

(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

30. Juni 2016 (30.06.2016)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2016/102182 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F16C 17/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/078950

(22) Internationales Anmelde datum:  
8. Dezember 2015 (08.12.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2014 226 840.0  
22. Dezember 2014 (22.12.2014) DE

(71) Anmelder: ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE];  
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: VOGT, Andreas; Kiebitzweg 8, 71272  
Renningen (DE).

(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,

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,  
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA,  
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, ST,  
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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

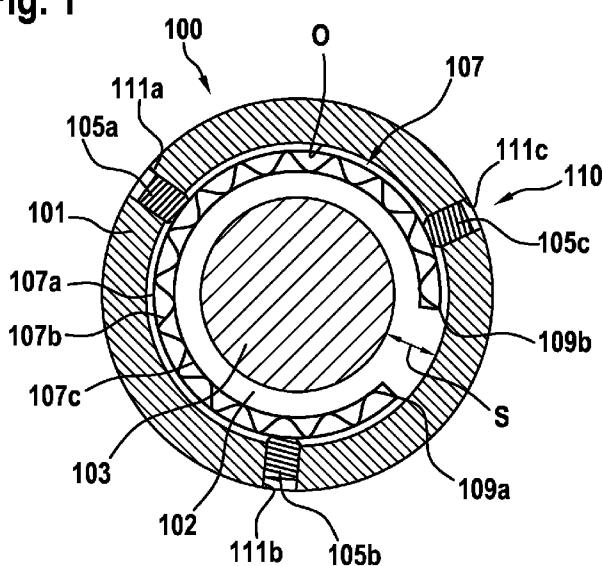
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz  
3)

(54) Title: FOIL BEARING, METHOD FOR SETTING A GAP GEOMETRY OF A FOIL BEARING, AND CORRESPONDING  
PRODUCTION METHOD OF A FOIL BEARING

(54) Bezeichnung : FOLIENLAGER, VERFAHREN ZUM EINSTELLEN EINER SPALTGEOMETRIE EINES FOLIENLAGERS  
UND ENTSPRECHENDES HERSTELLUNGSVERFAHREN EINES FOLIENLAGERS

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to a foil bearing, to a method for setting a gap geometry of a foil bearing, and to a corresponding production method for a foil bearing. The foil bearing (100) comprises: a bearing back (101) having a passage opening (102), wherein a shaft (103) can be arranged in the passage opening in such a way that there is a gap (S) between the shaft and the bearing back; a foil assembly (107) having a first inner circumference (U), comprising a first, segment-shaped foil (107a), which is arranged adjacent to the bearing back in the gap (S), a second, segment-shaped foil (107b), which is arranged adjacent to the first foil in the gap (S), and a third, segment-shaped foil (107c), which is arranged between the shaft and the second foil in the gap (S); and a setting mechanism (110) for setting the inner circumference (U) of the foil assembly (107).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung schafft ein  
Folienger, ein Verfahren zum Einstellen einer  
Spaltgeometrie eines Foliengagers und ein entsprechendes  
Herstellungsverfahren

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



---

für ein Folienlager. Das Folienlager (100) weist einen Lagerrücken (101) mit einer Durchgangsöffnung (102), wobei eine Welle (103) in der Durchgangsöffnung derart anordenbar ist, dass zwischen der Welle und dem Lagerrücken ein Spalt (S) besteht, eine Folienanordnung (107) mit einem ersten inneren Umfang (U) aufweisend: eine erste, segmentförmige Folie (107a), welche in dem Spalt (S), zu dem Lagerrücken benachbart angeordnet ist, eine zweite, segmentförmige Folie (107b), welche in dem Spalt (S), zu der ersten Folie benachbart angeordnet ist und eine dritte, segmentförmige Folie (107c), welche in dem Spalt (S), zwischen der Welle und der zweiten Folie angeordnet ist, und einen Einstellmechanismus (110) zum Einstellen des inneren Umfangs (U) der Folienanordnung (107) auf.

- 1 -

5 Beschreibung

Titel

Folienlager, Verfahren zum Einstellen einer Spaltgeometrie eines Folienlagers  
und entsprechendes Herstellungsverfahren eines Folienlagers

10

Die Erfindung betrifft ein Folienlager, ein Verfahren zum Einstellen einer Spaltgeometrie eines Folienlagers und ein entsprechendes Herstellungsverfahren eines Folienlagers.

15

Stand der Technik

Folienlager werden bei einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt, besonders in hochdrehenden Anwendungen, zum Beispiel in thermischen Strömungsmaschinen, Turboladern, Kompressoren usw.

20

Folienlager sind ein spezieller Typ von Gleitlagern. Es sind aerodynamische Lager, die für hohe Drehzahlen ausgelegt sind. Folienlager der ersten Generation bestehen aus der sogenannten Deckfolie, der Wellfolie und dem Lagerrücken. Zur Verbesserung der Stabilität einer Welle in diesem Lagerrücken werden über den Umfang verteilt mehrere, typischerweise drei Vorspannelemente (z. B. Materialstreifen mit rechteckigem Querschnitt und der Länge der Lagerbreite, sogenannte „shims“) zwischen dem Lagerrücken und der Wellfolie eingelegt. Ohne derartige Vorspannelemente erfolgt der aerodynamische Druckaufbau nur an einer Stelle in Wellenumfangsrichtung, nämlich dort, wo die Welle durch eine äußere Kraft bedingt an der Deckfolie anliegt. Mit den Vorspannelementen erfolgt der Druckaufbau hingegen an z.B. drei Stellen am Umfang.

25

Figur 3 zeigt eine schematische Ansicht zur Erläuterung eines beispielhaften Folienlagers 300 ohne Vorspannelemente.

30

35

Das Folienlager 300 weist einen Lagerrücken 101, eine Welle 103, eine Folienanordnung 107 mit einer Deckfolie 107b sowie einer Wellfolie 107a auf. Die Folienanordnung 107 ist in einem Spalt 303 zwischen der Welle 103 und dem Lagerrücken 101 angeordnet. In Fig. 3 liegt die Welle 103 nur an einem Querschnittspunkt an der Deckfolie 107b an. Dadurch entsteht ein sich in 5 Umfangsrichtung verengender Spalt 303, in dem sich der hydro- bzw. aerodynamische Druck aufbauen kann. Die Druckverteilung in dem Folienlager ist mit der Kurve 301 schematisch skizziert.

10

In der Figur 4 ist ein weiteres beispielhaftes Folienlager 400 mit Vorspannelementen 401, 403, 405 dargestellt.

15

Das Folienlager 400 weist einen Lagerrücken 101, eine Welle 103, eine Folienanordnung 407, 407', 407" mit jeweils einer Deckfolie 407b und einer Wellfolie 407a auf. Die Folienanordnung 107 ist in einem Spalt 409 zwischen der Welle 103 und dem Lagerrücken 101 angeordnet. Zur Stabilisierung der Welle sind in dem Spalt zusätzlich die Vorspannelemente 401, 403, 405 angeordnet.

20

In Figur 4 ist zu erkennen, dass durch die Vorspannelemente 401, 403, 405 über den Lagerumfang an mehreren Stellen sich verengende Spalte zwischen der Welle 103 und der Deckfolie 407b entstehen. An jeder dieser Verengung baut sich jeweils ein aerodynamischer Druck auf, welcher die Welle trägt und sie in radialer Richtung positioniert. Die Position und die Höhe der Vorspannelemente 401, 403, 405 legen die Geometrie des Aufbaus fest. Nach der Montage der 25 Folienanordnung 407, 407', 407" und der Vorspannelemente 401, 403, 405 ist die Geometrie des Lagers 400 jedoch nicht mehr veränderbar, die Lage und die Stärke der Druckverläufe sind dann nur noch von den Betriebsbedingungen (Geschwindigkeit, Viskosität des Mediums und der Temperatur) abhängig.

25

30 Die US 2004/0042691 A1 offenbart ein Folienlager mit einer Mehrzahl an ringsegmentförmigen Folien, welche in einem Spalt zwischen einer Welle und einem Lagerrücken angeordnet sind. Der Lagerrücken ist dabei von Pins durchbohrt, wobei die Länge, mit der die Pins aus dem Lagerrücken herausragen

von einem dem Lagerrücken umgebenden drehbaren Ring eingestellt werden kann.

5 Die US 2003/0118257 A1 zeigt ein Folienlager mit einer Vielzahl von piezoelektrischen Aktuatoren. Das Folienlager umfasst ein Gehäuse sowie eine Mehrzahl an Folien zum Tragen einer rotierenden Welle. Die piezoelektrischen Aktuatoren sind dazu eingerichtet, die Steifheit und den Dämpfungskoeffizienten des Lagers einzustellen.

10 Offenbarung der Erfindung

Die Erfindung schafft ein Folienlager nach Anspruch 1, ein Verfahren zum Einstellen einer Spaltgeometrie eines Folienlagers nach Anspruch 9 und ein entsprechendes Herstellungsverfahren für ein Folienlager nach Anspruch 10.

15 Bevorzugte Weiterbildungen sind Gegenstand der jeweiligen Unteransprüche.

Vorteile der Erfindung

20 Die der vorliegenden Erfindung zugrunde liegende Idee besteht darin, zusätzlich zu den bisher verwendeten Deck- und Wellfolien in einem Folienlager eine Unterseitenfolie (sogenannte „bottom foil“) einzulegen. Diese Unterseitenfolie ist zwischen dem Lagerrücken und der Wellfolie angeordnet. Eine Folienanordnung eines erfindungsgemäßen Folienlagers weist demnach eine Folienanordnung mit einer Unterseiten-, einer Trag- sowie einer Deckfolie auf.

25 Das Folienlager weist zudem einen Einstellmechanismus auf, mit welchem ein innerer Umfang einer Folienanordnung eingestellt werden kann.

30 Dabei ist der Einstellmechanismus geeignet, die Unterseitenfolie passend elastisch zu verformen. Dies resultiert in einer einstellbaren Spaltgeometrie.

35 Somit ermöglicht die vorliegende Erfindung einen Ausgleich von Fertigungstoleranzen bei der Herstellung von Folienlagern, aufgrund derer die Spaltgeometrie eines Folienlagers variieren kann. Dabei ist ein zu kleiner Spalt

nachteilig für den Wirkungsgrad des Lagers, da dies zu einem Anstreifen der Ränder am Gehäuse mit anschließendem Ausfall der Strömungsmaschine führen kann. Ein zu großer Spalt hingegen reduziert die Tragkraft des Lagers. Durch das nachträgliche Einstellen der Spaltgeometrie, welches mit der vorliegenden Erfindung bereitgestellt wird, können Fertigungstoleranzen korrigiert werden und insbesondere kann die Welle in radialer Richtung positioniert werden.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung wird der Lagerrücken in Umfangsrichtung und/oder in axialer Richtung an einer oder mehreren Positionen mit Bohrungen versehen. In diese Bohrungen werden Schrauben eingesetzt, die je nach Einschraubtiefe die Unterseitenfolie, die Wellfolie und auch die Deckfolie zur Lagermitte drücken. Durch diese Ausgestaltung des Einstellmechanismus ist eine besonders flexible und leicht zu handhabende Ausführungsform des Einstellmechanismus bereitgestellt.

Durch die flexible Einstellbarkeit der Spaltgeometrie zwischen der Welle und dem Lager kann somit auch das Tragverhalten eines Folienlagers flexibel eingestellt werden.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist der Einstellmechanismus in Umfangsrichtung und/oder in axialer Richtung eine erste, zweite und/oder dritte Schraube auf, wodurch die Folienanordnung in axialer und/oder radialer Richtung positionierbar ist. Schrauben gewährleisten eine flexible Einstellmöglichkeit der Spaltgeometrie des Folienlagers. Schrauben sind jedoch auch hinsichtlich ihrer geringen Herstellungskosten sowie ihrer einfachen Bedienbarkeit für einen Anwender mit handelsüblichen Werkzeugen vorteilhaft.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung sind die Unterseitenfolie, die Wellfolie und die Deckfolie jeweils als segmentförmige Folien ausgebildet. Unter einer segmentförmigen Folien ist dabei eine gekrümmte Folie zu verstehen, welche zumindest einen Teil eines im Wesentlichen ringförmigen Elements bildet. Die Deckfolie weist an einem ersten bzw. zweiten Ende eine erste bzw. zweite Kante auf, wobei die erste und die zweite Kante einen Winkel von mindestens  $340^\circ$  einschließen, dh. die Deckfolie ist im Wesentlichen umlaufen ausgebildet und weist eine Unterbrechung von bis zu  $20^\circ$  auf. Die Winkelangabe

340° bezieht sich dabei auf den Kreisbogen, welcher die Deckfolie aufweist. Somit ist die Deckfolie und folglich auch die Folienanordnung lediglich näherungsweise ringförmig ausgebildet. Der Winkel zwischen der ersten Kante und der zweiten Kante der Deckfolie gewährleistet flexible Verformbarkeit der Folienanordnung. Wird der Winkel zwischen der ersten und der zweiten Kante jedoch zu klein, wirkt sich dies negativ auf die Stabilität und die Tragkraft der Folien und des Folienlagers aus. Somit stellt der genannte Winkel einen optimalen Kompromiss zwischen der Einstellbarkeit der Spaltgeometrie und der Tragkraft des Lagers dar. Die Wellfolie kann insbesondere auch an mehreren Stellen unterbrochen sein und muss nicht die gleiche Geometrie wie die Deckfolie aufweisen. Beispielsweise kann die Wellfolie derart ausgebildet sein, dass diese in Umfangsrichtung in drei Segmente unterteilt ist. Abhängig von der Anzahl der Wellfoliensegmente werden diese derart zueinander beabstandet sein, dass sich der Abstand zwischen Wellfoliensegmenten in Umfangsrichtung zu ca. 15° aufsummiert. Beispielsweise bei drei Wellfoliensegmenten wird sich zwischen jeweils zwei Wellfoliensegmenten ein Abstand von ca. 5°-10° ergeben. Mit derartigen Größenordnungen ist eine flexible und unabhängige Verformbarkeit der Wellfoliensegmente zueinander gewährleistet.

20 Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist der Einstellmechanismus zumindest teilweise in dem Lagerrücken angeordnet. Die Anordnung in dem Lagerrücken gewährleistet eine leichte Zugänglichkeit für einen Anwender, der somit die Spaltgeometrie eines erfindungsgemäßen Folienlagers leicht einstellen kann.

25 Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist der Einstellmechanismus eine erste Endposition und eine zweite Endposition auf und ist zwischen der ersten und der zweiten Endposition kontinuierlich einstellbar. Die kontinuierliche Einstellbarkeit zwischen der ersten und der zweiten Position gewährleistet eine flexible Einstellmöglichkeit, welche exakt an die vorherrschenden Bedingungen angepasst werden kann.

30 Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung berührt die dritte Folie die Welle, wenn der Einstellmechanismus in seiner zweiten Position ist. Demnach ist

die zweite Endposition als Anschlag ausgebildet und somit ist auch ein beliebig kleiner Spalt zwischen der Welle und dem Lagerrücken einstellbar.

5 Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung erzwingt der Einstellmechanismus in seiner ersten Position einen ersten Umfang mit einem ersten Radius der Folienanordnung und in seiner zweiten Position einen zweiten Umfang mit einem zweiten Radius der Folienanordnung, wobei der erste Umfang sich vom zweiten Umfang um einen Faktor 0,999 unterscheidet. Durch diese Bandbreite eines möglichen erzwungenen Umfangs der Folienanordnung wird eine maximal mögliche Bandbreite der einstellbaren Spaltgeometrie erreicht.

10 Dies entspricht beispielsweise einer halben Schmierfilmhöhe eines Gasfilms in einem Folienlager. Bei einer Durchgangsöffnung von 15mm Durchmesser mit einem Lagerspiels von ca. 20 µm beträgt der Gasfilm ca. 5 - 10 µm.

15 Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist die zweite Folie als Metallgewebe ausgebildet. Hierdurch ist die zweite Folie besonders flexibel verformbar.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

20 Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand von Ausführungsformen mit Bezug auf die Figuren erläutert.

25 Es zeigen:

Figur 1 schematische Querschnittsansicht eines Folienlagers gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

30 Figur 2 schematische Querschnittsteilansicht von Figur 1;

Figur 3 schematische Querschnittsansicht eines beispielhaften Folienlagers;

35 Figur 4 schematische Querschnittsansicht eines beispielhaften Folienlagers;

## Ausführungsformen der Erfindung

5 In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche bzw. funktionsgleiche Elemente.

Figur 1 zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines Folienlagers 100 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

10 Dabei wird das Folienlager 100 von einem Lagerrücken 101 begrenzt. Innerhalb des Lagerrückens 101 ist der Einstellmechanismus 110 angeordnet und durch Schrauben 105a-c, welche jeweils in einer Bohrung 111a-c angeordnet sind, ausgebildet. Innerhalb des Lagerrückens ist eine Durchgangsöffnung 102 ausgebildet, in welcher eine Welle 103 mittig angeordnet ist. Die Welle 103 ist von einem gleichmäßigen Spalt S mit in Umfangsrichtung konstanter Breite umgeben. Innerhalb des Spalts, zwischen einer inneren Oberfläche O des Lagerrückens 101 und der Welle 103 ist die Folienanordnung 107 ausgebildet. Die Folienanordnung 107 umfasst drei Folien, eine erste Folie 107a, eine zweite Folie 107b und eine dritte Folie 107c. Dabei ist die erste Folie 107a als Unterseitenfolie, die zweite Folie 107b als Wellfolie und die dritte Folie 107c als Deckfolie ausgebildet.

15

20 In dieser Ausführungsform sind die Folien 107a-c zylindersegmentförmig ausgebildet. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass die Folien 107a-c auch von anderer Form sein können, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen. Die Folien 107a-c weisen jeweils eine erste Kante 109a sowie eine zweite Kante 109b auf. Die Kanten 109a und 109b schließen in der nicht maßstabsgereuen Zeichnung einen Winkel von 320° bzw. 40° ein. Das heißt, dass die Folien einen Winkel von 320° eines Vollkreises umlaufen und dass in dem Restbereich von 40° keine Folien angeordnet sind. In der Praxis wird sich in der Regel ein Winkel von ca. 345° ergeben.

25

30 In Figur 1 ist der Einstellmechanismus 110 bzw. die Schrauben 105a-c in einer ersten Position gezeigt, in der die Schrauben 105a-c bündig mit der inneren Oberfläche des Lagerrückens abschließen. Somit liegen die Folien 107a-c an der

35

inneren Oberfläche O des Lagerrückens 101 an und ein maximal breiter Spalt S ist durch den Einstellmechanismus 110 bzw. durch die Schrauben 105a-c eingestellt.

5 Figur 2 zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines Ausschnittes eines Folienlagers 100 gemäß Figur 1.

10 In Figur 2 ist der Einstellmechanismus 110 durch eine Schraube 105a ausgebildet. Figur 2 zeigt die Schraube 105a in einer weiteren Position, welche von der ersten Position gemäß Figur 1 verschieden ist. Dabei ist die Schraube 105a tiefer in die Bohrung 111a des Lagerrückens 101 hineingeschraubt, so dass diese nicht mehr bündig mit der inneren Oberfläche des Lagerrückens 101 abschließt, sondern aus dieser hervorsteht. Somit wird die Folienanordnung 107 durch die Schraube 105a von der inneren Oberfläche O des Lagerrückens 101 weggedrückt. Demnach wird ein geringerer Umfang der Folienanordnung 107 erzwungen.

15

20 Obwohl die vorliegende Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt. Insbesondere sind die genannten Materialien und Topologien nur beispielhaft und nicht auf die erläuternden Beispiele beschränkt.

25 Das Design des Folienlagers ist nicht auf die oben beschriebenen Ausführungsformen beschränkt, sondern kann beliebig an die jeweilige Applikation angepasst werden. Beispielsweise können die Anzahl der Schrauben eines Einstellmechanismus an die vorherrschenden Gegebenheiten angepasst werden. Ferner ist die Form des Folienlagers, des Lagerrückens, der Folienanordnung sowie der Welle nicht auf die dargestellte Zylinderform beschränkt.

30 Die Erfindung kann bei allen Folienlagern angewendet werden, deren Aufbau eine Wellfolie (sogenannte „bump foil“) und eine Deckfolie (sogenannte „top foil“) beinhaltet. Außerdem kann die Erfindung auch bei sogenannten „mesh foil“-Lagern angewendet werden. Bei einem „mesh foil“-Lager ist die Wellfolie durch ein Metallvlies ersetzt.

35

## Ansprüche

5

## 1. Folienlager (100) aufweisend:

- 10 - einen Lagerrücken (101) mit einer Durchgangsöffnung (102), wobei eine Welle (103) in der Durchgangsöffnung derart anordnbar ist, dass zwischen der Welle und dem Lagerrücken ein Spalt (S) besteht,
- eine Folienanordnung (107) mit einem ersten inneren Umfang (U) aufweisend:
  - 15 - eine erste, segmentförmige Folie (107a), welche in dem Spalt (S), zu dem Lagerrücken benachbart angeordnet ist,
  - eine zweite, segmentförmige Folie (107b), welche in dem Spalt (S), zu der ersten Folie benachbart angeordnet ist,
  - eine dritte, segmentförmige Folie (107c), welche in dem Spalt (S), zwischen der Welle und der zweiten Folie angeordnet ist,
- einen Einstellmechanismus (110) zum Einstellen des inneren Umfangs (U) der Folienanordnung (107).

## 2. Folienlager (100) nach Anspruch 1, wobei der Einstellmechanismus (110) 25 eine erste Schraube (105a) und/oder eine erste und eine zweite Schraube (105a, 105b) und/oder eine erste, eine zweite und eine dritte Schraube (105a, 105b, 105c) aufweist, wodurch die Folienanordnung in axialer und/oder radialer Richtung positionierbar ist.

## 30 3. Folienlager (100) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die dritte segmentförmige Folie jeweils zwischen einer ersten Kante (109a) an einem ersten Ende der Folie und einer zweiten Kante (109b) an einem zweiten Ende der Folie mindestens 340° einschließen.

- 10 -

4. Folienlager (100) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Einstellmechanismus (110) zumindest teilweise in dem Lagerrücken (101) angeordnet ist.
5. Folienlager (100) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Einstellmechanismus eine erste und eine zweite Endposition aufweist und zwischen der ersten und der zweiten Endposition kontinuierlich einstellbar ist.
10. Folienlager (100) nach Anspruch 5, wobei die dritte Folie (107c) die Welle berührt, wenn der Einstellmechanismus in seiner zweiten Position ist.
15. Folienlager (100) nach Anspruch 5, wobei der Einstellmechanismus in seiner zweiten Position einen vom ersten Umfang (U) verschiedenen, zweiten Umfang der Folienanordnung erzwingt, wobei der vom ersten Umfang (U) verschiedenen Umfang um einen Faktor 0,999 gegenüber dem ersten Umfang, wenn der Einstellmechanismus in seiner ersten Position ist, reduziert ist.
20. Folienlager (100) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die zweite Folie (107b) als Metallgewebe ausgebildet ist.
25. 9. Verfahren zum Einstellen einer Spaltgeometrie eines Folienlagers mit den folgenden Schritten:
  - Bereitstellen eines Folienlagers (100) nach Anspruch 1,
  - Bestimmen eines einzustellenden und/oder vorherrschenden Betriebszustandes und/oder einer einzustellenden und/oder vorherrschenden Drehzahl einer in dem Folienlager gelagerten Welle (103),
  - Bestimmen einer geeigneten Spaltgeometrie unter Verwendung des bestimmten einzustellenden und/oder vorherrschenden Betriebszustandes und/oder der einzustellenden und/oder vorherrschenden Drehzahl und

- 11 -

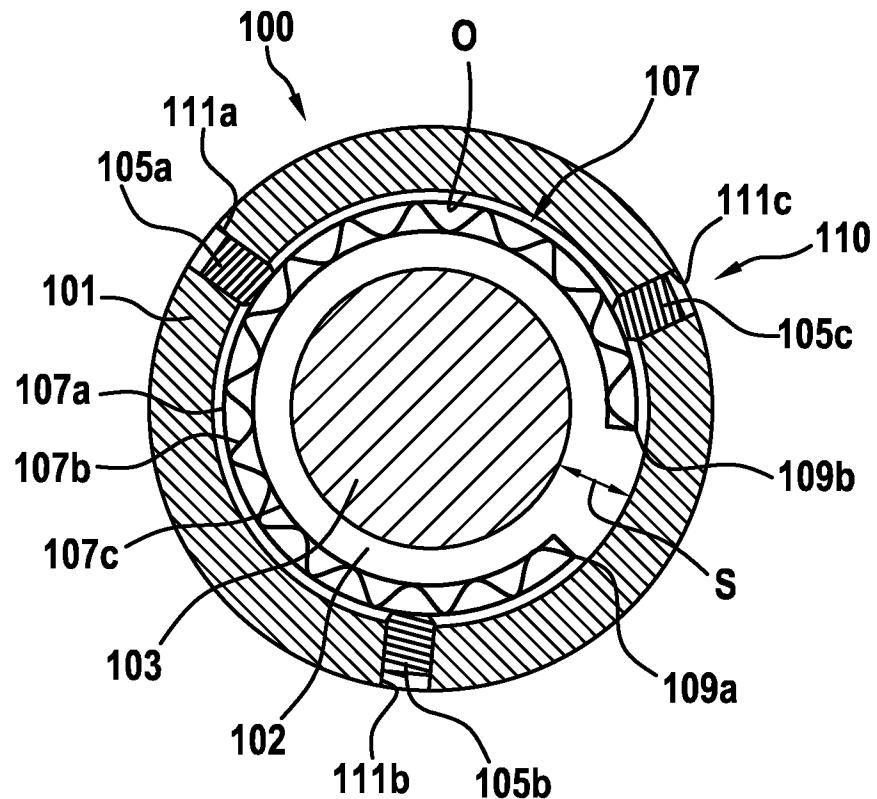
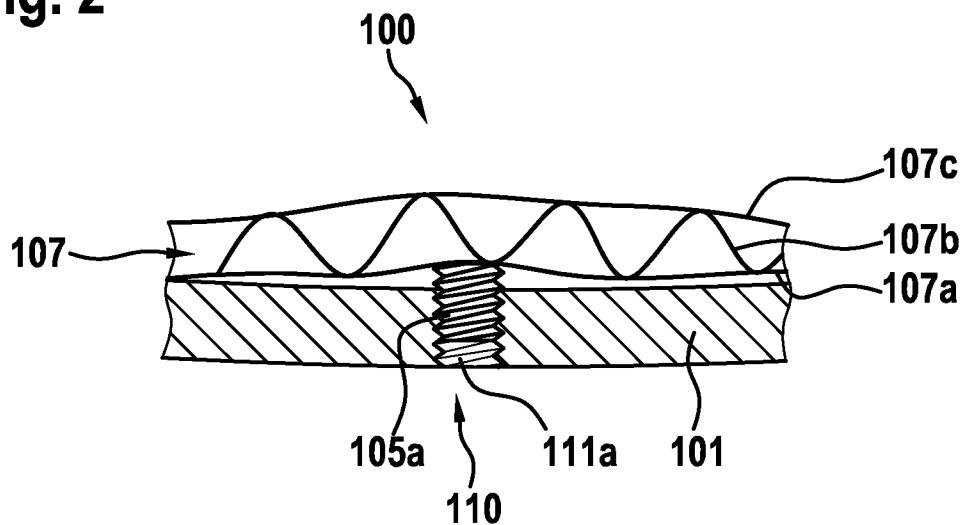
- Positionieren des Einstellmechanismusses (110) zum Einstellen der bestimmten Spaltgeometrie.

10. Herstellungsverfahren für ein Folienlager nach einem der Ansprüche 1-8,  
5 mit den folgenden Schritten:

- Bereitstellen eines Lagerrückens,
- Bereitstellen einer ersten, zweiten und dritten Folie,
- Bereitstellen eines Einstellmechanismusses,
- Anordnen des Einstellmechanismusses innerhalb des Lagerrückens und
- Anordnen der Folien innerhalb eines durch den Lagerrücken definierten Hohlraums.

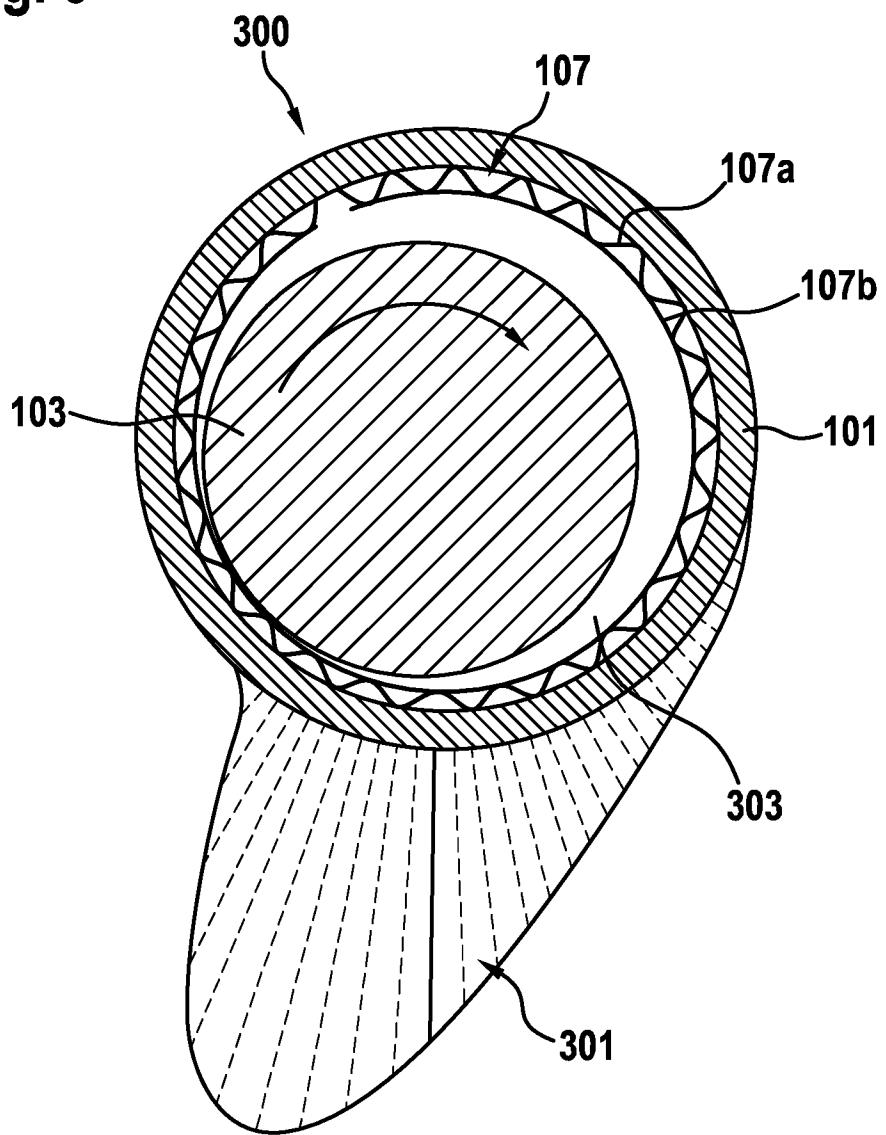
15

1 / 3

**Fig. 1****Fig. 2**

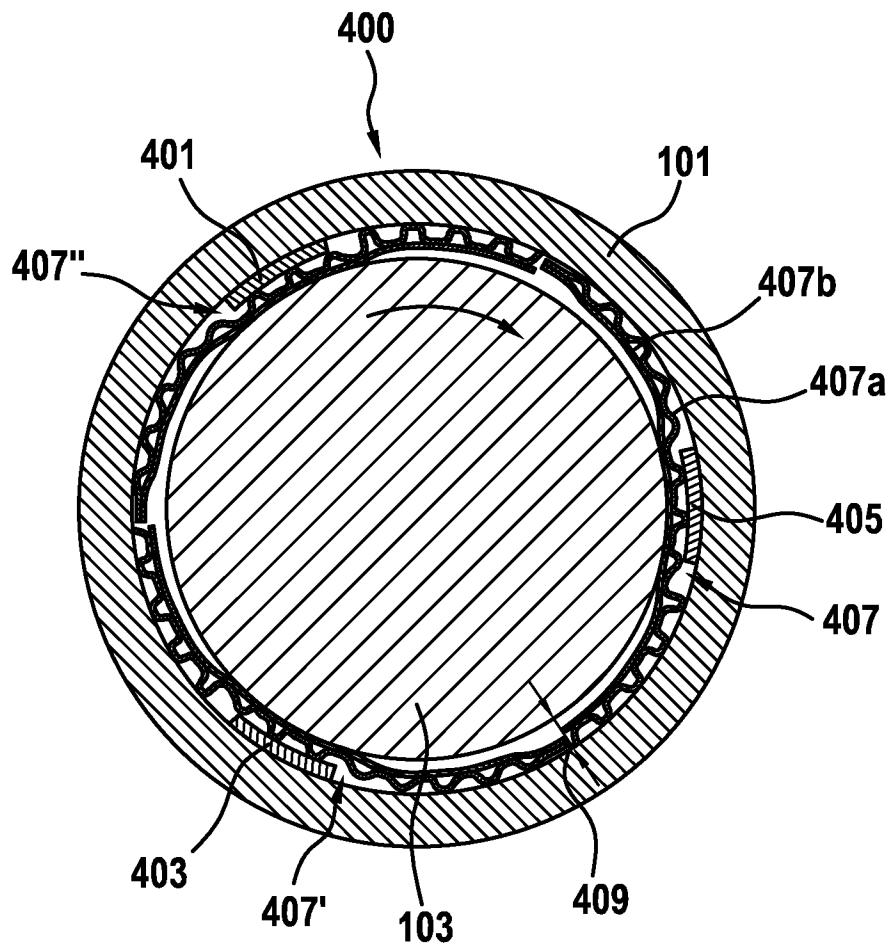
2 / 3

Fig. 3



3 / 3

Fig. 4



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2015/078950

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
INV. F16C17/02  
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)  
F16C

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.
X	WO 2014/070046 A1 (ERMILOV YURY IVANOVICH [RU]) 8 May 2014 (2014-05-08) page 25, line 21 - line 31; figures 1, 5 page 40, line 3 - line 26 page 54, line 1 - line 3 & US 2015/362012 A1 (ERMILOV YURY IVANOVICH [RU]) 17 December 2015 (2015-12-17) -----	1-10
E	RU 2012 146614 A (ERMILOV YURY IVANOVICH [RU]) 10 May 2014 (2014-05-10) claims 9, 19 & EP 2 949 952 A1 (ERMILOV YURY IVANOVICH [RU]) 2 December 2015 (2015-12-02) -----	1-6,9,10
X	RU 2012 146614 A (ERMILOV YURY IVANOVICH [RU]) 10 May 2014 (2014-05-10) claims 9, 19 & EP 2 949 952 A1 (ERMILOV YURY IVANOVICH [RU]) 2 December 2015 (2015-12-02) -----	1-10
X, P	US 6 024 491 A (BAK MICHAEL J [US]) 15 February 2000 (2000-02-15) figures 1, 2 -----	1
X	US 6 024 491 A (BAK MICHAEL J [US]) 15 February 2000 (2000-02-15) figures 1, 2 -----	1,3-5, 7-10
		-/-

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	Date of mailing of the international search report
19 January 2016	26/01/2016
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  Vesselinov, Vladimir

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2015/078950

## C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X,P	RU 2013 148493 A (ERMILOV YURY IVANOVICH [RU]) 10 May 2015 (2015-05-10) claim 19 -----	1-10
X,P	CN 104 653 598 A (UNIV HUNAN) 27 May 2015 (2015-05-27) figure 8 -----	1,4-10

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No  
PCT/EP2015/078950

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)			Publication date
WO 2014070046	A1	08-05-2014	US 2015362012 A1		17-12-2015
			WO 2014070046 A1		08-05-2014
RU 2012146614	A	10-05-2014	EP 2949952 A1		02-12-2015
			RU 2012146614 A		10-05-2014
US 6024491	A	15-02-2000	NONE		
RU 2013148493	A	10-05-2015	NONE		
CN 104653598	A	27-05-2015	NONE		

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/078950

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
INV. F16C17/02  
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
F16C

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.
X	WO 2014/070046 A1 (ERMILOV YURY IVANOVICH [RU]) 8. Mai 2014 (2014-05-08) Seite 25, Zeile 21 - Zeile 31; Abbildungen 1, 5 Seite 40, Zeile 3 - Zeile 26 Seite 54, Zeile 1 - Zeile 3 & US 2015/362012 A1 (ERMILOV YURY IVANOVICH [RU]) 17. Dezember 2015 (2015-12-17) -----	1-10
E	RU 2012 146614 A (ERMILOV YURY IVANOVICH [RU]) 10. Mai 2014 (2014-05-10) Ansprüche 9, 19 & EP 2 949 952 A1 (ERMILOV YURY IVANOVICH [RU]) 2. Dezember 2015 (2015-12-02) -----	1-6,9,10
X	RU 2012 146614 A (ERMILOV YURY IVANOVICH [RU]) 10. Mai 2014 (2014-05-10) Ansprüche 9, 19	1-10
X, P	----- & EP 2 949 952 A1 (ERMILOV YURY IVANOVICH [RU]) 2. Dezember 2015 (2015-12-02) ----- -/-	1



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 erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher 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

19. Januar 2016

26/01/2016

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

Vesselinov, Vladimir

1

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/078950

**C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 024 491 A (BAK MICHAEL J [US]) 15. Februar 2000 (2000-02-15) Abbildungen 1, 2 -----	1,3-5, 7-10
X,P	RU 2013 148493 A (ERMILOV YURY IVANOVICH [RU]) 10. Mai 2015 (2015-05-10) Anspruch 19 -----	1-10
X,P	CN 104 653 598 A (UNIV HUNAN) 27. Mai 2015 (2015-05-27) Abbildung 8 -----	1,4-10

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

**PCT/EP2015/078950**

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie			Datum der Veröffentlichung
WO 2014070046	A1 08-05-2014	US 2015362012	A1	17-12-2015	
		WO 2014070046	A1	08-05-2014	
RU 2012146614	A 10-05-2014	EP 2949952	A1	02-12-2015	
		RU 2012146614	A	10-05-2014	
US 6024491	A 15-02-2000	KEINE			
RU 2013148493	A 10-05-2015	KEINE			
CN 104653598	A 27-05-2015	KEINE			