 B2 10-02-2010
			JP 2006022682 A 26-01-2006
			US 2006034685 A1 16-02-2006
			US 2009185896 A1 23-07-2009
			US 2009196738 A1 06-08-2009
JP 4187801	A	06-07-1992	-----
EP 1298366	A2	02-04-2003	CA 2404453 A1 28-03-2003
			CN 1410691 A 16-04-2003
			DE 60207955 T2 31-08-2006
			EP 1298366 A2 02-04-2003
			JP 3702212 B2 05-10-2005
			JP 2003106105 A 09-04-2003
			US 2003062686 A1 03-04-2003
EP 1942294	A1	09-07-2008	NONE
GB 2336408	A	20-10-1999	GB 2336408 A 20-10-1999
			GB 2372298 A 21-08-2002
			US 6220602 B1 24-04-2001

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F01D11/02 F16J15/44 F16J15/447 F16J15/32 F16J15/16 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F01D F16J		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 41 15 626 A1 (MOOG CONTROLS [US] MOOG INC [US]) 2. Januar 1992 (1992-01-02) das ganze Dokument	1-6
A	US 2012/014778 A1 (NARITA KENJIRO [JP] ET AL) 19. Januar 2012 (2012-01-19) Abbildungen 1-18	1-4,6
Y	JP 8 284609 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 29. Oktober 1996 (1996-10-29) Zusammenfassung; Abbildungen 1-4	1-6
A	JP 4 339103 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 26. November 1992 (1992-11-26) Zusammenfassung; Abbildung 1	1,3,4,6
	-/-	
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
2. April 2013		10/04/2013
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Koch, Rafael

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2012/027582 A1 (NATARAJAN RAJASEKAR [IN] ET AL) 2. Februar 2012 (2012-02-02) Absätze [0018], [0019], [0020], [0025] - [0028]; Abbildungen 3-5 -----	1-6
A	EP 1 614 862 A1 (HITACHI LTD [JP]) 11. Januar 2006 (2006-01-11) Abbildungen 1, 10 -----	1,4,6
Y	JP 4 187801 A (HITACHI LTD) 6. Juli 1992 (1992-07-06) -----	2,3
A	Zusammenfassung; Abbildungen 1-13 -----	1
A	EP 1 298 366 A2 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 2. April 2003 (2003-04-02) Absatz [0039] - Absatz [0046]; Abbildungen 5,6 -----	1,3,4,6
A	EP 1 942 294 A1 (SIEMENS AG [DE]) 9. Juli 2008 (2008-07-09) Absatz [0023] - Absatz [0025]; Abbildungen 2-5 -----	1,4,6
A	GB 2 336 408 A (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 20. Oktober 1999 (1999-10-20) Abbildungen 1-8 -----	1,4-6

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/053448

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4115626	A1	02-01-1992	CA 2042238 A1 29-12-1991
			DE 4115626 A1 02-01-1992
			FR 2676793 A1 27-11-1992
			GB 2245666 A 08-01-1992
			JP 3086280 B2 11-09-2000
			JP H04231777 A 20-08-1992
			US 5015000 A 14-05-1991
US 2012014778	A1	19-01-2012	EP 2410134 A1 25-01-2012
			US 2012014778 A1 19-01-2012
JP 8284609	A	29-10-1996	-----
JP 4339103	A	26-11-1992	-----
US 2012027582	A1	02-02-2012	DE 102011052347 A1 02-02-2012
			FR 2963386 A1 03-02-2012
			JP 2012031996 A 16-02-2012
			US 2012027582 A1 02-02-2012
EP 1614862	A1	11-01-2006	DE 602005003510 T2 30-10-2008
			EP 1614862 A1 11-01-2006
			JP 4412081 B2 10-02-2010
			JP 2006022682 A 26-01-2006
			US 2006034685 A1 16-02-2006
			US 2009185896 A1 23-07-2009
			US 2009196738 A1 06-08-2009
JP 4187801	A	06-07-1992	-----
EP 1298366	A2	02-04-2003	CA 2404453 A1 28-03-2003
			CN 1410691 A 16-04-2003
			DE 60207955 T2 31-08-2006
			EP 1298366 A2 02-04-2003
			JP 3702212 B2 05-10-2005
			JP 2003106105 A 09-04-2003
			US 2003062686 A1 03-04-2003
EP 1942294	A1	09-07-2008	KEINE
GB 2336408	A	20-10-1999	GB 2336408 A 20-10-1999
			GB 2372298 A 21-08-2002
			US 6220602 B1 24-04-2001
