

(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
15. April 2021 (15.04.2021)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2021/069128 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F16J 15/00 (2006.01) *F16J 15/324* (2016.01)
F16J 15/16 (2006.01) *F16J 15/40* (2006.01)
F16J 15/3232 (2016.01)

(72) **Erfinder:** PAWELLEK, Franz; Am Fröschengraben 32, 96486 Lautertal (DE). BERNER, Marcel; Kanonenweg 2, 98646 Hildburghausen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/072132

(22) Internationales Anmeldedatum:
06. August 2020 (06.08.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 126 971.7
08. Oktober 2019 (08.10.2019) DE

(74) **Anwalt:** KUHLEN & WACKER PATENT- UND RECHTSANWALTSBÜRO PARTG MBB; Prinz-Ludwig-Straße 40A, 85354 Freising (DE).

(71) **Anmelder:** NIDEC GPM GMBH [DE/DE]; Schwarzbacher Str. 28, 98673 Auengrund OT Merbelsrod (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, 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.

(54) **Title:** VAPOR LEAKAGE COMPACT SEAL

(54) **Bezeichnung:** DAMPFLECKAGEN-KOMPAKTDICHTUNG

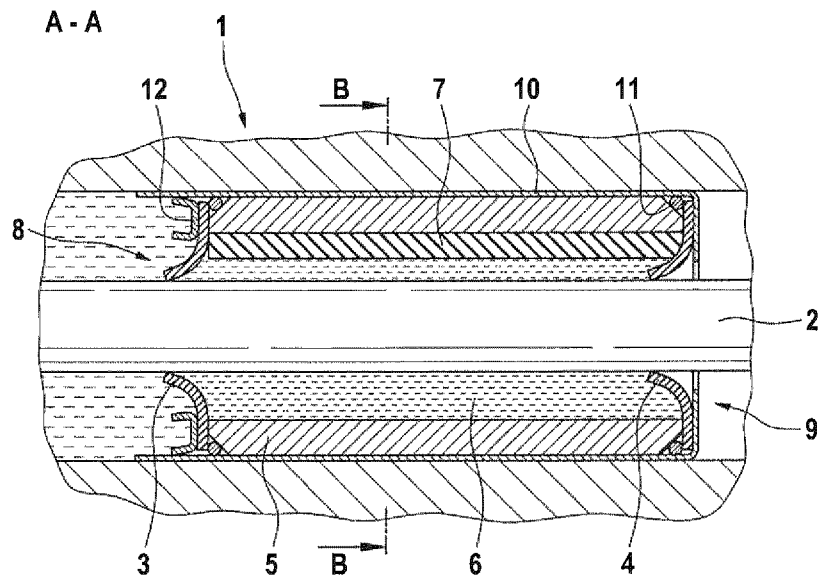


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a shaft seal (1) which is configured to seal a shaft (2) between a coolant side (8) and a dry side (9) in a water pump. The shaft seal (1) is particularly characterized in that a compressible volume compensator (7) for compensating a temperature-dependent volume fluctuation is provided, which is vertically disposed and interacting with the volume of a barrier fluid (6).

(57) **Zusammenfassung:** Es wird eine Wellendichtung (1) vorgeschlagen, die dazu eingerichtet ist, eine Welle (2) zwischen einer Kühlmittelseite (8) und einer trockenen Seite (9) in einer Wasserpumpe abzudichten. Die Wellendichtung (1) zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass ein kompressibler Volumenkompensator (7) zur Kompensation einer temperaturabhängigen Volumenschwankung bereitgestellt ist, der in Wechselwirkung mit dem Volumen eines Sperrfluids (6) stehend angeordnet ist.



WO 2021/069128 A1

(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)

Beschreibung

Dampfleckagen-Kompaktdichtung

5 Die Erfindung betrifft eine Kompaktdichtung gegen Dampfleckagen, die bei Temperaturschwankungen oder Druckschwankungen zwischen einem flüssigen Medium einerseits und einem gasförmigen Medium andererseits der Kompaktdichtung, wie beispielsweise an einem Durchbruch einer Pumpenwelle in einem Pumpengehäuse auftreten können.

10

Eine Wellendichtung unterliegt per se einem Reibungsverschleiß und einer Versprödung durch Druck- und Temperaturschwankung. Sie stellt oftmals den begrenzenden Faktor der Lebensdauer einer Pumpe dar. Im Falle einer Wasserpumpe eines Fahrzeugs kommt der Lebensdauer einer Flüssigkeitsabdichtung zwischen dem Förderstrom in einer Pumpenkammer und einem dahinterliegenden feuchtigkeitsempfindlichen Bauteil, wie einem Wellenlager oder einem elektrischen Antrieb eine große Bedeutung hinsichtlich der Betriebszuverlässigkeit eines Fahrzeugs zu.

Wellenlager, insbesondere Wälzkörperlager sind im Allgemeinen empfindlich gegen eindringende Feuchtigkeit, da die verwendeten Materialien, insbesondere geeignete Stähle der Wälzkörper und Laufbahnen, für die Anwendung in Feuchtigkeit nicht ausreichend korrosionsbeständig sind. Bei der Anwendung von Wellenlagern in einer Wasserpumpe muss das Wellenlager vor einem Eindringen einer Kühlmittleckage aus dem Förderstrom der Wasserpumpe geschützt werden. An Lagerdichtungen treten jedoch stets geringe Leckagen auf. Das Eintreten einer Kühlmittleckage führt durch Korrosion zur Herabsetzung der Oberflächengüte der Wälzkörper und Laufbahnen. Eine höhere Reibung an den Wälzkörpern kann durch entsprechende Wärmeentwicklung bis hin zum Lagerschaden führen, was einen Defekt der Wasserpumpe nach sich zieht. Ebenso wie das Wellenlager muss ggf. auch ein als Pumpenantrieb eingesetzter Elektromotor vor einem Eindringen einer Kühlmittleckage aus dem Förderstrom der Wasserpumpe geschützt werden, insbesondere wenn ein Elektromotor vom Trockenläufertyp als Pumpenantrieb eingesetzt wird.

In der Regel sind herkömmliche Wellenlager, wie z.B. Wälzlager durch radial dichtende Dichtungen, d.h. Dichtscheiben abgedichtet, die im Wellenlager integriert sind. Ferner sind aus dem Stand der Technik separate Dichtungsanordnungen bekannt, wodurch eine individuelle Anpassung der Abdichtungseigenschaft an anwendungsspezifische Drücke und Abmessungen sowie eine größere Freiheit bei der Auswahl von Lagertypen ermöglicht wird. Derartige separate Abdichtungen von Pumpenwellen zu statischen Bauteilen eines Gehäuses sind oftmals als Zweilippen-Systeme mit einem geringen Lippenabstand ausgeführt. In den Zwischenraum wird eine sehr kleine Menge Schmierfett als Initialschmierung eingefüllt. Allerdings ist nach einiger Zeit das Schmierfett aufgebraucht und eine Kühlmittleckage dringt in den Zwischenraum ein. Die schlechtere Schmierwirkung des Kühlmittels führt zu einem erhöhten Verschleiß der Dichtlippen.

Ebenso sind aus dem Stand der Technik Lösungen bekannt, die in einem Pumpenaufbau eine Ablaufbohrung für unvermeidliche Leckagen hinter der Wellendichtung vorsehen. Ein derartiger Pumpenaufbau umfasst in der Regel eine Leckagekammer, die unterhalb der Pumpenwelle angeordnet ist, um eine angesammelte Leckage aufzufangen und beispielsweise durch eine feuchtigkeitsthroughlässige Membran nach außen verdunsten zu lassen. Derartige Aufbauten erfordern jedoch einen größeren Bauraum für die Leckagekammer.

Zudem sind Leckagekammern nur begrenzt wirksam gegen sogenannten Dampfleckagen, die bei einer Erwärmung und einem Druckanstieg seitens eines flüssigen Fördermediums in der Pumpenkammer zu der Antriebsseite auftreten können. In diesem Fall entsteht ein Druckausgleich zwischen zwei axialen Seiten einer Wellendichtung. Bei einer Dampfleckage passieren Gasvolumina mit hohem Feuchtigkeitsgehalt die Wellendichtung während ein Druckausgleich eintritt. Im Gegensatz zu den Flüssigkeitstropfen eines Leckagestroms lassen sich die feinen Tröpfchen in den feuchtigkeitsbeladenen Gasvolumina nicht anhand der Schwerkraft an der Leckagekammer abscheiden und können sich als Kondensat auf einem dahinterliegenden Wellenlager, einem Elektromotor oder dergleichen niederschlagen.

Darüber hinaus hängt die Lebensdauer von Wellendichtringen stark von den Schmierverhältnissen an der Dichtlippe ab. Eine trockenlaufende Dichtlippe oder eine Dichtlippe, die lediglich durch eine Kühlmittleckage geschmiert wird, hat aufgrund des Reibwertes des fehlenden Schmierfilms oder eines nachfolgend erläuterten Phänomens eine kürzere Lebensdauer als Dichtlippen in einer Umgebung eines schmierölführenden Systems. Bei einer Schmierung von Dichtungslippen durch ein Kühlmittel wurde das Phänomen einer Belagbildung unter der dynamischen Dichtfläche der Dichtungslippe beobachtet, welche die Dichtungsfunktion nachhaltig beeinträchtigt. Die Ursache liegt darin, dass Leckagetropfen eines Kühlmittels nach einem Passieren der Dichtstelle verdampfen und kristalline Bestandteile aus dem Kühlmittel hinterlassen, die einen Belag auf der Welle bilden.

Demnach besteht für kompakt ausgeführte Pumpenaufbauten, wie Kühlmittelpumpen im Automotive-Bereich ein Bedarf an langlebigen Abdichtungslösungen zum Schutz von Wellenlagern, die eine kompakte Bauform ermöglichen. Genauer genommen besteht ein Bedarf an Wellendichtungen, die neben einer zuverlässigen Flüssigkeitsabdichtung auch einen kompakten Bauraum des Dichtungssystems, d.h. insbesondere ohne weitere konstruktive Maßnahmen am Pumpenaufbau neben der Wellendichtung, ermöglichen.

Eine zum Anmeldetag dieser Patentanmeldung noch nicht veröffentlichte Patentanmeldung DE 10 2018 131 588.0 derselben Anmelderin betrifft eine Wellendichtung zur Flüssigkeitsabdichtung einer Welle, vorzugsweise in Wasserpumpen, die von einem trockenlaufenden Elektromotor angetrieben werden. In der Wellendichtung ist als Schmierstoffdepot ein sogenanntes Solid-Oil vorgesehen, das neben der Schmierfunktion zugleich eine Dichtungsfunktion zwischen einer nassen und einer trockenen Seite erfüllt.

Es besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, einen alternativen Aufbau einer langlebigen Wellendichtung zu schaffen, die dahingehend fortgebildet ist, dass eine erhöhte Abdichtungswirkung gegen Dampfleckagen bereitstellt ist.

30

Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Die Wellendichtung zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass ein kompressibler Volumenkompensator

zur Kompensation einer temperaturabhängigen Volumenschwankung bereitgestellt ist, der in Wechselwirkung mit dem Volumen eines Sperrfluids stehend angeordnet ist.

Die Erfindung sieht erstmals vor, in einer Wellendichtung einen kompressiblen Volumenkompensator zur Kompensation einer temperaturabhängigen Volumenschwankung eines Sperrfluids zu verwenden.

Der kompressible Volumenkompensators gleicht eine durch einen Temperaturanstieg bedingte Volumenzunahme des Sperrfluids aus. Somit kann ein Anstieg eines Innendrucks in der Wellendichtung bzw. einer Druckdifferenz zwischen der Wellendichtung und einer Außenseite der Wellendichtung begrenzt werden.

Die erfindungsgemäße Bereitstellung des Volumenkompensators wirkt daher bei hohen Betriebstemperaturen einem Verlust des Sperrfluids entgegen sowie beim Abkühlen einem möglichen Eintrag einer Dampfleckage aufgrund eines verlorenen Sperrfluidvolumens entgegen. Ferner bleibt ein Volumen der Befüllung des Sperrfluids, die eine Sperre gegen Dampfleckagen darstellt, lange bestehen.

Der erfindungsgemäße, kompressible Volumenkompensators stellt unter Einsatz eines kompressiblen Mediums eine zuverlässige und kostengünstige Realisierungsmöglichkeit der gewünschten Funktion dar und ermöglicht eine kompakte Bauweise des Volumenkompensators. Der Aspekt der kompakten Bauweise ermöglicht wiederum eine Integration des Volumenkompensators in der Wellendichtung, d.h. insbesondere eine Integration einer erhöhten Abdichtungswirkung gegen Dampfleckagen in der Wellendichtung.

Durch eine Auslegung eines elastischen Verhaltens des erfindungsgemäßen kompressiblen Volumenkompensators lässt sich eine druckabhängige Funktion der Volumenkompensation ohne einen Bedarf an Regelungs- und Steuerungsmitteln in einfacher Weise vorbestimmen und auf die Betriebsbedingungen des Anwendungsfalls optimieren.

Die Wellendichtung beansprucht wenig Bauraum und erfordert keine weiteren konstruktiven Sicherheitsmaßnahmen wie eine Leckagekammer im Pumpenaufbau. Demzufolge eignet sich die Wellendichtung für den Einsatz als eine gegen Dampfleckagen abgedichtete Wellendichtung, d.h. als einzige Einheit zur Abdichtung einer Pumpenwelle,
5 in elektrisch angetriebenen Wasserpumpen.

Durch den Wegfall einer Leckagekammer kann eine Wasserpumpe in beliebigen Lagen verbaut werden. Ferner kann ohne eine Leckagekammer eine Abmessung der Wellendichtung vergrößert werden und ein Volumen des Sperrfluids ausreichend dimensioniert werden.
10

Zudem können Labyrinthdichtungen oder ähnlich strukturierte Dichtungen durch günstigere Wellendichtungen mit einer vergleichsweise einfach gestalteten Dichtungslippe ersetzt werden.
15

Vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Wellendichtung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung kann der Volumenkompensator einen Körper umfassen, der aus einem kompressiblen Material ausgebildet ist. Durch diese Ausgestaltung können eine lageunabhängige Fixierung und eine relativ temperaturunempfindliche elastische Eigenschaft des kompressiblen Volumenkompensators realisiert werden.
20

Gemäß einem Aspekt der Erfindung kann der kompressible Volumenkompensator als ein Gaspolster ausgebildet sein. Durch diese Ausgestaltung kann eine besonders einfache und kostengünstige Bereitstellung des Volumenkompensators realisiert werden.
25

Gemäß einem Aspekt der Erfindung kann das Sperrfluid ein Schmieröl oder ein Schmierfett sein. Durch die Verwendung eines Schmierstoffes als Sperrfluid kann eine Schmierung der Dichtlippen der Radialdichtungen auf dem Wellenumfang verbessert und demzufolge die Lebensdauer der Wellendichtung verlängert werden. Ferner sind
30

Schmierstoffe in verschiedenen anwendungsoptimierten Viskositäten kostengünstig verfügbar.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung kann die Wellendichtung ferner ein Dichtungs-
5 gehäuse aufweisen, das die primäre Radialdichtung, die sekundäre Radialdichtung, die
Abstandshülse, das Volumen des Sperrfluids und den kompressiblen Volumenkompen-
sator umfasst. Dadurch wird eine maßhaltige und fluchtende Montage der Bestandteile
der Wellendichtung unabhängig von einer typenspezifischen Geometrie eines umgeben-
den Pumpengehäuses oder dergleichen vereinfacht sowie eine Bereitstellung als eine Ein-
10 heit bzw. Baugruppe ermöglicht.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung kann das Dichtungsgehäuse zu einer axialen
Seite radial einwärts gekröpft sein. Durch diese Ausgestaltung wird eine Montage der
Bestandteile der Wellendichtung in dem Dichtungsgehäuse vereinfacht.

15

Gemäß einem Aspekt der Erfindung kann ein Dichtring jeweils zwischen dem
Dichtungsgehäuse und der primären Radialdichtung sowie zwischen dem Dichtungsge-
häuse und der sekundären Radialdichtung angeordnet sein. Hierdurch wird der Freiraum,
der durch die Füllung des Sperrfluids eingenommen wird, seitens einer statischen Dicht-
20 fläche der Radialdichtungen besser gegen eine Leckage des Sperrfluids abgedichtet.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung können die primäre Radialdichtung, die sekun-
däre Radialdichtung und die Abstandshülse mittels eines Klemmrings in dem Dichtungs-
gehäuse fixiert sein. Durch den Klemmring kann eine schnelle und einfache Montage der
25 Bestandteile der Wellendichtung in dem Dichtungsgehäuse mittels einer Presspassung
oder dergleichen umgesetzt werden.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung können eine Dichtlippe der primären Radial-
dichtung und eine Dichtlippe der sekundären Radialdichtung in Bezug zu einem Wellen-
30 umfang in Richtung der Kühlmittelseite weisend ausgebildet sein. Durch diese Ausge-
staltung wird eine Dichtungseigenschaft in Bezug auf eindringende Schmutzpartikel von

der Kühlmittelseite zur Innenseite sowie in Bezug auf eine Leckage des Sperrfluids zur Luftseite erhöht.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in einer Wasserpumpe angewendeten Ausführungsbeispiels mit Bezug auf die Zeichnung beschrieben. In der Zeichnung zeigen:

Fig.1 einen Längsschnitt der Wellendichtung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung; und

10

Fig.2 einen Querschnitt der Wellendichtung gemäß der gleichen Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 1 zeigt eine Wellendichtung 1, die in einem Pumpengehäuse einer nicht dargestellten Wasserpumpe zwischen einer Pumpenkammer und einer Wellendichtung sowie einem Elektromotor angeordnet ist. Die Wellendichtung 1 ist dazu ausgelegt, eine zu lagernde Welle 2 der Pumpe zwischen einer Kühlmittelseite 8, die einem flüssigen Medium, wie einem Kühlwasser in einer Pumpenkammer entspricht, und einer Luftseite 9, die einer Antriebsseite mit dem Elektromotor entspricht, abzudichten. Die Wellendichtung 1 ist insbesondere dazu ausgelegt, dass ein flüssiges Medium auch bei einer Druckdifferenz zwischen der Kühlmittelseite 8 und der Luftseite 9 nicht in Form einer Dampfleckage durch die Wellendichtung 1 axial hindurch tritt.

Die Wellendichtung umfasst ein Dichtungsgehäuse 10, eine primäre Radialdichtung 3 zu der Kühlmittelseite 8, eine sekundäre Radialdichtung 4 zu der Luftseite 9, eine dichtungswirksame Füllung eines Sperrfluids 6 sowie einen kompressiblen Volumenkompensator 7.

Das Dichtungsgehäuse 10 fixiert die primäre Radialdichtung 3 und die sekundäre Radialdichtung 4 relativ zu einander und hält das umfasste Volumen des Sperrfluids 6. Das Dichtungsgehäuse 10 weist einen zylindrischen Mantel auf, der zu einem axialen

Ende, das zu der Luftseite 9 gerichtet ist, eine einseitige Kröpfung zu einer radialen Innenseite umfasst. Zu der Kühlmittelseite 8 ist ein offener Querschnitt an dem Dichtungsgehäuse 10 vorgesehen, durch den u.a. die Radialdichtungen 3, 4, eingeführt und montiert werden.

5

Die Radialdichtungen 3, 4, bilden eine statische Dichtungsfläche zu dem Dichtungsgehäuse 10 und eine dynamische Dichtungsfläche in Form einer Dichtungslippe zu dem Umfang der Welle 2. Die Dichtungslippe der primären Radialdichtung 3 ist axial zur Außenseite der Wellendichtung 1, d.h. zur Kühlmittelseite 8 geneigt, und die Dichtungslippe der sekundären Radialdichtung 4 ist axial zur Innenseite der Wellendichtung 1 geneigt.

Die sekundären Radialdichtung 4 ist durch eine axiale Eingrenzung gegen die Kröpfung des Dichtungsgehäuses 10 fixiert. Eine Abstandshülse 5, die in das Dichtungsgehäuse 10 eingeschoben ist, legt einen Abstand zwischen der sekundären Radialdichtung 4 und der primären Radialdichtung 3 fest. Ein Klemmring 12, der abschließend in das Dichtungsgehäuse 10 eingesetzt wird, fixiert die primäre Radialdichtung 3 durch eine axiale Eingrenzung gegen die Abstandshülse 5. Zwischen den axialen Enden der Abstandshülse 5 und den Radialdichtungen 3, 4 sind ferner Dichtungsringe 11 angeordnet, welche die radial äußeren, statischen Dichtungsflächen der Radialdichtungen 3, 4 gegen das Dichtungsgehäuse 10 zusätzlich abdichten. In der Wellendichtung 1 ist über die axiale Erstreckung der Abstandshülse 5 ein kompressibler Volumenkompensator 7 zwischen der primären Radialdichtung 3 und der sekundären Radialdichtung 4 angeordnet.

Ein Freiraum, der in dem Dichtungsgehäuse 10 zwischen der primären Radialdichtung 3 und der sekundären Radialdichtung 4 sowie zu einer Kontaktfläche des kompressiblen Volumenkompensator 7 verbleibt, wird durch das Volumen eines Sperrfluids 6 vollständig eingenommen. In der vorliegenden Ausführungsform wird für das Sperrfluid 6 ein Schmieröl, beispielsweise aus einem synthetischen Kohlenwasserstoff, einem Silikonöl, einem Estheröl oder dergleichen verwendet, dessen Viskosität vorzugsweise höher als die Viskosität des Kühlmittels auf der Kühlmittelseite 8 ist. Das Sperrfluid 6 bewirkt

eine hermetische Abdichtung der Wellendichtung 1, da das Volumen des befüllten Sperrfluids 6 mit dem Wellenumfang der primären Radialdichtung 3 und der sekundären Radialdichtung 4 in Kontakt steht. Ferner schmiert das Sperrfluid 6 die Dichtungslippe der primären Radialdichtung 3 auf der Kühlmittelseite 8 und die Dichtungslippe der sekundären Radialdichtung 4 auf der Luftseite 9.

Wie in Fig. 2 dargestellt ist, weist der kompressible Volumenkompensator 7 eine prismatische Form mit einer konvex gekrümmten Fläche und einer ebenen Fläche auf, die im Wesentlichen parallel zur Welle 2 verlaufen. Die gekrümmte Fläche des Volumen-

10 kompensators 7 ist kongruent zu einer Innenfläche des zylindrischen Mantels des Dichtungsgehäuses 10 ausgebildet. Die ebene Fläche des Volumenkompensators 7 liegt radial einwärts von der gekrümmten Fläche und schließt den Körper des Volumenkompensators 7 an parallel verlaufenden Kanten der konvexen Krümmung ab.

Der kompressible Volumenkompensator 7 besteht in der vorliegenden Ausführungsform aus einem flexiblen, nicht sorptionsfähigen Material. Vorzugsweise ist der Körper des kompressiblen Volumenkompensators 7 aus einem Zellgummi, wie einem geschäumten, geschlossenzelligen Elastomer hergestellt. Elastomere bzw. Zellkautschuk weisen eine geeignete Elastizität auf, um durch eine Wärmeausdehnung des in Kontakt

15 stehenden Volumens des Sperrfluids 6 komprimiert zu werden. Zudem sind schaumförmige Elastomere in verschiedenen Härtegraden kostengünstig verfügbar. Die geschlossenzellige Struktur verhindert, dass sich der Elastomer nicht wie ein Schwamm mit dem Sperrfluid sättigt und infolgedessen annähernd inkompressibel wird.

Im Betrieb der nicht dargestellten Wasserpumpe, in der die Wellendichtung 1 angeordnet ist, wird ein von der Wasserpumpe gefördertes Kühlmittel durch eine Verbrennungsmaschine, einen elektrischen Traktionsmotor oder dergleichen erwärmt. Das Kühlmittel erwärmt das Pumpengehäuse und schließlich die Wellendichtung 1 sowie das Sperrfluid 6. Damit einher geht eine Volumenzunahme des Sperrfluids 6 bzw. ein Druck-

25 anstieg in der Wellendichtung 1. Durch die Kompressibilität des Körpers bzw. des Mediums, das den kompressiblen Volumenkompensators 7 bildet, wird ein aufgrund der temperaturabhängigen Volumenänderung des Sperrfluids 6 ansteigender Innendruck in der

30

Wellendichtung 1 begrenzt. Allerdings ist eine Kompressibilität derart eingestellt, dass der temperaturabhängige Innendruck in der Wellendichtung 1 zumindest größer als ein temperaturabhängiger Dampfdruck des Kühlmittels im Betrieb ist. Eine Druckdifferenz zwischen dem höheren Innendruck in der Wellendichtung 1 gegenüber der Kühlmittelseite 8 ist vorzugsweise auf bis zu 1 bar eingestellt. Ein derartiger Bereich von Druckdifferenzen kann von der primären Radialdichtung 3 langfristig ohne Beeinträchtigungen aufgenommen werden.

Durch die Kompensation einer Volumenzunahme wird ein Auslaufen des Sperrfluids 6 bzw. ein langfristiger Verlust der Füllung des Sperrfluids 6 durch zahlreiche Druckanstiege in der Wellendichtung 1 unterbunden. Da andererseits eine positive Druckdifferenz zwischen dem Sperrfluid 6 in der Wellendichtung 1 und der Kühlmittelseite 8 anliegt, kommt es zu keiner Anregung von Leckagen des Kühlmittels in die Wellendichtung 1. Eine geeignete Viskosität des Sperrfluids 6, die vorzugsweise höher als diejenige des Kühlmittels ist, unterdrückt eine Diffusion von Blasen unter dem Dampfdruck des Kühlmittels und somit eine dementsprechende Migration von Blasen einer gasförmigen Dampfleckage des Kühlmittels in oder durch die Wellendichtung 1. Darüber hinaus führt der Druck des Sperrfluids 6 in der Wellendichtung 1 zu einer optimierten hydrodynamischen Schmierung der Dichtlippe der sekundären Radialdichtung 4, welche annähernd verschleißfrei auf der Luftseite 9 des trockenlaufenden Elektromotors der Wasserpumpe läuft.

In der dargestellten Ausführungsform werden ein Elastizitätsmodul eines geschlossenzelligen, geschäumten Elastomers für den kompressiblen Volumenkompensators 7 sowie ein Verhältnis von dessen Körpervolumen zu dem Volumen des Sperrfluids 6 in Abhängigkeit von Parametern gewählt, die eine spezifische Volumenänderung des Sperrfluids 6, eine Temperaturdifferenz eines Betriebstemperaturbereichs des Kühlmittels sowie einen Weg und eine Partialkraft entlang einer Verschiebung einer Volumengrenzfläche zwischen dem Volumenkompensator 7 und dem Sperrfluid 6 umfassen.

30

Das Sperrfluid 6 ist ferner nach einer Eigenschaft ausgewählt, dass ein temperaturabhängiger Dampfdruck des Sperrfluids 6 innerhalb des Betriebstemperaturbereichs des

Kühlmittels kleiner als ein Luftdruck auf der Luftseite 9 ist. Somit wird eine Dampfleckage zu der Luftseite 9 unterbunden.

Alternativ zu der dargestellten Ausführungsform kann die erfindungsgemäße Wellendichtung 1 mit Dichtungsanordnung in abweichenden Ausführungsformen realisiert werden, die ebenfalls dem Kern der Erfindung entsprechen und nachstehend Teil der Offenbarung sind.

In einer alternativen, besonders einfach und günstig herzustellenden Ausführungsform wird der Körper des kompressiblen Volumenkompensators 7 aus einem Gaspolster bzw. einem Luftpolster gebildet, das in einem Freiraum über dem Volumen des Sperrfluids 6 und zwischen der Innenfläche des zylindrischen Mantels des Dichtungsgehäuses 10 sowie den Radialdichtungen 3, 4 eingegrenzt verbleibt. Das Gaspolster weist im Bereich der Betriebstemperaturen ebenfalls ein geeignetes kompressibles Verhalten auf, das zur Kompensation von Volumenschwankungen des Sperrfluids 6, d.h. insbesondere zum Ausgleich einer Volumenzunahme des auf Betriebstemperatur gebrachten Sperrfluids 6 genutzt werden kann.

In weiteren alternativen Ausführungsformen kann der kompressible Volumenkompensator 7 eine andere Form als eine prismatische Form aufweisen. Beispielsweise kann der kompressible Volumenkompensator 7 aus einem ringförmigen Körper oder einer beliebigen einteiligen Form eines kompressiblen Mediums gebildet werden. Ebenso kann der kompressible Volumenkompensator 7 aus einer Mehrzahl von Körpern oder einer partikelartigen Verteilung von kugelförmigen oder sonstigen kleinen Körpern des kompressiblen Mediums innerhalb der Füllung des Sperrfluids 6 bereitgestellt sein.

Ferner kann die erfindungsgemäße Wellendichtung 1 in einer alternativen Ausführungsform ohne das Dichtungsgehäuse 10 realisiert werden. In diesem Fall werden die Bestandteile der Wellendichtung 1 nacheinander in einem Gehäuseabschnitt einer Pumpe bzw. eines umgebenden Systems eingesetzt und fixiert, wobei ein Freiraum, der von dem Volumen des Sperrfluids 6 eingenommen wird, zwischen den Bestandteilen der Wellendichtung 1 in dem umgebenden Gehäuseabschnitt oder System gebildet wird.

Bezugszeichenliste:

	1	Wellendichtung
5	2	Welle
	3	primäre Radialdichtung
	4	sekundäre Radialdichtung
	5	Abstandshülse
	6	Sperrfluid
10	7	kompressibler Volumenkompensator
	8	Kühlmittelseite
	9	Luftseite
	10	Dichtungsgehäuse
	11	Dichtungsring
15	12	Klemmring

Ansprüche

1. Wellendichtung (1), eingerichtet zur Abdichtung einer Welle (2) zwischen einer Kühlmittelseite (8) und einer trockenen Seite (9) in einer Wasserpumpe, aufweisend:
- 5
- eine primäre Radialdichtung (3) zur Abdichtung eines Wellenumfangs zu der Kühlmittelseite Seite (8);
- 10
- eine sekundäre Radialdichtung (4) zur Abdichtung des Wellenumfangs zu der trockenen Seite (9);
- eine Abstandshülse (5), die sich zwischen der primären Radialdichtung (3) und der sekundären Radialdichtung (4) erstreckt; und
- 15
- ein Sperrfluid (6), wobei ein Volumen des Sperrfluids (6) einen Freiraum zwischen der primären Radialdichtung (3) und der sekundären Radialdichtung (4) einnimmt;
- dadurch gekennzeichnet, dass
- 20
- ein kompressibler Volumenkompensator (7) zur Kompensation einer temperaturabhängigen Volumenschwankung bereitgestellt ist, der in Wechselwirkung mit dem Volumen des Sperrfluids (6) stehend angeordnet ist.
- 25
2. Wellendichtung (1) nach Anspruch 1, wobei
- der kompressible Volumenkompensator (7) einen Körper umfasst, der aus einem kompressiblen Material ausgebildet ist.
- 30
3. Wellendichtung (1) nach Anspruch 1, wobei

der kompressible Volumenkompensator (7) als ein Gaspolster ausgebildet ist.

4. Wellendichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei

5

das Sperrfluid ein Schmieröl oder ein Schmierfett ist.

5. Wellendichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner aufweisend

10

ein Dichtungsgehäuse (10), das die primäre Radialdichtung (3), die sekundäre Radialdichtung (4), die Abstandshülse (5), das Volumen des Sperrfluids (6) und den kompressiblen Volumenkompensator (7) umfasst.

15

6. Wellendichtung (1) nach Anspruch 5, wobei

das Dichtungsgehäuse (10) zu einer axialen Seite radial einwärts gekröpft ist.

20

7. Wellendichtung (1) nach Anspruch 5 oder 6, wobei

ein Dichtring (11) jeweils zwischen dem Dichtungsgehäuse (10) und der primären Radialdichtung (3) sowie zwischen dem Dichtungsgehäuse (10) und der sekundären Radialdichtung (4) angeordnet ist.

25

8. Wellendichtung (1) nach einem der Ansprüche 5, 6 oder 7, wobei

30

die primäre Radialdichtung (3), die sekundäre Radialdichtung (4) und die Abstandshülse (5) mittels eines Klemmrings (12) in dem Dichtungsgehäuse (10) fixiert sind.

9. Wellendichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei
- 5 eine Dichtlippe der primären Radialdichtung (3) und eine Dichtlippe der sekundären Radialdichtung (4) in Bezug zu einem Wellenumfang in Richtung der Kühlmittelseite (8) weisend ausgebildet sind.

1 / 1

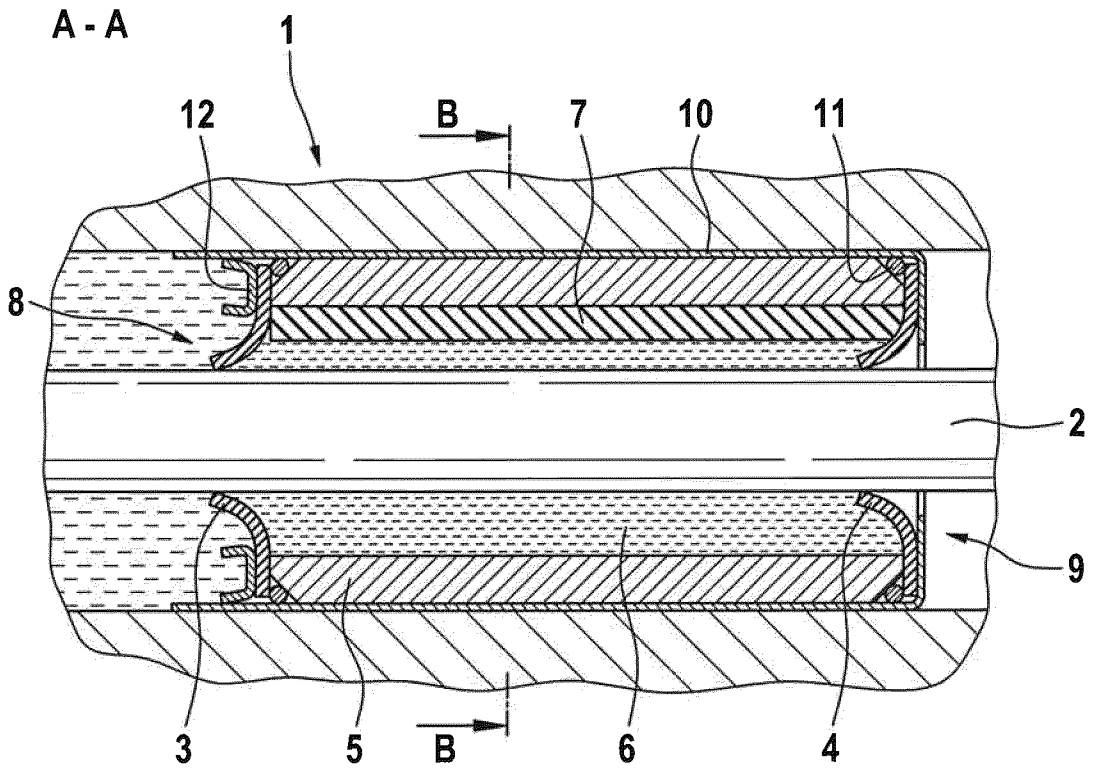


Fig. 1

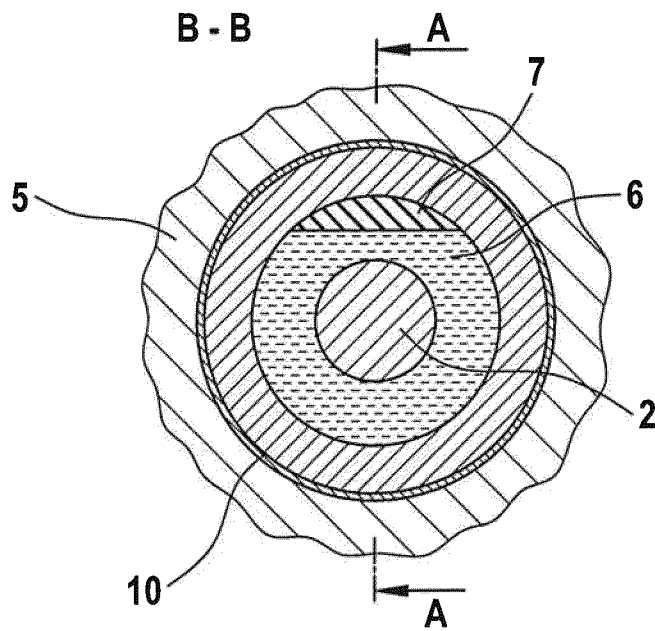


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/072132

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>F16J 15/00</i> (2006.01)i; <i>F16J 15/16</i> (2006.01)i; <i>F16J 15/3232</i> (2016.01)i; <i>F16J 15/324</i> (2016.01)i; <i>F16J 15/40</i> (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) 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.
X	EP 1006300 A2 (MANNESMANN REXROTH AKTIENGESEL [DE]) 07 June 2000 (2000-06-07) paragraphs [0014], [0015], [0032] - [0034] figures 1,2	1,2,4
Y	DE 102013010926 A1 (GERÄTE UND PUMPENBAU GMBH DR EUGEN SCHMIDT [DE] ET AL.) 31 December 2014 (2014-12-31) paragraphs [0001], [0013] figures 1,3,4	1-9
Y	US 3847453 A (HERBERT C) 12 November 1974 (1974-11-12) column 2, lines 28-43 column 3, lines 9-12 claim 10 figures 2,4	1-9
A	DE 102007059282 A1 (SCHAEFFLER KG [DE]) 10 June 2009 (2009-06-10) paragraphs [0003], [0021], [0022] claims 14,15 figures 1,2	1-9
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 07 October 2020		Date of mailing of the international search report 20 October 2020
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Van Wel, Oscar Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/072132

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	1006300	A2	07 June 2000	DE	19856141	A1	08 June 2000
				EP	1006300	A2	07 June 2000
DE	102013010926	A1	31 December 2014	CN	105637226	A	01 June 2016
				DE	102013010926	A1	31 December 2014
				DE	112014003070	A5	24 March 2016
				EP	3014149	A2	04 May 2016
				JP	6373372	B2	15 August 2018
				JP	2016524102	A	12 August 2016
				KR	20160027092	A	09 March 2016
				US	2016153561	A1	02 June 2016
				WO	2014206393	A2	31 December 2014
US	3847453	A	12 November 1974	AU	470355	B2	11 March 1976
				DE	2301532	A1	19 July 1973
				DK	142249	B	29 September 1980
				ES	410553	A1	16 December 1975
				FR	2174533	A5	12 October 1973
				GB	1414778	A	19 November 1975
				IT	976813	B	10 September 1974
				JP	S562232	B2	19 January 1981
				JP	S4880942	A	30 October 1973
				NL	7300524	A	17 July 1973
				NO	137246	B	17 October 1977
				SE	406501	B	12 February 1979
				SU	576909	A3	15 October 1977
				US	3847453	A	12 November 1974
				YU	8373	A	25 February 1982
DE	102007059282	A1	10 June 2009	DE	102007059282	A1	10 June 2009
				WO	2009071397	A1	11 June 2009

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2020/072132

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F16J15/00 F16J15/16 F16J15/3232 F16J15/324 F16J15/40
ADD.
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTER GEBIETE
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
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.
X	EP 1 006 300 A2 (MANNESMANN REXROTH AKTIENGESEL [DE]) 7. Juni 2000 (2000-06-07) Absätze [0014], [0015], [0032] - [0034] Abbildungen 1,2	1,2,4
Y	DE 10 2013 010926 A1 (GERÄTE UND PUMPENBAU GMBH DR EUGEN SCHMIDT [DE] ET AL.) 31. Dezember 2014 (2014-12-31) Absätze [0001], [0013] Abbildungen 1,3,4	1-9
Y	US 3 847 453 A (HERBERT C) 12. November 1974 (1974-11-12) Spalte 2, Zeilen 28-43 Spalte 3, Zeilen 9-12 Anspruch 10 Abbildungen 2,4	1-9
	----- -/--	

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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
7. Oktober 2020	20/10/2020

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 Van Wel, Oscar
--	---

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2007 059282 A1 (SCHAEFFLER KG [DE]) 10. Juni 2009 (2009-06-10) Absätze [0003], [0021], [0022] Ansprüche 14,15 Abbildungen 1,2 -----	1-9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/072132

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1006300	A2	07-06-2000	DE 19856141 A1
			EP 1006300 A2
			08-06-2000
			07-06-2000
DE 102013010926	A1	31-12-2014	CN 105637226 A
			DE 102013010926 A1
			DE 112014003070 A5
			EP 3014149 A2
			JP 6373372 B2
			JP 2016524102 A
			KR 20160027092 A
			US 2016153561 A1
			WO 2014206393 A2
			31-12-2014
US 3847453	A	12-11-1974	AU 470355 B2
			DE 2301532 A1
			DK 142249 B
			ES 410553 A1
			FR 2174533 A5
			GB 1414778 A
			IT 976813 B
			JP S562232 B2
			JP S4880942 A
			NL 7300524 A
			NO 137246 B
			SE 406501 B
			SU 576909 A3
			US 3847453 A
			YU 8373 A
			11-03-1976
			19-07-1973
			29-09-1980
			16-12-1975
			12-10-1973
			19-11-1975
			10-09-1974
			19-01-1981
			30-10-1973
			17-07-1973
			17-10-1977
			12-02-1979
			15-10-1977
			12-11-1974
			25-02-1982
DE 102007059282	A1	10-06-2009	DE 102007059282 A1
			WO 2009071397 A1
			10-06-2009
			11-06-2009