(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
12. Januar 2017 (12.01.2017)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/005238 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01M 13/02 (2006.01) *G01M 13/04* (2006.01)
F03D 17/00 (2016.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2016/000273

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. Juli 2016 (05.07.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 008 978.1 7. Juli 2015 (07.07.2015) DE

(72) Erfinder; und
(71) Anmelder : **HACKE, Brit** [DE/DE]; Rellinger Str. 49, 20257 Hamburg (DE).

(74) Anwalt: **PATENTANWÄLTE KLICKOW & PARTNER MBB PARTNERSCHAFTSGESELLSCHAFT**; Jessenstr. 4, 22767 Hamburg (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, 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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

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

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR CONDITION MONITORING

(54) Bezeichnung : VORRICHTUNG ZUR ZUSTANDSÜBERWACHUNG

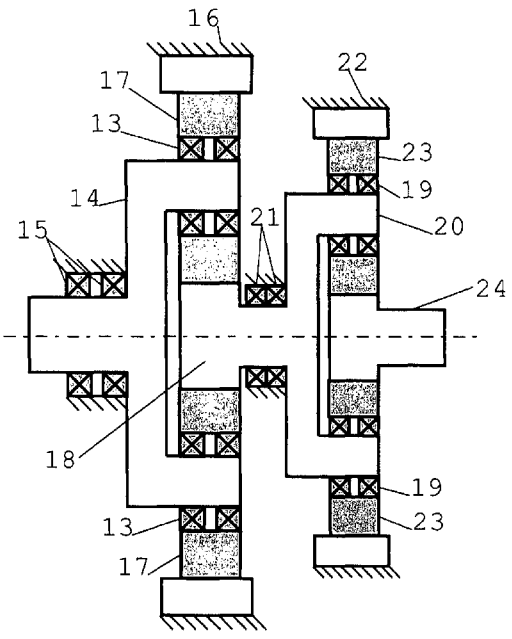


Figure 4

(57) Abstract: The invention relates to a sensor device for monitoring roller bearings in planet stages of main gears in wind power plants. The sensor device carries out a continuous load monitoring and is used in particular for an early error detection in roller bearings. At least two sensor elements of different physical measurement principles are connected to form a sensor unit and are applied on a common component. Moreover, at least two sensor elements of the same physical measurement principles and of different spatial orientation are connected to form a sensor unit and are applied on a common component. In addition, at least two sensor elements of different physical measurement principles or of different spatial orientation are embedded in a common support structure or arranged on a common support structure. This structure is applied onto the component to be monitored component or in the vicinity thereof.

(57) Zusammenfassung: Die Sensoreinrichtung dient zur Überwachung von Wälzlagern in Planetenstufen von Hauptgetrieben in Windkraftanlagen. Die Sensoreinrichtung führt ein kontinuierliches Lastmonitoring durch und dient insbesondere zu einer Fehler-Früherkennung in den Wälzlagern. Es sind mindestens zwei Sensorelemente verschiedener physikalischer Messprinzipien zu einer Sensoreinheit verschaltet und auf ein gemeinsames Bauteil appliziert. Darüber hinaus werden mindestens zwei Sensorelemente gleicher physikalischer Messprinzipien und unterschiedlicher räumlicher Orientierung zu einer Sensoreinheit verschaltet und auf ein gemeinsames Bauteil appliziert. Zusätzlich werden mindestens zwei Sensorelemente verschiedener physikalischer Messprinzipien

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/005238 A1

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

oder unterschiedlicher räumlicher Orientierung in einer gemeinsamen Trägerstruktur eingebettet oder auf einer gemeinsamen Trägerstruktur angeordnet. Diese Struktur wird auf das zu überwachende Bauelement bzw. in dessen Nähe appliziert.

Vorrichtung zur Zustandsüberwachung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Zustandsüberwachung, insbesondere eine Sensoreinrichtung zur Überwachung von Wälzlagern in Planetenstufen von Hauptgetrieben in Windkraftanlagen, die eine verbesserte Früherkennung von Defekten an den Wälzlagern ermöglicht.

Die Signale werden vorrangig in unmittelbarer Nähe der Belastung erfasst und minimal gedämpft einer Hüllkurvenordnungsanalyse zur Verfügung gestellt. Zugleich wird aus der gleichen Signalbasis die Belastung der Lager erfasst, so dass

Rückschlüsse auf die Restlagerlebensdauer möglich werden und so auch ein Lastmonitoring durchgeführt wird.

Die Sensoreinrichtung wird erfindungsgemäß direkt im Inneren des Getriebes im Kraftfluss in direkter Nähe zum betrachteten Objekt appliziert. Die Applikation ist sowohl für stehende als auch drehende Objekte geeignet, wobei sich die Sensoreinrichtung zusammen mit dem Objekt bewegen kann. Das Signal wird von der inneren Sensoreinrichtung nach außen geleitet und zur weiteren Verarbeitung übergeben.

Die Erfindung betrifft darüber hinaus eine Sensoreinrichtung zur Überwachung von Wälzlagern in Planetenstufen von Hauptgetrieben in Windkraftanlagen, die eine verbesserte Früherkennung von Defekten an den Wälzlagern ermöglicht.

In Getrieben von Windkraftanlagen ist eine Überwachung im laufenden Betrieb gewünscht, um mögliche Defekte, z.B. Ermüdungsausbrüche (Pittings) frühzeitig zu erkennen und geeignete Gegenmaßnahmen einzuleiten. Insbesondere im Bereich der Planetenstufen kommt es immer wieder zu Problemen in der Überwachung der Getriebe. Das ist darauf zurückzuführen, dass zur Wälzlagerüberwachung vorrangig Beschleunigungssensoren angewandt werden, die auf der Außenhaut des Getriebegehäuses befestigt werden. Die erfassten Körperschallsignale können nicht direkt analysiert werden, sie bedürfen einer weiteren Auswertung. Während dieser Auswertung wird der Anteil des Schadsignals, welches die Information zum Schadensfortschritt am überwachten Lager enthält, vom Gesamtsignal separiert. Insbesondere bei Schadensbeginn ist der Anteil des verwertbaren Schadensignals sehr schwach ausgebildet. Es wird auf dem Weg von der Schadstelle zum Sensor stark gedämpft. In Planetenstufen ist der Weg des Signals von der Schadstelle bis zum Sensor aufgrund vieler Bauteile, die sich zusätzlich noch zueinander bewegen, zusätzlich gedämpft. Die Diagnose wird erschwert und viele Schäden werden erst sehr spät bzw. anhand weiterer Folgeschäden erkannt.

Windkraftanlagen unterliegen instationären Betriebsbedingungen. Auch Verzahnungen und Lager in Getrieben für Windkraftanlagen werden aufgrund statistischer Annahmen zu den Windbedingungen und dem daraus resultierenden Drehmomenten für die nächsten 20 Jahre ausgelegt. Der reale zeitliche Verlauf der Belastungen ist unbekannt.

Planetenstufen weisen eine höhere Leistungsdichte auf als Stirnradstufen. Aufgrund der Entwicklung der Windkraftanlagen hin zu höheren Leistungsklassen wird immer häufiger auf Stirnradstufen, die sich besser überwachen lassen, verzichtet. Es kommen kompaktere Getriebe mit mehreren Planetenstufen zum Einsatz.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Sensoreinrichtung zur Überwachung der Wälzlager in der Planetenstufe anzugeben, die eine verbesserte Früherkennung von Defekten an den Wälzlagern ermöglicht. Zugleich wird die Belastung der Lager so erfasst, dass Rückschlüsse auf die Restlagerlebensdauer möglich werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Sensoreinrichtung mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung sin in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Durch die Verwendung von geeigneten Sensoreinheiten in der Nähe des Schadortes bzw. im Lastfluss können Schwingungen und die Kräfte sowie weitere Messgrößen unmittelbar am betroffenen Bauteil erfasst werden, um Dämpfungseffekte zu minimieren.

In einer Sensoreinheit können die einzelnen Elemente verschiedene Messaufgaben wahrnehmen. Diese Elemente können sowohl in einer gemeinsamen Struktur als auch einzeln stehend angeordnet werden.

Durch die Verwendung von Flächensensoren, die auf gekrümmte Oberflächen platzsparend appliziert werden können, werden mit einem physikalischen Prinzip mehrere Messgrößen erfasst.

Weitere Einzelheiten der Erfindung sind beispielhaft in den Figuren 1 bis 7 dargestellt.

Die Sensoreinheit (1) wird direkt auf der Oberfläche des Bauteils appliziert. Der Verstärker (2), der Sender (3) und bei Bedarf auch die Sensoreinheit (1) können durch eine geeignete Stromversorgung (4) gespeist werden, die ebenfalls auf dem Bauteil angebracht ist. Sensor und Verstärker müssen hierbei möglichst eng beieinander sitzen, um Signalstörungen zu verringern. Die Stromversorgung (4) kann ausgeführt werden als aktive Selbstversorgung aus anderen Energieformen, durch eine zusätzliche Speichereinheit oder externe Zuführung. Der Sender (3) hat die Aufgabe, die Messgrößen vom drehenden Bauteil an den stillstehenden Empfänger (5) zu übertragen. Der Datalogger (6) erfasst und verwaltet die Daten. Sollte sich Verstärker (2) auf einem stillstehenden Bauteil befinden, können (3), (4) und (5) entfallen. Die Auswerteeinheit (7) wertet die Messgrößen aus. Sie kann räumlich vom Messaufbau getrennt sein.

Durch die Verwendung eines adhäsiven Zwischenstoffes (8) kann die Sensoreinheit (1) auf das Bauteil (9) appliziert werden. Die Anordnung sollte durch ein geeignetes Abdeckmittel (10) geschützt werden.

Gemäß der Erfindung besteht u.U. die Notwendigkeit mehrere Messstellen bzw. Sensororientierungen am gleichen Applikationsort auf einem Bauteil vorzusehen.

Diese Messstellen sind mittels Brückenschaltung, z.B. über eine wheatstonesche Messbrücke, miteinander zu verschalten und ggf. durch eine Temperaturkompensation zu ergänzen.

Hierbei können auch mehrere Applikationsorte auf einem Bauteil zur Anwendung kommen und weitere Kompensationsschaltungen verkettet werden.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weisen gleichartige Sensorelemente (11), (12) gemäß ihrer physikalischen Wirkungsweise u.U. verschiedene Orientierungen auf.

Verschiedene Orientierungen hinsichtlich ihrer Lasteinleitung in die Wälzlager sind insbesondere bei den richtungsorientierten Vektoren der Lagerreaktionskräfte in radialer (F_r) und axialer Richtung (F_a) der äquivalenten Lagerbelastung P zu erwarten. Daher ist es u.U. sinnvoll diese räumlich getrennt zu erfassen.

Die durch unterschiedliche Anordnungen von Sensorelementen und –einheiten gemäß der Erfindung getrennt voneinander aufgenommenen Messwerte werden im Datalogger (6) getrennt archiviert. Hiermit ist eine spätere separate Bearbeitung der Messwerte möglich.

Zur Sicherstellung der Funktionsfähigkeit der Messkette ist eine Kalibrierung anhand einer Kalibriergeraden, die mindestens zwei bekannte Punkte aufweist, vorzunehmen. Diese Punkte sollten innerhalb der Betriebsführung ansteuerbar sein. Die Kalibrierung muss im montierten Zustand in der Anlage erfolgen.

Geeignete Applikationspunkte sind neben den Wälzlageraußen- und -innenringen auch die unmittelbaren Anschlussgeometrien. Geeignete Applikationspunkte können die Wälzlagerringe der Planetenlager (13), (19), die Planeten (17), (23),

die Planetenträger (14), (20) und die Planetenträgerlager (15), (21) sein. Dies befinden sich im Getriebe der Windkraftanlage, zu dem weiterhin die Hohlräder (16), (22) im ortsfesten System und die Sonnen (18), (24) im nicht ortsfesten System gehören.

Die Getriebekonfiguration aus (Fig. 4) kommt in Triebsträngen von Windkraftanlagen nach der aufgelösten Bauweise (Fig. 5) der teilaufgelösten Bauweise (Fig. 6) und der integrierten Bauweise (Fig. 7) vor. In allen Bauweisen wird die Drehzahl am Getriebeausgang bzw. Generatoreingang erfasst und in den Auswertealgorithmus übergeben bzw. im Datalogger archiviert.

Die Messapplikation kann auch für einzelne Planetenstufen in Getrieben von Windkraftanlagen angewandt werden.

Gemäß der Erfindung werden die radiale Lagerreaktionskraft F_r und die axiale Lagerreaktionskraft F_a im Kraftfluss der Wälzlager erfasst. Daraus wird über $P = F_r*X+F_a*Y$ die äquivalente Lagerbelastung P mit Berücksichtigung ihrer Auftretenshäufigkeit unter Einbeziehung des Verweildauerverfahrens nach DIN 45667 bestimmt und die verbleibende 90%ige Lebensdauerwahrscheinlichkeit L_{10h} ermittelt. Vorausgesetzt der Kenntnis der Lastannahmen zur Auslegung des Getriebes werden diese mit den Messwerten verglichen und die L_{10h} mittels realer Lastmonitoringwerte angepasst. Weiterhin besteht die Möglichkeit weitere Lebensdauerformen, wie die L10

Hierbei wird die gleiche Signalbasis sowohl zur Zustandsüberwachung als auch zum Lastmonitoring genutzt. Aus der Signalbasis werden mittels Hüllkurvenordnungsanalyse auftretende Schadsignalanteile separiert und statistisch so aufbereitet, dass eine frühzeitig Erkennung von sich entwickelnden Lagerschäden ermöglicht ist.

Gemäß der Erfindung werden durch den Einsatz der Hüllkurvenordnungsanalyse zum Aufbereiten der Signalbasis die tieffrequenten Signalanteile in den langsamdrehenden Planetenträgerlagern, die mit konventioneller Sensorik nur schwer zu erfassen und zu beurteilen sind, sichtbar und fließen mit in die Zustandsüberwachung ein.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann die Analyse der Daten sowohl autark erfolgen als auch in eine bestehende Betriebsführung integriert werden.

Die Datenbasis wird neben der Hüllkurvenordnungsanalyse den im Conditon Monitoring üblichen Auswertealgorithmen zur Schwingungsüberwachung von Wälzlagern und Verzahnungen unterzogen. Es werden statistische Kennwerte gebildet, die Aufschluss über den Zustand des Getriebes geben, so dass das System sowohl die Bereiche Condition Monitoring also auch Lastmonitoring abdeckt.

Gemäß der Erfindung ergänzen die in genannten Messgrößen die für das Condition Monitoring übliche Datenbasis und werden in die Zustandsbewertung mit eingebunden.

Bei der in der vorstehenden Beschreibung verwendeten Bezeichnung "LRD" handelt es sich um eine Abkürzung für den Fachbegriff "Load Revolution Distribution". Es handelt sich hierbei um die Verteilung der Last-Überrollung.

Erfindungsgemäß wird ein einziger Sensor für die messtechnische Erfassung der gesamten auszuwertenden Daten verwendet. Insbesondere wird hierbei die piezo rezessive Dehnung genutzt, um zum einen die zu erfassende Schwingung hieraus abzuleiten und zum anderen zusätzlich die zu erfassende Kraft zu ermitteln. Die erfasste Schwingung wird für das Condition Monitoring verwendet,

die erfasste Kraft für das Lastmonitoring. Gemäß einer weiteren Ausführungsvariante werden die Sensoren mehrfach miteinander verschaltet, um verschiedene Lastrichtungen abzudecken oder um die Sensoren auf großen Bauteilen mehrfach anzuordnen.

Patentansprüche

1. Sensoreinrichtung zum kontinuierlichen Lastmonitoring und zur Fehlerfrüherkennung in Wälzlagern von Planetenstufen in Hauptgetrieben von Windkraftanlagen und ortsfesten Industriegetrieben mittels eines gemeinsamen Messaufbaus, dadurch gekennzeichnet, dass

   - mindestens zwei Sensorelemente verschiedener physikalischer Messprinzipien zu einer Sensoreinheit verschaltet sind und auf ein gemeinsames Bauteil appliziert werden,

- mindestens zwei Sensorelemente gleicher physikalischer Messprinzipien und unterschiedlicher räumlicher Orientierung zu einer Sensoreinheit verschaltet sind und auf ein gemeinsames Bauteil appliziert werden,

- mindestens zwei Sensorelemente verschiedener physikalischer Messprinzipien oder unterschiedlicher räumlicher Orientierung in einer gemeinsamen Trägerstruktur eingebettet oder auf einer gemeinsamen Trägerstruktur angeordnet sind, wobei diese Struktur auf das zu überwachende Bauelement bzw. in dessen Nähe appliziert wird,

- verschiedene physikalische Kenngrößen mit einem Sensorelement erfasst werden, dergestalt, dass die Separierung der Kenngrößen durch eine geeignete Signalauswertung erfolgt,

- temperaturempfindliche Sensorelemente durch geeignete Elemente ergänzt und dadurch eine Kompensationsschaltung angewandt wird.

2. Sensoreinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

- sich mindestens eine Sensoreinheit im Innenraum des Getriebegehäuses befindet,

- wenigstens eine Sensoreinheit auf einem Bauteil appliziert wird, dass sich gegenüber einem Bezugssystem bewegt bzw. um dieses rotiert oder umläuft,

- Signale bei Bedarf berührungslos von der bewegten Sensoreinheit zum stehenden Bezugssystem übertragen werden.

3. Sensoreinrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Sensoreinheiten bzw. die die Sensoreinheiten tragenden oder umgebenden Trägerstrukturen mit Hilfe eines adhäsiven Mediums auf die Bauteile appliziert werden, dergestalt, dass die Sensoreinheiten über die Lebens- oder Gebrauchsdauer der zu überwachenden Bauteile im Inneren des Getriebes verbleiben,

- die Sensoreinheiten in unmittelbarer Nähe zum Ort des zu detektierenden Schadens angeordnet sind,

- die Sensoreinheiten derart angeordnet und appliziert sind, dass die Kräfte, die von den Wälzlagern aufgenommen werden bzw. die aus diesen Kräften resultierenden Spannungen und Dehnungen, erfasst werden können,

- die Messgröße mindestens einer Sensoreinheit im applizierten Zustand durch definierte Beanspruchung des zu überwachenden Bauteils kalibriert wird, so dass die Beträge der physikalischen Messgrößen abgeleitet werden können.

4. Sensoreinrichtung nach Anspruch 1, 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, dass

- die äquivalente Lagerbelastung P aus den separat aufgenommenen und archivierten Anteilen der Lagerreaktionskräfte in radialer und axialer Richtung ermittelt wird,

- mit Hilfe der zeitsynchron aufgezeichneten Drehzahl und dem Verweildauerverfahren eine LRD gebildet mit der ursprünglichen Auslegungslast vergleichen wird,

- eine Hüllkurvenordnungsanalyse zur Bewertung der gemessenen Größen angewandt wird, dergestalt, dass eine Detektierung von Schäden an den Bauteilen von Wälzlagern ermöglicht wird,

- eine Hüllkurvenordnungsanalyse angewandt wird um tieffrequente Signalanteile (<1Hz) zu bewerten,

- mit Hilfe der aufgenommenen Messgrößen Informationen zur Ausbildung und zum Fortschritt der Schäden an den Wälzlagern ermittelt werden, dergestalt, dass eine Planbarkeit von notwendigen Instandhaltungsmaßnahmen ermöglicht wird.

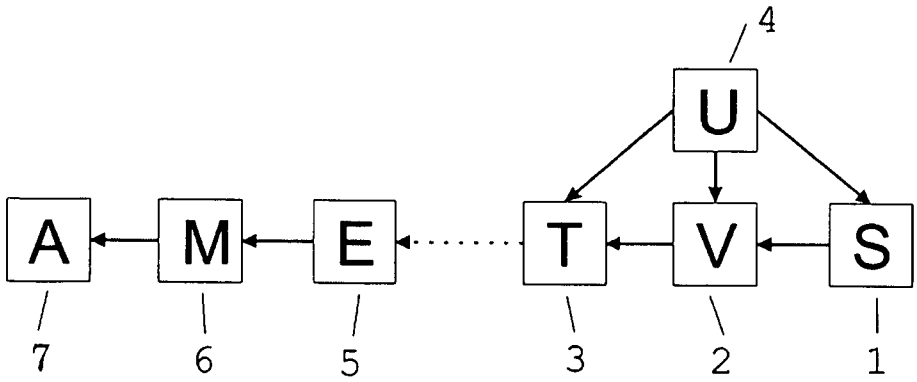


Figure 1

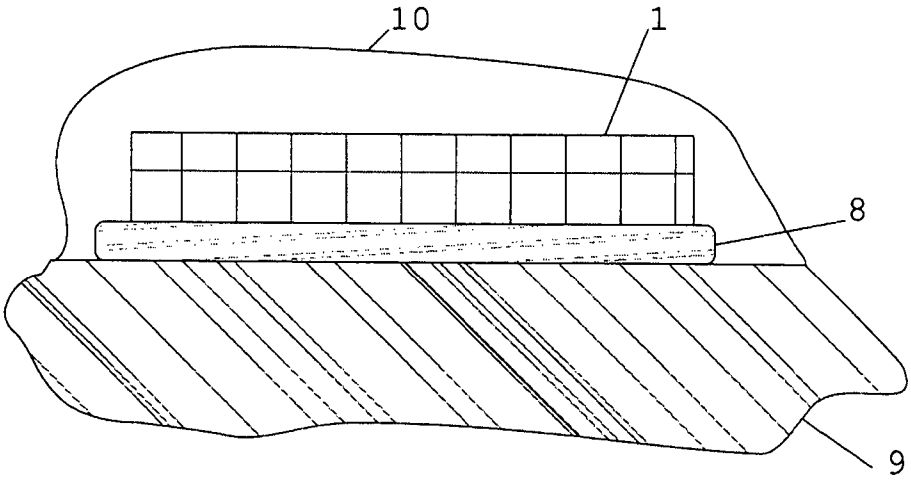


Figure 2

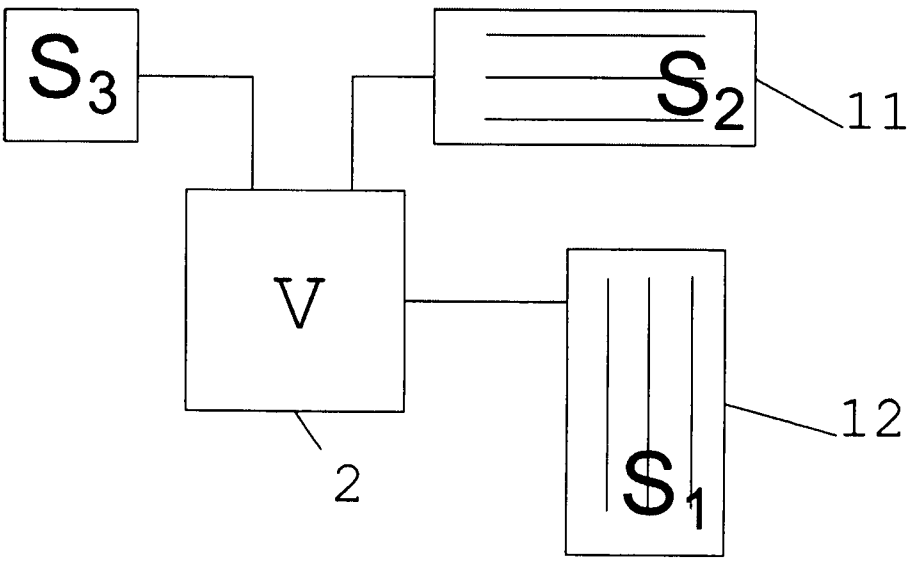


Figure 3

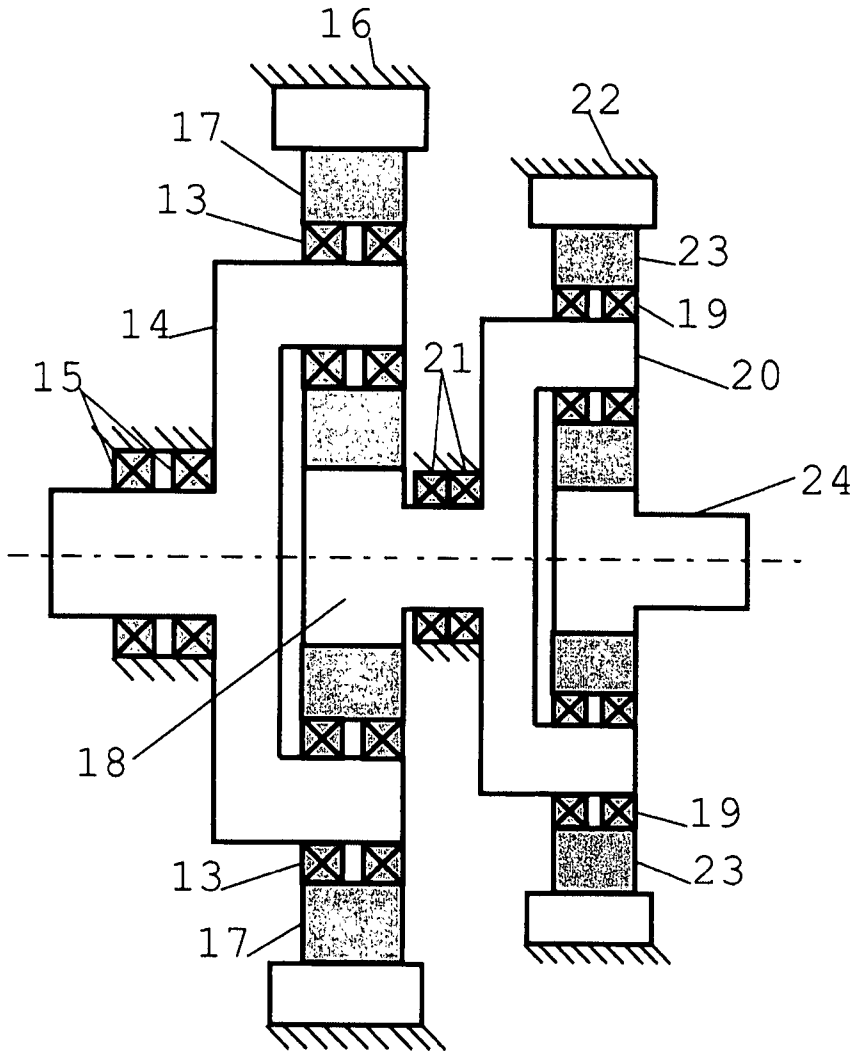


Figure 4

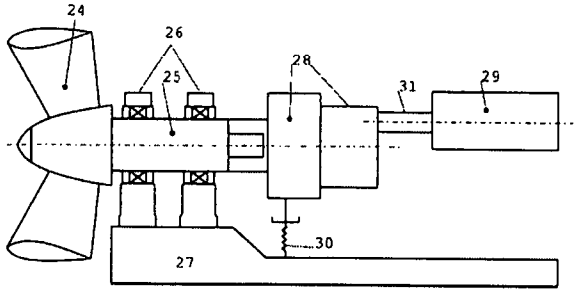


Figure 5

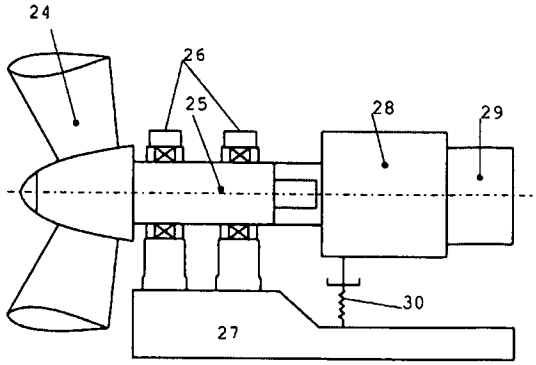


Figure 6

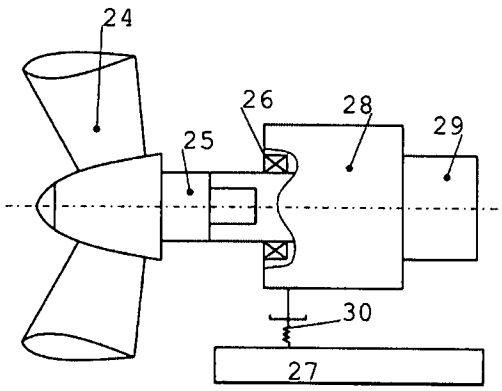


Figure 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2016/000273

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01M13/02 F03D17/00 G01M13/04
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)
G01M F03D

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 2 498 076 A1 (HEXAGON TECHNOLOGY CT GMBH [CH]) 12 September 2012 (2012-09-12) paragraph [0040] - paragraph [0077]; figures 1-7	1-4
X	WO 2007/085259 A1 (VESTAS WIND SYS AS [DK]; DEMTROEDER JENS [DK]) 2 August 2007 (2007-08-02) page 14, line 22 - page 20, line 9; figures 1-7	1-4
X	WO 2011/104433 A1 (ESPOTEL OY [FI]; VIRKAJAERVI MIKKO [FI]; SIHVO TERO [FI]; UIMONEN TAPI) 1 September 2011 (2011-09-01) page 3, line 6 - page 10, line 9; figures 1,2	1-4

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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
9 November 2016	22/11/2016

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Gruss, Christian

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2 522 977 A1 (NTN TOYO BEARING CO LTD [JP]) 14 November 2012 (2012-11-14) paragraph [0031] - paragraph [0105]; figures 1,2,9-13	1-4
X	WO 2006/012827 A1 (IGUS INNOVATIVE TECH SYSTEME G [DE]; VOLKMER PETER [DE]) 9 February 2006 (2006-02-09) page 15, line 10 - page 19, line 28; figures 1-4	1-4
X	GB 2 521 359 A (SKF AB [SE]) 24 June 2015 (2015-06-24) page 11, line 16 - page 14, line 2; figure 6	1-4
A	DE 10 2010 034749 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES GMBH [DE]) 23 February 2012 (2012-02-23) the whole document	1-4
A	DE 601 31 571 T2 (TIMKEN CO [US]) 23 October 2008 (2008-10-23) the whole document	1-4
A	DE 10 2011 117468 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 2 May 2013 (2013-05-02) the whole document	1-4
A	DE 10 2012 200778 A1 (SKF AB [SE]) 25 July 2013 (2013-07-25) the whole document	1-4
A	US 5 140 849 A (FUJITA KIYOSHI [JP] ET AL) 25 August 1992 (1992-08-25) the whole document	1-4
A	WO 2014/007714 A1 (SKF PUBL AB [SE]) 9 January 2014 (2014-01-09) the whole document	1-4

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/DE2016/000273

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2498076 A1	12-09-2012	AU 2012228479 A1	15-08-2013
		CA 2827009 A1	20-09-2012
		CN 103430004 A	04-12-2013
		EP 2498076 A1	12-09-2012
		EP 2684018 A1	15-01-2014
		JP 5826866 B2	02-12-2015
		JP 2014515096 A	26-06-2014
		KR 20130133040 A	05-12-2013
		US 2014046614 A1	13-02-2014
		WO 2012123351 A1	20-09-2012
WO 2007085259 A1	02-08-2007	AU 2007209631 A1	02-08-2007
		CN 101375053 A	25-02-2009
		EP 1977108 A1	08-10-2008
		JP 5094734 B2	12-12-2012
		JP 2009524760 A	02-07-2009
		NZ 569819 A	30-07-2010
		US 2008279686 A1	13-11-2008
		WO 2007085259 A1	02-08-2007
WO 2011104433 A1	01-09-2011	FI 20105179 A	25-08-2011
		WO 2011104433 A1	01-09-2011
EP 2522977 A1	14-11-2012	CN 102713554 A	03-10-2012
		EP 2522977 A1	14-11-2012
		JP 5725833 B2	27-05-2015
		JP 2011154020 A	11-08-2011
		US 2013006540 A1	03-01-2013
		WO 2011081085 A1	07-07-2011
WO 2006012827 A1	09-02-2006	AU 2005269159 A1	09-02-2006
		BR PI0513995 A	20-05-2008
		CN 101023266 A	22-08-2007
		DE 102005017054 A1	23-03-2006
		EP 1792077 A1	06-06-2007
		RU 2361113 C2	10-07-2009
		US 2008206052 A1	28-08-2008
		WO 2006012827 A1	09-02-2006
GB 2521359 A	24-06-2015	CN 105899945 A	24-08-2016
		DE 112014005983 T5	13-10-2016
		GB 2521359 A	24-06-2015
		US 2016313228 A1	27-10-2016
		WO 2015091394 A1	25-06-2015
DE 102010034749 A1	23-02-2012	CN 103069258 A	24-04-2013
		DE 102010034749 A1	23-02-2012
		US 2013305827 A1	21-11-2013
		WO 2012022602 A1	23-02-2012
DE 60131571 T2	23-10-2008	AU 5092701 A	23-10-2001
		DE 60131571 T2	23-10-2008
		EP 1358453 A2	05-11-2003
		JP 2003530565 A	14-10-2003
		KR 20030016246 A	26-02-2003
		US 2002092360 A1	18-07-2002
		WO 0177634 A2	18-10-2001

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/DE2016/000273

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102011117468 A1	02-05-2013	CN 104011515 A	27-08-2014
		DE 102011117468 A1	02-05-2013
		US 2015052985 A1	26-02-2015
		WO 2013064209 A2	10-05-2013
DE 102012200778 A1	25-07-2013	DE 102012200778 A1	25-07-2013
		EP 2805073 A1	26-11-2014
		WO 2013107884 A1	25-07-2013
US 5140849 A	25-08-1992	NONE	
WO 2014007714 A1	09-01-2014	CN 104364626 A	18-02-2015
		EP 2870447 A1	13-05-2015
		KR 20150035827 A	07-04-2015
		RU 2015103216 A	27-08-2016
		WO 2014007714 A1	09-01-2014

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2016/000273

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01M13/02 F03D17/00 G01M13/04
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01M F03D

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 2 498 076 A1 (HEXAGON TECHNOLOGY CT GMBH [CH]) 12. September 2012 (2012-09-12) Absatz [0040] - Absatz [0077]; Abbildungen 1-7	1-4
X	WO 2007/085259 A1 (VESTAS WIND SYS AS [DK]; DEMTROEDER JENS [DK]) 2. August 2007 (2007-08-02) Seite 14, Zeile 22 - Seite 20, Zeile 9; Abbildungen 1-7	1-4
X	WO 2011/104433 A1 (ESPOTEL OY [FI]; VIRKAJAERVI MIKKO [FI]; SIHVO TERO [FI]; UIMONEN TAPI) 1. September 2011 (2011-09-01) Seite 3, Zeile 6 - Seite 10, Zeile 9; Abbildungen 1,2	1-4

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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
9. November 2016	22/11/2016

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	Gruss, Christian

1

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 2 522 977 A1 (NTN TOYO BEARING CO LTD [JP]) 14. November 2012 (2012-11-14) Absatz [0031] - Absatz [0105]; Abbildungen 1,2,9-13	1-4
X	WO 2006/012827 A1 (IGUS INNOVATIVE TECH SYSTEME G [DE]; VOLKMER PETER [DE]) 9. Februar 2006 (2006-02-09) Seite 15, Zeile 10 - Seite 19, Zeile 28; Abbildungen 1-4	1-4
X	GB 2 521 359 A (SKF AB [SE]) 24. Juni 2015 (2015-06-24) Seite 11, Zeile 16 - Seite 14, Zeile 2; Abbildung 6	1-4
A	DE 10 2010 034749 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES GMBH [DE]) 23. Februar 2012 (2012-02-23) das ganze Dokument	1-4
A	DE 601 31 571 T2 (TIMKEN CO [US]) 23. Oktober 2008 (2008-10-23) das ganze Dokument	1-4
A	DE 10 2011 117468 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 2. Mai 2013 (2013-05-02) das ganze Dokument	1-4
A	DE 10 2012 200778 A1 (SKF AB [SE]) 25. Juli 2013 (2013-07-25) das ganze Dokument	1-4
A	US 5 140 849 A (FUJITA KIYOSHI [JP] ET AL) 25. August 1992 (1992-08-25) das ganze Dokument	1-4
A	WO 2014/007714 A1 (SKF PUBL AB [SE]) 9. Januar 2014 (2014-01-09) das ganze Dokument	1-4

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2016/000273

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2498076 A1	12-09-2012	AU 2012228479 A1	15-08-2013
		CA 2827009 A1	20-09-2012
		CN 103430004 A	04-12-2013
		EP 2498076 A1	12-09-2012
		EP 2684018 A1	15-01-2014
		JP 5826866 B2	02-12-2015
		JP 2014515096 A	26-06-2014
		KR 20130133040 A	05-12-2013
		US 2014046614 A1	13-02-2014
		WO 2012123351 A1	20-09-2012
WO 2007085259 A1	02-08-2007	AU 2007209631 A1	02-08-2007
		CN 101375053 A	25-02-2009
		EP 1977108 A1	08-10-2008
		JP 5094734 B2	12-12-2012
		JP 2009524760 A	02-07-2009
		NZ 569819 A	30-07-2010
		US 2008279686 A1	13-11-2008
		WO 2007085259 A1	02-08-2007
WO 2011104433 A1	01-09-2011	FI 20105179 A	25-08-2011
		WO 2011104433 A1	01-09-2011
EP 2522977 A1	14-11-2012	CN 102713554 A	03-10-2012
		EP 2522977 A1	14-11-2012
		JP 5725833 B2	27-05-2015
		JP 2011154020 A	11-08-2011
		US 2013006540 A1	03-01-2013
		WO 2011081085 A1	07-07-2011
WO 2006012827 A1	09-02-2006	AU 2005269159 A1	09-02-2006
		BR PI0513995 A	20-05-2008
		CN 101023266 A	22-08-2007
		DE 102005017054 A1	23-03-2006
		EP 1792077 A1	06-06-2007
		RU 2361113 C2	10-07-2009
		US 2008206052 A1	28-08-2008
		WO 2006012827 A1	09-02-2006
GB 2521359 A	24-06-2015	CN 105899945 A	24-08-2016
		DE 112014005983 T5	13-10-2016
		GB 2521359 A	24-06-2015
		US 2016313228 A1	27-10-2016
		WO 2015091394 A1	25-06-2015
DE 102010034749 A1	23-02-2012	CN 103069258 A	24-04-2013
		DE 102010034749 A1	23-02-2012
		US 2013305827 A1	21-11-2013
		WO 2012022602 A1	23-02-2012
DE 60131571 T2	23-10-2008	AU 5092701 A	23-10-2001
		DE 60131571 T2	23-10-2008
		EP 1358453 A2	05-11-2003
		JP 2003530565 A	14-10-2003
		KR 20030016246 A	26-02-2003
		US 2002092360 A1	18-07-2002
		WO 0177634 A2	18-10-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2016/000273

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102011117468 A1	02-05-2013	CN 104011515 A	27-08-2014
		DE 102011117468 A1	02-05-2013
		US 2015052985 A1	26-02-2015
		WO 2013064209 A2	10-05-2013
DE 102012200778 A1	25-07-2013	DE 102012200778 A1	25-07-2013
		EP 2805073 A1	26-11-2014
		WO 2013107884 A1	25-07-2013
US 5140849 A	25-08-1992	KEINE	
WO 2014007714 A1	09-01-2014	CN 104364626 A	18-02-2015
		EP 2870447 A1	13-05-2015
		KR 20150035827 A	07-04-2015
		RU 2015103216 A	27-08-2016
		WO 2014007714 A1	09-01-2014