(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
13. Oktober 2022 (13.10.2022)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/214136 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F16C 17/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2022/100246

(22) Internationales Anmeldedatum:
30. März 2022 (30.03.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2021 108 883.6
09. April 2021 (09.04.2021) DE

(71) Anmelder: **SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO. KG** [DE/DE]; Industriestraße 1-3, 91074 Herzogenaurach (DE).

(72) Erfinder: **HILBINGER, Jürgen**; Georg-Vogel-Straße 3, 91413 Neustadt/A. (DE). **BRAUN, Wolfgang**; Hohe Leiten 3, 97493 Garstadt (DE). **ANGER, Andre**; Parkstr. 14, 91486 Uehlfeld (DE).

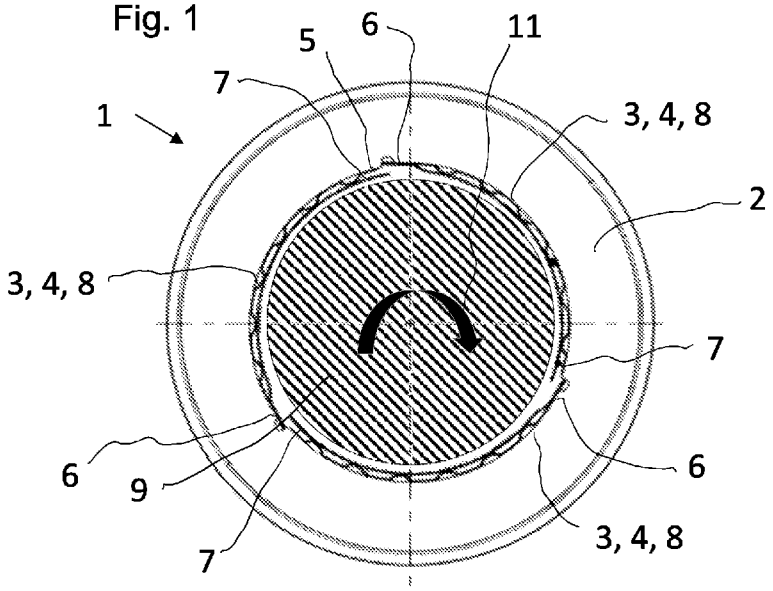
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

WO 2022/214136 A1

(54) **Title:** RADIAL FOIL BEARING HAVING A PLURALITY OF LOAD-BEARING SURFACES AND A DEFINED ANGULAR CONTACT ZONE

(54) **Bezeichnung:** RADIALFOLIENLAGER MIT MEHREREN TRAGFLÄCHEN UND DEFINIERTEM WINKELKONTAKTBEREICH

Fig. 1



(57) **Abstract:** The invention relates to a radial foil bearing having an outer ring (2) and three foil packs, which are formed from a corrugated foil (3) and a cover foil (4), wherein the radial foil bearing (1) is operable in only one direction of rotation (11), wherein a first end (6) of each cover foil (4) is fixedly connected to the outer ring (2) and the second end (7), at the opposite end from the first end (6), of each cover foil (4) is freely movable, wherein the shaft (9) to be supported can come into contact with the cover foil (4) within an angular zone (10) of the freely movable, second end (7) of said cover foil, or the envelope circle (15) of the radial foil bearing (1) comes into contact with the at least one cover foil (4) within the angular zone (10), wherein the cover foil (4) of the one foil pack (8) overlaps, at a radial distance, the cover foil (4) of the foil pack (8) that follows the latter in the circumferential direction.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Radialfolienlager mit einem Außenring (2) und drei Folienpaketen, die aus einer Wellfolie (3) und einer Deckfolie (4) gebildet sind, wobei das Radialfolienlager (1) in nur einer einzigen Drehrichtung (11) betreibbar ist, wobei ein erstes Ende (6) jeder Deckfolie (4) mit dem Außenring (2) fest verbunden und das zweite, dem ersten Ende (6) gegen-

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)*

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

überliegenden Ende (7) der jeden Deckfolie (4) frei beweglich ist, wobei die zu tragende Welle (9) innerhalb eines Winkelbereichs (10) des frei beweglichen, zweiten Endes (7) der Deckfolie (4) mit dieser in Kontakt kommen kann, beziehungsweise der Hüllkreis (15) des Radialfolienlagers (1) mit der zumindest einen Deckfolie (4) innerhalb des Winkelbereichs (10) in Kontakt kommt, wobei sich die Deckfolie (4) des einen Folienpakets (8) mit der Deckfolie (4) des in Umfangsrichtung darauffolgenden Folienpakets (8) mit radialem Abstand überlappt.

RADIALFOLIENLAGER MIT MEHREREN TRAGFLÄCHEN UND DEFINIERTEM WINKELKONTAKTBEREICH

Radialfolienlager sind zur aerodynamischen Lagerung von Wellen vorgesehen, wobei zwischen der Welle und dem Radialfolienlager ein tragendes Gas-/Luftpolster ausgebildet wird. Die Funktionsweise ähnelt der eines hydrodynamischen Gleitlagers jedoch mit dem Unterschied, dass die Welle von dem Radialfolienlager über ein Luftpolster getragen wird und nicht von einem Flüssigkeitspolster eines hydrodynamischen Gleitlagers. Gemeinsam haben beide Funktionsformen, dass erst die Drehbewegung der Welle zum Ausbilden des tragenden Polsters führt.

Folienlager unterscheiden sich von den konventionellen aerodynamischen Lagern durch eine nachgiebige, elastische Struktur zwischen der rotierenden Welle und dem stationären Gehäusebauteil. Durch dieses Merkmal weisen sie gegenüber den konventionellen Luftlagern zwar eine geringere Steifigkeit auf, können sind jedoch an geometrische Luftspaltänderungen durch z.B. Fluchtungsfehler der Lagersitze oder unterschiedlicher Wärmeausdehnung von Welle und Gehäuse anpassen und ermöglichen dadurch in der Praxis in vielen Anwendungen eine höhere Betriebszuverlässigkeit.

Zur Ausbildung des tragenden Luftpolsters weist das Radialfolienlager zumeist eine mit der stillstehenden Welle in Kontakt stehenden Deckfolie sowie eine radial zwischen der Deckfolie und den Außenring des Lagers angeordneten Wellfolie auf, welche in radialer Richtung elastisch einfedern kann. Somit hat grundsätzlich das Radialfolienlager zwei miteinander in Kontakt stehende Folien und einen die Folien tragenden Außenring, damit das Radialfolienlager in einem Gehäuse aufgenommen werden kann. Der Außenring kann auch einteilig von dem Gehäuse ausgebildet sein, in das die Folien des Radialfolienlagers eingesetzt werden.

Wird die Welle in Drehbewegung relativ zum Radialfolienlager versetzt, so wird die in dem vom Stillstand definierten Luftspalt vorhandene Luft verdrängt. Ab einer bestimmten Drehzahl der Welle bildet sich ein Luftpolster zwischen der Deckfolie und der Wel-

le aus, auf dem die Welle gleiten kann. Dabei sorgt das Folienpaket mit seiner Wellfolie und ihrer radialen Federwirkung dafür, dass Schwankungen im Luftdruck oder Vibrationen der Welle in radialer Richtung das Lager nicht beeinträchtigen und somit das Luftpolster tragfähig halten.

Im Stand der Technik sind vielfältige Bauformen von Folienlagern bekannt. Neben den Radialfolienlagern gibt es auch Axialfolienlager, die eine axiale Tragfähigkeit ausbilden können. Die Anordnung der Folien des Lagers sowie deren geometrische Ausbildung sind vielfältig und jedem Anwendungsfall angepasst.

Die EP 2 942 537 A1 zeigt ein Radialfolienlager mit drei Wellfolien und einer nahezu umlaufendenden Deckfolie, wobei die Wellfolien mit einem hakenförmigen Ende jeweils in einen eigenen Schlitz im Außenring eingehakt sind und die Deckfolie mit beiden Enden aneinander anliegend in einen der Schlitze gesteckt ist.

Die EP 3 387 275 A1 zeigt ein Radialfolienlager mit drei Paketen aus Deckfolie und Wellfolie, wobei jedes Paket an jedem Ende der Folien in einen Schlitz des Außenringes gesteckt sind.

Die CN 209 990 776 U zeigt ein Radialfolienlager, bei dem sowohl die Wellfolie als auch die Deckfolie nahezu vollständig umlaufend ausgebildet sind, jeweils in abgewinkeltes Ende aufweisen, mit dem beide Folien in einen gemeinsamen Schlitz gesteckt sind. Anschließend wird diese Verbindung mit einer Schraube verklemmend gesichert.

Als problematisch stellte sich heraus, die Folien zur Optimierung der funktionstüchtigen Tragfähigkeit wirtschaftlich anzuordnen.

Es ist somit die Aufgabe der Erfindung ein Radialfolienlager auszubilden, welches eine wirtschaftliche Anordnung der Folien erlaubt und das Radialfolienlager in seiner Funktion verbessert.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Die erfindungsgemäße Lösung zeichnet sich durch ein Radialfolienlager mit einem Außenring, mindestens einer Wellfolie und mindestens einer Deckfolie aus, wobei die Wellfolie radial zwischen dem Außenring und der Deckfolie angeordnet ist, und drei Folienpakete aus einer Wellfolie und einer Deckfolie gebildet sind, die entlang der und an der Innenumfangsfläche des Außenringes aufeinanderfolgend angeordnet sind und das Radialfolienlager in nur einer einzigen Drehrichtung betreibbar ist, wobei ein erstes Ende jeder Deckfolie mit dem Außenring fest verbunden und das zweite, dem ersten Ende gegenüberliegenden Ende der jeden Deckfolie frei beweglich ist, wobei die zu tragende Welle innerhalb eines definierten Winkelbereichs des frei beweglichen, zweiten Endes der Deckfolie mit eben dieser in Kontakt kommen kann.

Die feste Verbindung des ersten Endes mit dem Außenring ist dergestalt, dass dieses erste Ende unbeweglich mit dem Außenring verbunden ist. Dies ist beispielsweise durch Widerstands-/Punktschweißen oder Laserschweißen erzielbar.

Die Folien des Radialfolienlagers sind als dünne, federnde Blechstreifen ausgebildet und haben in Umfangsrichtung des Radialfolienlagers eine größere geometrische Ausprägung als in axialer Richtung des Radialfolienlagers.

Durch die Erfindung werden Instabilitäten einer zu lagernden Welle bei bereits niedrigen Drehzahlen minimiert. Zudem wird die Abrisskante des Luftstroms aus dem Tragbereich mit dem höchsten Druckaufbau verlagert. Damit kann das Radialfolienlager mit geringeren Abhebedrehzahlen betrieben werden.

Durch eine optimierte, erfindungsgemäße Gestaltung des Radialfolienlagers wird das dynamische Schwingungsverhalten zu einem mit der zu tragenden Welle verbundenen Rotors eines Verdichters optimiert und ein ruhigerer Lauf des Verdichters erreicht.

Diese rotordynamischen Instabilitäten werden hierbei durch die Optimierung des Radialfolienlagers und des definierten Winkelkontaktbereichs minimiert.

Das erfindungsgemäße Radialfolienlager kann mit seinem Außenring in eine Aufnahme eines Verdichters eingesetzt werden, wobei der Verdichter zur Zuführung von Gasen zu einer vorzugsweise automotiven, das heißt in einem mobilen Fahrzeug angebrachten, Brennstoffzelle vorgesehen ist. Alternativ kann ein solcher Verdichter mit dem erfindungsgemäßen Radialfolienlager in einer stationären Brennstoffzelle vorgesehen sein.

Das Radialfolienlager weist an der Innenseite einen bauteilfreien Hüllkreis auf, welcher beim Fügen mit einer zu tragenden Welle von der Welle als maximal zulässiger Bauraum dient.

Eine Ausführung der Erfindung sieht vor, dass der Kontakt zwischen der zu tragenden Welle beziehungsweise dem Hüllkreis und dem zweiten Ende der Deckfolie linienförmig ist und sich in axialer Richtung erstreckt. Die Position der Kontaktlinie befindet sich innerhalb eines Drittels der Umfangslänge der Deckfolie von seinem freien Ende entfernt, wobei die Kontaktlinie mit einer Toleranz von +/- 15% der umfangsseitigen Gesamterstreckungslänge der Deckfolie versehen ist. Bei entsprechend lagerichtigen Lagereinbau entspricht dieser Kontakt bei nicht rotierender Welle auch dem Kontakt zwischen Welle und Deckfolie. In Umfangsrichtung beidseitig dieses Kontaktes bildet sich ein sichelförmiger Spalt aus. Bei Erhöhung der Drehzahl der zu tragenden Welle baut sich in dem an die Folienbefestigung anschließenden sichelförmigen Spalt das tragfähige Luftpolster auf. Durch den eingeprägten Druck und durch die Nachgiebigkeit der Folien wandelt sich der Kontakt zu einem Spalt mit flächiger Ausdehnung und nahezu konstanter radialer Spalthöhe aus, der sich um den vorgenannten Winkelbereich heraum in beiden Umfangsrichtungen ausdehnt und das tragfähige Gas-/Luftpolster ausbildet.

In einer erfindungsgemäßen Ausführung überlappt sich die Deckfolie des einen Foli-

enpakets mit der Deckfolie des in Umfangsrichtung darauffolgenden Folienpakets mit radialem Abstand. Diese Überlappung mit radialem Abstand folgt aus einer radialen Verschränkung zweier aufeinanderfolgender Folien, und zwar so, dass eine erste Deckfolie mit einer Befestigungslasche an seinem ersten Ende mit dem Außenring befestigt ist, wobei die Befestigungslasche auf einem größeren Teilkreis angeordnet ist als die Tragfläche der zweiten, auf die erste in Umfangsrichtung unmittelbar folgenden, Deckfolie auf der der erfindungsgemäße Winkelbereich angeordnet ist. Damit wird die umfangsseitige Tragfähigkeit aller aufeinanderfolgender Winkelbereiche insofern verbessert, dass das Radialfolienlager im Durchmesser kompakter gestaltet werden kann.

Damit wird vorteilhafterweise die umfangsseitige Tragfläche vergrößert und dafür auch der Bauraum in Umfangsrichtung zwischen den einzelnen Folienpaketen deutlich besser genutzt. Das freie (zweite) Ende der Deckfolie eines Folienpaketes kann das feste (erste) Ende der Deckfolie des umfangsseitig drauffolgenden Folienpaketes überlappen – mit radialem Abstand und ohne gegenseitige Kontaktierung oder alternativ mit flächigem Kontakt.

Dabei ist der umfangsseitige Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Deckfolien derart dimensioniert, dass sich diese einander im Betrieb nicht berühren – insbesondere bei Erschütterungen des Radialfolienlagers oder der Welle. Die umfangsseitige Beabstandung ist jedoch auch dergestalt, dass ein Abreißen des Luftpolsters vermieden wird – beispielsweise bemisst sich der Abstand anhand der an dem Ende der Folie auftretenden Turbulenzen.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Radialfolienlagers ist die Summe der einzelnen Deckfolien-Bogenlängen größer ist, als der Innenumfang des Außenrings und sich somit die Deckfolie des einen Folienpakets mit der Deckfolie des in Umfangsrichtung darauffolgenden Folienpakets berührend überlappt. Damit wird auch die umfangsseitige Tragfähigkeit aller aufeinanderfolgender Winkelbereiche insofern verbessert, dass das Radialfolienlager im Durchmesser kompakter gestaltet werden kann.

Insbesondere wird hierbei die zweite Deckfolie, welche die erste Deckfolie durch die Überlappung zum Mittelpunkt des Radialfolienlagers abdeckt, von der ersten Deckfolie gestützt.

Vorteilhafterweise liegen der Radiusmittelpunkt der Deckfolie, der Kontakt zwischen der zu tragenden Welle beziehungsweise dem Hüllkreis zur Deckfolie und der Lagermittelpunkt des Radialfolienlagers auf einer gedachten Geraden. Im Betrieb wird der linienförmige Kontakt wie eingangs beschrieben zur Tragfläche zwischen Deckfolie und zu tragender Welle.

Ferner kann der Radiusmittelpunkt der Deckfolie entlang dieser Geraden um 0,5% bis 7% von Wellenradius exzentrisch zum Lagermittelpunkt des Radialfolienlagers liegen. Damit ist der Deckfolienradius entsprechend größer als der Hüllkreisradius. Durch die eingangs beschriebene geometrische Auslegung bildet sich zwischen dem Folienbefestigungspunkt und der Kontaktlinie zwischen Hüllkreis und Deckfolie ein sichelförmiger Spalt zwischen Welle und Deckfolien aus. Die sich ergebende Sichelform stellt eine optimierte Form eines Keilspaltes dar, durch welche sich der zum Abheben der Welle von der Deckfolie erforderliche Luftdruck bereits bei niedrigeren Drehzahlen ausbildet und bereits eine geringe radiale Einfederung der Wellfolie im Kontaktbereich ausreicht, um eine großflächige und damit tragfähige Tragfläche auszubilden. Durch die beschriebene Geometrie kann die sog. Leerlaufdrehzahl von Brennstoffzellen-Verdichtern gesenkt und damit eine Verbrauchsreduzierung erreicht werden.

Der „Außenring“ im Rahmen der Erfindung kann als separates Bauteil – als „Außenbauteil“ - in ein Gehäuse eingesetzt werden oder einteilig mit dem Gehäuse ausgebildet sein, so der mit dem Gehäuse integral ausgebildete Außenring als Gehäusebohrung vorhanden ist. Im Rahmen der Erfindung wird die mehrteilige Ausführung („Außenbauteil“) und die einteilige Ausführung („Gehäusebohrung“) unter dem Begriff „Außenring“ zusammengeführt. Wesentlich für die Erfindung des Radialfolienlagers ist hierbei, dass die zu tragende Welle beziehungsweise der Hüllkreis in einem definierten Winkelbereich das Folienpaket beziehungsweise die Deckfolie kontaktiert.

Durch die erfindungsgemäße Lösung wird die Qualität der Tragfähigkeit selbst als auch die Abstützung der zu tragenden Welle verbessert. Dies umfasst die möglichst zentrische Positionierung der Welle im statischen Zustand, eine möglichst geringe Abhebedrehzahl, eine möglichst hohe Tragfähigkeit im Betrieb und eine möglichst gute dynamische Rotorstabilität über den gesamten Drehzahlbereich des Verdichters hinweg. Sind mehrere dieser Folienpakete über den Innenumfang der Innenumfangsfläche des Außenrings positioniert, so wird ab drei Folienpaketen zum einen die zentrische Lage der Welle im statischen Zustand optimiert, als auch die dynamische Rotorstabilität dadurch verbessert, dass sich die Welle an mehreren Umfangsstellen abstützen kann und sich somit deren Bewegungsspielraum verringert.
Das Radialfolienlager mit vorteilhafterweise drei Folienpaketen, welche in Umfangsrichtung aufeinanderfolgend angeordnet sind, kann sich nur in einer Drehrichtung bewegen – und ist somit unidirektional ausgebildet. Eine Drehrichtungsumkehr ist, insbesondere im Betrieb, nicht möglich und nicht vorgesehen. Das erfindungsgemäße Radialfolienlager ermöglicht durch seinen Aufbau nur eine Wellendrehrichtung. Auch ist damit ein gerichteter Einbau des Radialfolienlagers nötig, damit die Drehrichtung der zu tragenden Welle der Betriebsdrehrichtung des Radialfolienlagers entspricht.

Vorteilhafterweise ist das Radialfolienlager mit einer Markierung versehen, welche die zulässige Drehrichtung anzeigt, in der das Radialfolienlager zu betreiben und auch mit dieser Information in einer Aufnahme einzubauen ist. Alternativ oder zusätzlich kann eine Markierung die Lage/Position des erfindungsgemäßen Winkelbereichs anzeigen, damit das Radialfolienlager in einer umfangsseitigen Position in der Aufnahme eingesetzt werden kann, so dass die zu tragende Welle im Stillstand durch ihre Gewichtskraft den Kontakt in einem der erfindungsgemäßen Winkelbereiche des Radialfolienlagers findet.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird in den nachfolgenden Figuren näher beschrieben.

Die Figur 1 zeigt ein Radialfolienlager 1 mit einem Außenring 2, einer Wellfolie 3 und einer Deckfolie 4, wobei eine Wellfolie 3 und eine Deckfolie 4 ein Folienpaket 8 bilden. Drei Folienpakete 8 sind über den Umfang des Außenringes 2 aufeinanderfolgend gemustert und im regelmäßigen Abstand zueinander angeordnet. Dabei liegt an einer Innenumfangsfläche 5 des Außenringes 2 die Wellfolie 3 an, welche in Umfangsrichtung des Radialfolienlagers 1 gesehen eine Wellenform aufweist. Auf der dem Außenring 2 gegenüberliegenden Seite der Wellfolie 3 liegt die Deckfolie 4 an der Wellfolie 3 an. Die Wellenform der Wellfolie 3 lässt die Deckfolie 4 zum Außenring 2 hin einfedern, das heißt die radiale Ausdehnung der Wellfolie 3 verringert sich durch das Einfedern. Durch dieses Einfedern verlängert sich die Dimension der Wellfolie 3 in Umfangsrichtung.

Jedes Folienpaket 8 ist mit seiner Deckfolie 4 und seiner Wellfolie 3 an einem gemeinsamen ersten Ende 6 mit dem Außenring 2 fest verbunden. Das andere, zweite Ende 7 des Folienpaketes 8 und damit auch seiner Folien 3, 4 ist in Umfangsrichtung und in radialer Richtung beweglich. Das zweite Ende 7 befindet sich jedoch in Anlage mit der Innenumfangsfläche 5 des Außenringes 2 – die Deckfolie 4 mittelbar über die Wellfolie 3 und die Wellfolie 3 selbst unmittelbar an dem Außenring 2.

Die Drehrichtung 11 der zu tragenden Welle 9 ist im Uhrzeigersinn abgebildet, das heißt, ein gedachter Fixpunkt auf dem Außenumfang der Welle 9 passiert erst das feste erste Ende 6 eines Folienpaketes 8 und bei fortschreitender Drehung anschließend das zugehörige freie Ende 7 dieses Folienpaketes 8. Es sind drei Folienpakete 8 im umfangsseitigen Versatz von nahezu 120° innerhalb des Außenringes 2 angeordnet.

In der in Fig. 1 gezeigten Darstellung „schwebt“ die Welle 9 im Radialfolienlager 1 aufgrund der schematischen Abbildung der Anordnung. Tatsächlich ist im Stillstand der Welle 9 die Welle 9 in Kontakt 13 mit einem der Folienpakete 8, insbesondere mit der zugehörigen Deckfolie 4, aufgrund seiner Gewichtskraft. Dieser Kontakt 13 ist vorteilhafterweise entgegen den Darstellungen in den Figuren 1 und 2 auf einer „sechs-Uhr-Position“ und innerhalb des erfindungsgemäßen Winkelbereichs 10 anzuordnen.

Wird die Welle 9 gedreht und der Zustand vom Stillstand in den Betrieb gewechselt, dann bildet sich der in Fig. 2 gezeigte Keilspalt 12 aus, führt zum bevorzugten Gasdruckaufbau zwischen der Welle 9 und der Deckfolie 4 und lässt die Welle 9 von der Deckfolie 4 in radialer Richtung im Bereich des linienförmigen Kontaktes 13 abheben. Durch die nachgiebige Deckfolie 4 und Wellfolie 3 bildet sich ein flächiger und tragfähiges Gas-/Luftpolster aus.

Der erfindungsgemäße Kontakt 13 liegt innerhalb des Winkelbereichs 10. Die Mitte des Winkelbereichs 10 liegt vom freien Ende 7 der begrenzenden Kante der Deckfolie 4 entgegen der Drehrichtung 11 im Bogenmaß um ein Drittel des Deckfolienumfangs entfernt. Die Grenzen des Winkelbereichs 10 liegen von dieser Mitte nach beiden Seiten im Bogenmaß jeweils um 15% des Deckfolienumfangs entfernt.

Zudem ist nach Fig. 2 dargestellt, dass der Kontakt 13, der Mittelpunkt des Radialfolienlagers 1 und der Radiusmittelpunkt der Deckfolie 4, mit der der Kontakt 13 zur Welle 9 beziehungsweise zum Hüllkreis stattfindet, auf einer gemeinsamen Gerade 14 liegen. Damit kann vorteilhafterweise der sichelförmige Spalt 12 über eine Erstreckung von 2/3 der gesamten umfangsseitigen Länge der Deckfolie 4 ausgebildet werden.

Der linienförmige Kontakt 13 weist einen Bogenmaßbetrag 16 von dem freien Ende 7 auf, welcher ein Drittel der umfangsseitigen Länge der Deckfolie 4 beträgt. Um diesen Kontakt 13 herum ist der Winkelbereich 10 ausgebildet, welcher als zulässiger Bereich für den linienförmigen Kontakt 13 vorgesehen ist.

Bezugszeichenliste

1	Radialfolienlager
2	Außenring
3	Wellfolie
4	Deckfolie
5	Innenumfangsfläche
6	erstes Ende (fest)
7	zweites Ende (frei)
8	Folienpaket
9	Welle
10	Winkelbereich
11	Drehrichtung
12	sichelförmiger Spalt
13	Kontakt Welle/Deckfolie
14	Gerade
15	Hüllkreis
16	Bogenmaßbetrag / Abstand vom freien Ende

Patentansprüche

1. Radialfolienlager (1) mit
   - einem Außenring (2), mindestens einer Wellfolie (3) und mindestens einer Deckfolie (4), wobei
   - die Wellfolie (3) radial zwischen dem Außenring (2) und der Deckfolie (4) angeordnet ist, und
   - drei Folienpakete (8) aus einer Wellfolie (3) und einer Deckfolie (4) gebildet sind, die über der Innenumfangsfläche des Außenringes (2) aufeinanderfolgend angeordnet sind,

   dadurch gekennzeichnet, dass

   das Radialfolienlager (1) in nur einer einzigen Drehrichtung (11) betreibbar ist, wobei ein erstes Ende (6) jeder Deckfolie (4) mit dem Außenring (2) fest verbunden und das zweite, dem ersten Ende (6) gegenüberliegenden Ende (7) der jeden Deckfolie (4) frei beweglich ist, wobei die zu tragende Welle (9) innerhalb eines Winkelbereichs (10) des frei beweglichen, zweiten Endes (7) der Deckfolie (4) mit dieser in Kontakt kommen kann, beziehungsweise der Hüllkreis (15) des Radialfolienlagers (1) mit der zumindest einen Deckfolie (4) innerhalb des Winkelbereichs (10) in Kontakt kommt, wobei sich die Deckfolie (4) des einen Folienpakets (8) mit der Deckfolie (4) des in Umfangsrichtung darauffolgenden Folienpakets (8) mit radialem Abstand überlappt.

2. Radialfolienlager (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kontakt (13) zwischen der zu tragenden Welle (9) beziehungsweise dem Hüllkreis (15) und dem zweiten Ende (7) der Deckfolie (4) linienförmig ist und sich in axialer Richtung erstreckt.

   .

3. Radialfolienlager (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Summe der einzelnen Deckfolien-Bogenlängen größer ist, als der Innenumfang des Außenrings (2) und sich somit die Deckfolie (4) des einen Folienpakets (8) mit der Deckfolie (4) des in Umfangsrichtung darauffolgenden Folienpakets (8) berührend überlappt.

4. Radialfolienlager (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
der Radiusmittelpunkt der Deckfolie (4), der Kontakt (13) zwischen der zu tragenden Welle (9) beziehungsweise des Hüllkreise mit der Deckfolie (4) und der Lagermittelpunkt des Radialfolienlagers (1) auf einer gedachten Geraden (14) liegen.

5. Radialfolienlager (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Radiusmittelpunkt der Deckfolie (4) auf der gedachten Geraden (14) einen Abstand zum Hüllkreismittelpunkt von 0,5% bis 7% vom Radius des Hüllkreises (15) aufweist und der Radius der Deckfolie (4) entsprechend größer als der Radius des Hüllkreises (15) ist.

6. Radialfolienlager (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
der Kontakt (13) zwischen der zu tragenden Welle (9) beziehungsweise des Hüllkreises (15) und der Deckfolie (4) in einem Bereich von einem Drittel der gesamten umfangsseitigen Länge der Deckfolie (4) angeordnet ist, wobei sich der Bereich vom zweiten Ende (7) der Deckfolie aus erstreckt und den Winkelbereich (10) ausbildet.

7. Radialfolienlager (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Winkelbereich (10) vom freien Ende (7) der Deckfolien (4) um den Bogenmaßbetrag entsprechend einem Drittel des Deckfolienumfang

minus 15% der umfangsseitigen Länge der Deckfolie (4) entfernt liegt und sich von dort aus um den Bogenmaßbetrag von 30% der umfangsseitigen Länge der Deckfolie (4) erstreckt.

8. Radialfolienlager (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Radialfolienlager (1) mindestens eine Einbaumarkierung aufweist, welche den lagerichtigen Einbau entsprechend der Wirkrichtung der Gewichtskraft der Welle (9) und zumindest einem der Kontakte (13) des Radialfolienlagers (1) ermöglicht.

Fig. 1

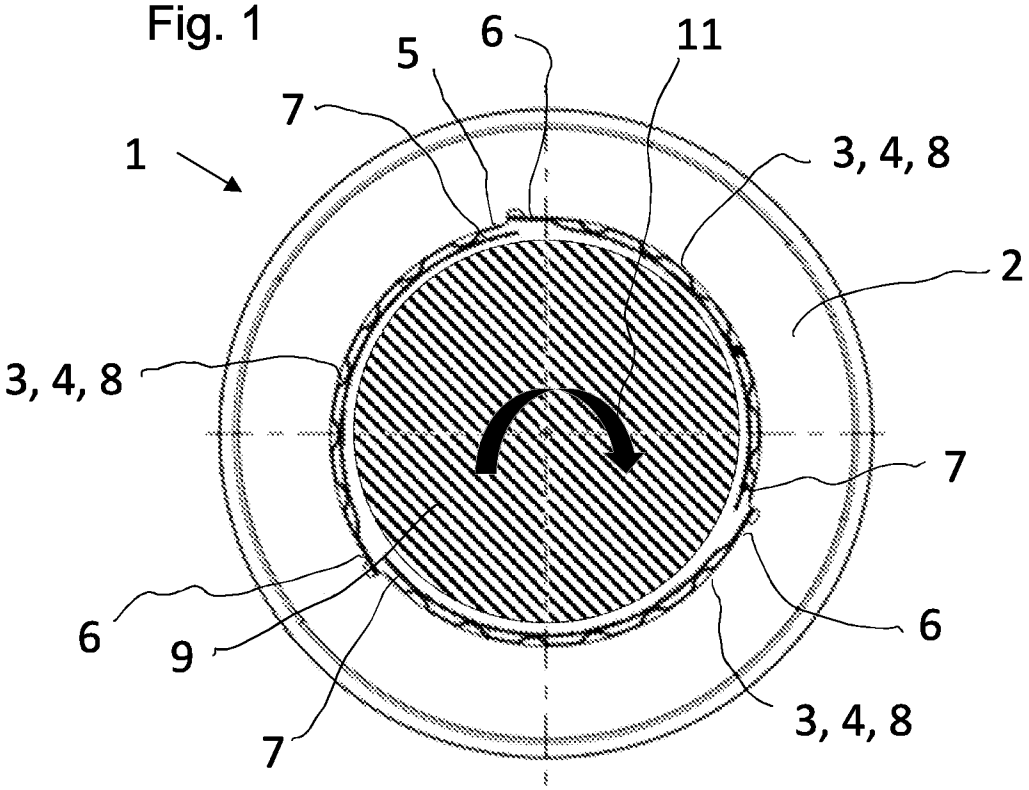
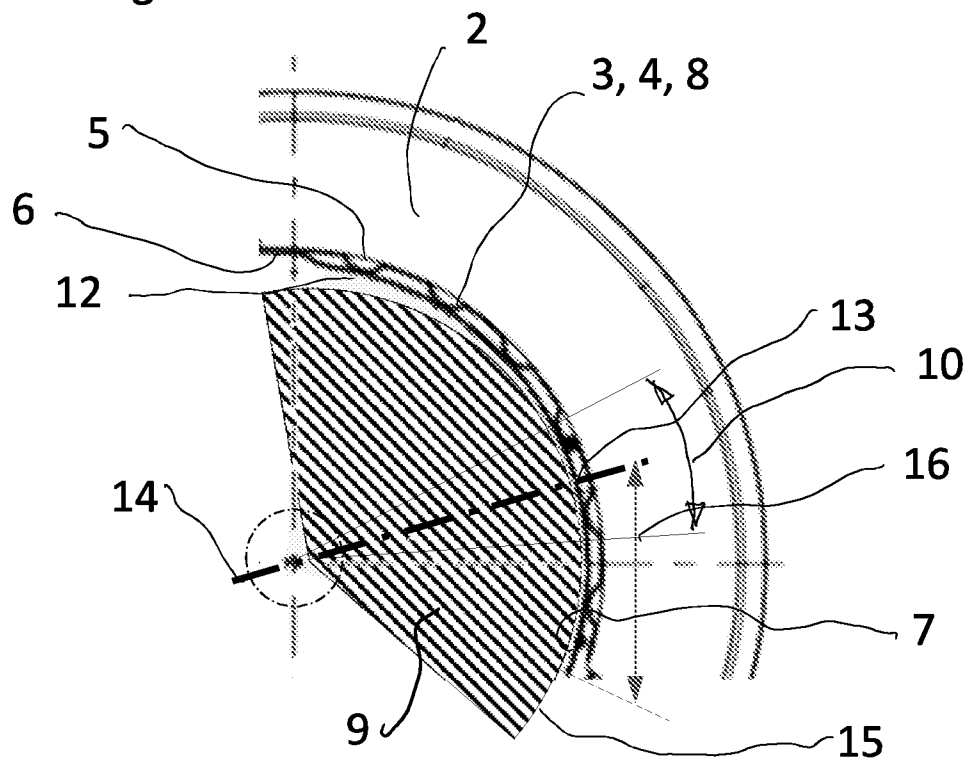


Fig. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/DE2022/100246

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16C 17/02(2006.01)i

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	US 5634723 A (AGRAWAL GIRIDHARI L [US]) 03 June 1997 (1997-06-03)	1,2
A	column 5, lines 15-21 column 6, lines 61-65 column 8, lines 1-20 figures 4, 4A	3-8
X	CN 101839281 B (UNIV XI AN JIAOTONG) 11 July 2012 (2012-07-11) figure 1	1-3

☐ 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
07 June 2022	**22 June 2022**

Name and mailing address of the ISA/EP	Authorized officer
European Patent Office **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands**	**Dumont, Marie-Laure**
Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/DE2022/100246

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US 5634723 A	03 June 1997	US 5634723 A	03 June 1997
		WO 9700385 A1	03 January 1997
CN 101839281 B	11 July 2012	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2022/100246

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

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter 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	US 5 634 723 A (AGRAWAL GIRIDHARI L [US]) 3. Juni 1997 (1997-06-03)	1,2
A	Spalte 5, Zeilen 15-21 Spalte 6, Zeilen 61-65 Spalte 8, Zeilen 1-20 Abbildungen 4, 4A -----	3-8
X	CN 101 839 281 B (UNIV XI AN JIAOTONG) 11. Juli 2012 (2012-07-11) Abbildung 1 -----	1-3

☐ 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
7. Juni 2022	22/06/2022

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Dumont, Marie-Laure

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (April 2005)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2022/100246

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5634723 A	03-06-1997	US 5634723 A	03-06-1997
		WO 9700385 A1	03-01-1997
CN 101839281 B	11-07-2012	KEINE	