

(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
18. März 2010 (18.03.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/028630 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01M 13/04 (2006.01) G01B 7/00 (2006.01)
F16C 19/52 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2009/001252

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. September 2009 (05.09.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2008 046 357.4
9. September 2008 (09.09.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): SCHAEFFLER KG [DE/DE]; Industriestrasse
1-3, 91074 Herzogenaurach (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KRAUSS, Ekkehard
[DE/DE]; Schweinfurter Strasse 59, 97464 Niederwerrn
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (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, SE, SI,
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

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

(54) Title: SENSOR ARRANGEMENT FOR DETERMINING A CHARACTERISTIC VARIABLE FOR THE WEAR OF A
ROLLER BEARING AND WIND POWER PLANT

(54) Bezeichnung : SENSORANORDNUNG ZUR BESTIMMUNG EINER KENNGRÖSSE FÜR DEN VERSCHLEISS EINES
WÄZLAGERS UND WINDKRAFTANLAGE

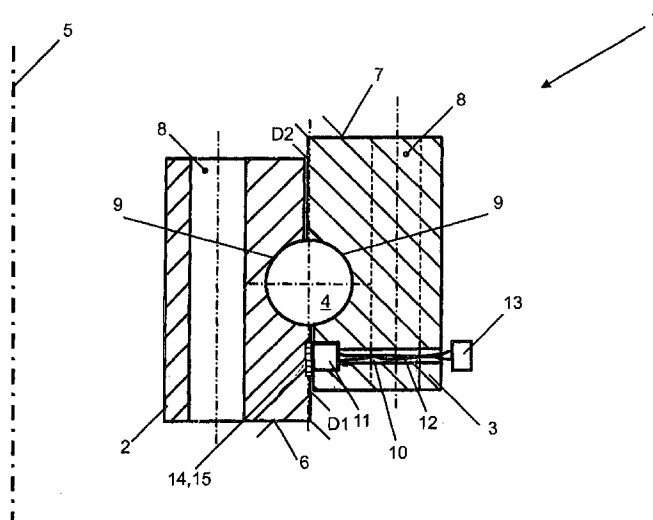


Fig. 1

(57) Abstract: The aim of the invention is to provide a sensor arrangement for determining a characteristic variable for the wear of a roller bearing, and a wind power plant provided with said type of sensor arrangement enabling the wear to be controlled in a stable manner. According to the invention, a sensor arrangement for determining a characteristic variable for the wear of a roller bearing comprises two bearing rings (2, 3) which are arranged in a rotational manner counter to each other about a common rotational axis (5) by means of a roller body (4), a sensor (11) which is connected to one of the bearing rings (3), and a detection area (14) which is arranged on the other bearing ring (2), the sensor (11) detecting the detection area (14). The sensor (11) is formed for detecting an axial misalignment of the bearing ring (2, 3) in the direction of the rotational axis (5) as the characteristic variable for the wear of the roller bearing. The sensor arrangement is formed for determining several intermediate values of the axial misalignment.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2010/028630 A1



Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Sensoranordnung zur Bestimmung einer Kenngröße für den Verschleiß eines Wälzlagers sowie eine Windenergieanlage mit dieser Sensoranordnung vorzuschlagen, die eine robuste Überwachung des Verschleißes erlaubt. Hierzu wird eine Sensoranordnung zur Bestimmung einer Kenngröße für den Verschleiß eines Wälzlagers vorgeschlagen, mit zwei Lagerringen (2, 3), wobei die Lagerringe (2, 3) über Wälzkörper (4) um eine gemeinsame Drehachse (5) gegeneinander verdrehbar angeordnet sind, mit einem Sensor (11), welcher mit einem der Lagerringe (3) verbunden ist, und mit einem Erfassungsbereich (14), der auf dem anderen Lagerring (2) angeordnet ist, wobei der Sensor (11) den Erfassungsbereich (14) erfasst, wobei der Sensor (11) zur Erfassung eines axialen Versatzes der Lagerringe (2, 3) in Richtung der Drehachse (5) als die Kenngröße für den Verschleiß des Wälzlagers ausgebildet ist, wobei die Sensoranordnung zur Bestimmung von mehreren Zwischenwerten des axialen Versatzes ausgebildet ist.

5

10

Bezeichnung der Erfindung

Sensoranordnung zur Bestimmung einer Kenngröße für den Verschleiß
eines Wälzlagers und Windkraftanlage

15

Beschreibung**Gebiet der Erfindung**

20 Die Erfindung betrifft eine Sensoranordnung zur Bestimmung einer Kenn-
größe für den Verschleiß eines Wälzlagers mit zwei Lagerringen, wobei die
Lagerringe über Wälzkörper um eine gemeinsame Drehachse gegeneinan-
der verdrehbar angeordnet sind, mit einem Sensor, welcher mit einem der
Lagerringe verbunden ist und mit einem Erfassungsbereich, der auf dem
25 anderen Lagerring angeordnet ist, wobei der Sensor den Erfassungsbereich
erfasst und wobei der Sensor zur Erfassung eines axialen Versatzes der
Lagerringe in Richtung der Drehachse als die Kenngröße für den Verschleiß
des Wälzlagers ausgebildet ist. Die Erfindung betrifft auch eine Windener-
gieanlage mit dieser Sensoranordnung.

30

Im dauerhaften Einsatz von Wälzlagern kann es zu einem Verschleiß der
Laufbahnen und/oder der Wälzkörper kommen. Oftmals ist der Verschleiß

des Wälzlagers ein kontinuierlicher Prozess, welcher aber von einer Vielzahl von Faktoren abhängt, so dass genaue Vorhersagen über den Verschleißzustand allein aus Betriebsdaten, wie zum Beispiel Anzahl der Umläufe, Betriebsdauer etc. nicht ausreichend genau zu bestimmen sind.

5

Bei Großwälzlager kommt erschwerend hinzu, dass diese meist als Sonderanfertigungen mit gewissen Lieferzeiten verbunden sind, so dass eine frühzeitige Erkennung des Verschleißes derartiger Großwälzlager wünschenswert wäre. Betriebswirtschaftlich scheint es nämlich weder sinnvoll zu
10 sein, die Großwälzlager zu früh auszutauschen noch mehrere Großwälzlager auf Vorrat zu halten. Auf der anderen Seite droht bei dem Ausfall eines derartigen Großwälzlagers der Stillstand der gesamten Anlage, in die das Großwälzlager eingebaut ist.

15 Aus der Gebrauchsmusterschrift DE 20 316 544 U1 ist eine Überwachungs-
vorrichtung zur Überwachung von Großwälzlager bekannt, welche mindestens zwei berührungslose Wegmesssensoren aufweist, von denen einer zur Bestimmung von Radialbewegungen und einer zur Bestimmung von Axialbewegungen der Lagerringe relativ zueinander vorgesehen ist. Durch die
20 gemeinsame Auswertung der Signale der Wegmesssensoren sind auch Kippbewegungen in dem Großwälzlager zu erfassen, welche auf einen Verschleiß hindeuten.

Die Patentschrift DE 197 55 000 C1 betrifft dagegen eine weitaus einfachere
25 und robustere Ausführungsform für eine Verschleißmessvorrichtung für ein Großwälzlager und bildet wohl den nächstkommenden Stand der Technik. Die Verschleißmessvorrichtung weist eine Sonde auf, die in eine Öffnung eines der Lagerringe angeordnet ist und mit ihrem Ende mit einer Fläche des anderen Lagerrings in Kontakt treten kann. Der Lagerring, der der Sonde
30 gegenüberliegt, ist mit einer Nut ausgebildet, in die das Ende der Sonde hineinragt. Die Seitenwände der Nut weisen jeweils einen Abstand zur Sonde auf, der einem in der dazugehörigen Richtung vorgegebenen Verschleißmaß

entspricht. Sobald die durch die Nutbreite definierte Verschleißgrenze erreicht ist, kontaktiert die Sonde eine der Seitenwände der Nut und es wird ein Signal ausgegeben.

- 5 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Sensoranordnung zur Bestimmung einer Kenngröße für den Verschleiß eines Wälzlagers sowie eine Windenergieanlage mit dieser Sensoranordnung vorzuschlagen, die eine robuste Überwachung des Verschleißes erlaubt.
- 10 Diese Aufgabe wird durch eine Sensoranordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch eine Windenergieanlage mit den Merkmalen des Anspruchs 15 gelöst. Bevorzugte oder vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der nachfolgenden Beschreibung sowie den beigefügten Figuren.
- 15 Die Erfindung offenbart eine Sensoranordnung, welche zur Bestimmung einer Kenngröße für den Verschleiß eines Wälzlagers geeignet und/oder ausgebildet ist. Die Sensoranordnung bzw. das Wälzlager umfasst zwei Lager-
20 ringe, wobei die Lagerringe über Wälzkörper um eine gemeinsame Drehachse gegeneinander verdrehbar angeordnet sind. Das Wälzlager kann dabei eine ein- oder mehrreihige Bauform mit beliebigen Wälzkörpern darstellen. Insbesondere sind die Wälzkörper als Kugeln oder Rollen ausgebildet. Vor-
zugsweise sind die Lagerringe zumindest bereichsweise koaxial und/oder konzentrisch und/oder in radialer Richtung zu der gemeinsamen Drehachse
25 überlappend zueinander angeordnet. Insbesondere ist das Wälzlager als ein Vier-Punkt-Wälzlager ausgebildet.

Die Sensoranordnung weist einen Sensor aus, welcher mit einem der Lager-
ringe fest verbunden ist, so dass der Lagerring dessen Position bestimmt.

- 30 Ferner ist ein Erfassungsbereich vorgesehen, der auf dem anderen Lager-
ring angeordnet ist, wobei der Sensor zur Erfassung des Erfassungsbereiches angeordnet und/oder ausgebildet ist.

- Der Sensor dient zur Erfassung eines axialen Versatzes der Lagerringe in Richtung der Drehachse als die Kenngröße für den Verschleiß des Wälzlagers. Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist das Wälzlager als eine Drehverbindung ausgebildet, welche maßgeblich axiale Kräfte aufnimmt. Der
- 5 Verschleiß tritt bei dieser Bauform aufgrund der Belastungsrichtung oft als ein gegenseitiges Verschieben der Lagerringe in bzw. gegen die Richtung der Drehachse auf. Diese Verschiebung resultiert letztlich aus einer Verkleinerung der Wälzkörper und/oder aus einer Vertiefung der Laufbahnen für die Wälzkörper in den Lagerringen.
- 10 Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, dass die Sensoranordnung zur Bestimmung von mehreren Zwischenwerten des axialen Versatzes ausgebildet ist. Durch den Sensor kann somit ausgehend von einer Einbau- oder Normalposition der Lagerringe zueinander vorzugsweise mehr als ein Zwischenwert, insbesondere mehr als zwei Zwischenwerte in eine Verschleiß-
- 15 richtung gemessen werden. Besonders bevorzugt werden mindestens zwei Werte als Zwischenwerte pro Verschleißrichtung erfasst, die sich von der Einbau- oder Normalposition unterscheiden.
- 20 Es ist dabei eine Überlegung der Erfindung, dass der Verschleiß des Wälzlagers bislang und wie auch im eingangs gewürdigten Stand der Technik beschrieben nur über einen einzigen Grenzwert bestimmt wird. Zwar ist die Verwendung eines einzigen Grenzwertes zur Verschleißbestimmung besser als den Austausch des Wälzlagers nur aufgrund der Betriebsdauer etc. vor-
- 25 zunehmen, jedoch lässt ein einziger Grenzwert keine ausreichend genaue Verschleißbestimmung zu. Mit der Erfindung ist es möglich, den Ist-Verschleiß in mehreren Zwischenwerten, insbesondere in einer Verschleißrichtung, das heißt in einer axialen Richtung der Drehachse zu bestimmen. Dementsprechend ist es möglich, die Wartungs- und Montageintervalle individuell festzulegen, sowie Wiederbeschaffungszeiten besser zu berücksichti-
- 30 gen, damit Ausfallzeiten der jeweiligen Anlagen mit dem Wälzlager minimiert werden.

Bei einer möglichen Ausführungsform der Erfindung ist die Sensoranordnung zur Bestimmung von mehreren diskreten Zwischenwerten für den axialen Versatz ausgebildet. Derartige diskrete Zwischenwerte können beispielsweise in mm angegeben werden, sodass ein erster Zwischenwert bei 1 mm, ein
5 zweiter Zwischenwert bei 2 mm etc. ausgegeben wird. Selbstverständlich können die Zwischenwerte auch als dimensionslose Größen von der Sensoranordnung ausgegeben werden.

Bei einer anderen möglichen Ausführungsform der Erfindung ist die Sensor-
10 anordnung zur Bestimmung von kontinuierlichen Zwischenwerten ausgebildet. Derartige kontinuierliche Zwischenwerte können gebildet werden, indem jedem axialen Versatz – insbesondere im Rahmen der Messgenauigkeit – ein anderer Zwischenwert zugeordnet wird.

15 Bei einer praktischen Realisierung der Erfindung wird der Sensor zur taktilen, optischen, ultraschallbasierten, elektrischen und/oder magnetischen Erfassung des Erfassungsbereiches ausgebildet sein. Bevorzugt sind die Messarten, welche robust und insbesondere bei längerer Betriebszeit störungsfrei sind.

20

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Sensor in dem Lagerring, insbesondere in einem Lageraußenring, integriert. Durch die Integration in dem Lagerring wird gewährleistet, dass die Sensoranordnung im Betrieb weder unabsichtlich verstellt noch beschädigt werden
25 kann. Vorzugsweise weist der Lagerring einen radial verlaufenden Aufnahmebereich auf, welcher beispielsweise als eine Durchgangsbohrung ausgebildet ist. In diesen Aufnahmebereich wird der Sensor eingesetzt, gegebenenfalls kalibriert und befestigt.

30 Prinzipiell kann die Erfassungs- und/oder Messrichtung des Sensors beliebig ausgebildet sein, solange der Erfassungsbereich auf dem anderen Lagerring erfasst wird. Insbesondere um Winkelabhängigkeiten zu vermeiden, ist es

jedoch bevorzugt, dass die Erfassungsrichtung des Sensors radial zu der Drehachse ausgerichtet ist.

Bei einer ersten möglichen Verkörperung der Erfindung ist der Erfassungsbereich unmittelbar auf bzw. in dem Lagerring eingebracht und/oder eingeformt. Beispielsweise wird der Erfassungsbereich durch eine Form- und/oder Oberflächenänderung des Lagerrings erreicht.

Bei einer anderen möglichen Ausführungsform der Erfindung ist der Erfassungsbereich als eine separate Schicht und/oder ein separates Bauteil auf dem Lagerring aufgebracht. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, dass der Erfassungsbereich separat mit der gewünschten Genauigkeit gefertigt werden kann und dann als Zusatzteil auf dem Lagerring auf bzw. eingebracht wird.

Um die Erfassung des axialen Versatzes zu unterstützen ist bevorzugt vorgesehen, dass der Erfassungsbereich eine Kodierung in axialer Richtung aufweist. In dieser Kodierung sind Höheninformationen eingebracht, die zur Bestimmung für den axialen Versatz zwischen den Lagerringen genutzt werden können.

Bei einer ersten möglichen Realisierung weist der Erfassungsbereich Inkrementmarkierungen, also Relativmarkierungen in axialer Richtung, auf. Bei dieser Realisierung ist beispielsweise vorgesehen, dass der Sensor die Inkremente zählt, wenn sich die Lagerringe gegeneinander verschieben. Bei einer anderen möglichen Realisierung sind Absolutmarkierungen in dem Erfassungsbereich angeordnet, so dass der Sensor durch Erfassen der Absolutmarkierungen ein absolutes Maß für den axialen Versatz bestimmen kann.

Es ist möglich, dass der Erfassungsbereich nur auf einen Winkelbereich kleiner als 360° , vorzugsweise kleiner als 180° , insbesondere kleiner als 90°

- begrenzt ist, da üblicherweise von einer Vollrotation des Wälzlagers auszugehen ist, wobei bei jeder Umdrehung der Erfassungsbereich einmal abgefahren wird. Es ist jedoch bevorzugt, dass die Kodierung und/oder die Inkrementmarkierungen und/oder die Absolutmarkierungen und/oder der Erfassungsbereich vollständig umlaufend ausgebildet ist. Diese Ausführungsform ist besonders vorteilhaft bei Verbindungen, bei denen das Wälzlager keine vollständigen Umdrehungen, sondern eher oszillierende Bewegungen in einem bestimmten Winkelbereich im Betrieb durchführt.
- 5
- 10 Besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform, bei der der Erfassungsbereich als ein Träger, insbesondere als eine Folie, mit Maßverkörperungslinien in Umfangsrichtung mit definiertem Abstand in axialer Richtung als Inkrementmarkierungen ausgebildet ist.
- 15 Bei einer anderen möglichen Ausführung ist der Erfassungsbereich und/oder die Kodierung als eine Durchmesseränderung im Erfassungsbereich ausgebildet, wobei eine Rampe, ein periodisches oder anderes Muster in axialer Richtung gebildet wird. Bei einer Rampe kann beispielsweise der durch den Verschleiß variierende Abstand zwischen dem Sensor und dem Erfassungsbereich als kontinuierliche Zwischenwerte ausgelesen werden. Bei einem periodischen Muster können diskrete Zwischenwerte entnommen werden. Statt einer mechanischen Kodierung ist in gleicher Weise auch eine magnetische, elektrische und/oder optische Kodierung möglich.
- 20
- 25 Bei einer bevorzugten Konkretisierung der Erfindung ist das Wälzlager als eine Drehverbindung ausgebildet. Besonders bevorzugt ist die Drehverbindung maßgeblich zur Übertragung von axialen Kräften ausgebildet, wobei in axialer Richtung die Lagerringe zueinander zumindest auf einer Stirnseite bevorzugt höhenversetzt angeordnet sind. Vorzugsweise weisen die Lagerringe in axialer Richtung verlaufende Durchgänge auf, welche zur Aufnahme von Befestigungsmitteln, insbesondere Schrauben, zur Befestigung des Lagerrings an einer Konstruktion ausgebildet sind. Der Innenring ist vorzugs-
- 30

weise mit einer freien Durchgangsöffnung ausgebildet, insbesondere ist der Innenring achsen- oder wellenfrei montiert. Die Wälzkörper können beliebig, bevorzugt als Kugeln und/oder Rollen realisiert sein. Die Drehverbindung ist ein- oder mehrreihig gebildet. Insbesondere ist die Drehverbindung bevorzugt als ein Vier-Punkt-Lager ausgebildet.

Besonders vorteilhaft wird die Erfindung bei Wälzlager eingesezt, die als Großwälzlager mit einem Teilkreisdurchmesser größer als 1.000 mm ausgebildet sind, da hier der axiale Versatz durch den Verschleiß so groß werden kann, dass dieser mit der Sensoranordnung mit ausreichender Auflösung gemessen werden kann.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung betrifft eine Windenergieanlage mit einer Drehverbindung zwischen Turm und Maschinenhaus und/oder mit einer Drehverbindung als Blattlager zur schwenkbaren Lagerung eines Rotorblattes der Windenergieanlage, wobei die Drehverbindung eine Sensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche aufweist. Die Drehverbindung erlaubt es, den Generataraufbau in die jeweilig gewünschte Himmelsrichtung zu orientieren oder das Rotorblatt zu verschwenken.

20

Weitere Merkmale, Vorteile und Wirkungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung. Dabei zeigen:

25 Figur 1 eine Schnittansicht durch die Drehachse einer Drehverbindung zur Illustration eines Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Figur 2 einen Ausschnitt der Maßverkörperung in der Figur 1.

30 Die Figur 1 zeigt in einer schematischen Schnittdarstellung eine Drehverbindung 1 als ein Ausführungsbeispiel der Erfindung, welche einen inneren Lagerring 2, einen äußeren Lagerring 3 aufweist, die über eine Reihe von

Wälzkörpern 4 in Form in Kugeln relativ zueinander um eine gemeinsame Drehachse 5 verdrehbar angeordnet sind.

Die Drehverbindung 1 ist als ein Großwälzlager ausgebildet, wobei der Teil-
5 kreisdurchmesser, gemessen an dem Mittelpunkt der Wälzkörper 4 größer als 1.000 mm ausgebildet ist. Die Drehverbindung 1 wird beispielsweise in Windenergieanlagen eingebaut, wobei der innere Lagerring 2 mit seiner axialen Stirnseite 6 eine mechanische Schnittstelle zu einem Turm der Windenergieanlage und der äußere Lagerring 3 mit seiner Stirnseite 7 eine
10 Schnittstelle zu dem Aufbau mit einem Generator, Rotor, etc. bildet. Selbstverständlich kann die Drehverbindung 1 auch anders herum montiert werden oder an anderen Anwendungen eingesetzt werden.

Um einen störkonturfreien Betrieb zu gewährleisten, sind der innere Lager-
15 ring 2 und der äußere Lagerring 3 um einen Abstand D1 bzw. D2 höhenversetzt ausgebildet. Die Drehverbindung 1 wird in der Einbaulage maßgeblich als Axialwälzlager zur Aufnahme von axialen Kräften, aber auch zur Aufnahme von radialen Kräften, relativ zu der Drehachse 5 betrachtet, eingesetzt und ist beispielsweise als ein Vier-Punkt-Lager ausgebildet. Zur Befes-
20 tigung des inneren Lagerrings 2 bzw. des äußeren Lagerrings 3 sind Durchgangsöffnungen 8 vorgesehen, welche parallel zu der Drehachse 5 verlaufen und durch die Befestigungsmittel, wie zum Beispiel Bolzen oder Schrauben geführt werden können.

25 Im Betrieb derartiger Drehverbindungen 1 kann es zu Verschleißerscheinungen insbesondere an den Wälzkörpern 4 bzw. deren Laufbahnen 9 kommen, wobei sich die Verschleißerscheinungen durch einen axialen Versatz des inneren Lagerrings 2 und des äußeren Lagerrings 3 ergeben. In der gezeigten Darstellung kann es somit zu einer Verringerung der Größen D1 und D2
30 kommen.

Mit dem Ziel, eine automatisierte Überwachung des Verschleißes bzw. einer Verschleißmessung durchzuführen, weist der äußere Lagerring 3 einen Aufnahmeraum 10 auf, welcher als radial zu der Drehachse 5 verlaufende Bohrung ausgebildet ist und in die ein Sensor 11 an dem inneren Lagerring 2 zugewandten Ende des Aufnahmeraums 10 angeordnet ist. Der Sensor 11 ist über ein Kabel 12 mit einer Datenauswertung 13 verbunden.

Die Messrichtung des Sensors 11 ist radial in Richtung der Drehachse 5 ausgerichtet, wobei der Sensor 11 einen Erfassungsbereich 14 auf dem inneren Lagerring 2 messtechnisch erfasst.

Der Erfassungsbereich 14 ist beispielsweise als eine Maßverkörperung 15 ausgebildet, wie diese in radialer Draufsicht abschnittsweise in der Figur 2 dargestellt ist. Die Maßverkörperung 15 ist als eine Folie, insbesondere eine Kunststofffolie, ausgebildet, welche umlaufend um den inneren Lagerring 2 bzw. die Drehachse 5 angeordnet, zum Beispiel verklebt oder aufgeschrumpft, ist. Die Maßverkörperung 15 weist eine Mehrzahl von ebenfalls in Umlaufrichtung verlaufenden Maßverkörperungslinien 16 auf, die äquidistant in axialer Richtung zueinander angeordnet sind. Die Maßverkörperungslinien 16 sind in Umlaufrichtung geschlossen.

Bei einem verschleißbedingten axialen Versatz des äußeren Lagerrings 3 relativ zu dem inneren Lagerring 2 in Richtung der Drehachse 5 fährt der Sensor 11 eine oder mehrere der Maßverkörperungslinien 16 ab, welche von dem Sensor 11 beispielsweise optisch erfasst und von der Datenauswertung 13 als Inkrementalmarkierungen ausgewertet werden. Die Datenauswertung 13 zählt die Anzahl der von dem Sensor 11 überfahrenen Maßverkörperungslinien 16 und kann – eventuell nach einer entsprechenden Kalibrierung – eine Kenngröße für den axialen Versatz der beiden Lagerringe 2, 3 und somit eine Kenngröße für den aktuellen oder Ist-Verschleiß der Drehverbindung 1 ausgeben. Die Maßverkörperungslinien 16 sind beispielsweise in einem Abstand von kleiner 1 mm, vorzugsweise kleiner als 0,5 mm und ins-

besondere kleiner als 0,2 mm angeordnet.

Der Vorteil der Sensoranordnung in der Figur 1 ist insbesondere darin zu sehen, dass sich aus den Kenngrößen der Datenauswertung 13 der aktuelle
5 Verschleiß der Laufbahnen 9 der Drehverbindung 1 ermitteln lässt, so dass Wartungs- und Montageintervalle verschleißabhängig und individuell festgelegt werden können. Gegebenenfalls können auch lange Wiederbeschaffungszeiten der Drehverbindung 1 besser berücksichtigt werden und damit
10 die verschleißbedingten Ausfallzeiten der jeweiligen Anlagen mit der Drehverbindung verkürzt werden.

Bezugszeichenliste

	1	Drehverbindung
	2	innerer Lagerring
5	3	äußerer Lagerring
	4	Wälzkörper
	5	Drehachse
	6	axiale Stirnseite
	7	Stirnseite
10	8	Durchgangsöffnungen
	9	Laufbahnen
	10	Aufnahmeraum
	11	Sensor
	12	Kabel
15	13	Datenauswertung
	14	Erfassungsbereich
	15	Maßverkörperung
	16	Maßverkörperungslinien

5

10

Patentansprüche

1. Sensoranordnung zur Bestimmung einer Kenngröße für den Verschleiß eines Wälzlagers,
mit zwei Lagerringen (2,3), wobei die Lagerringe (2,3) über Wälzkörper (4) um eine gemeinsame Drehachse (5) gegeneinander verdrehbar angeordnet sind,
mit einem Sensor (11), welcher mit einem der Lagerringe (3) verbunden ist,
und mit einem Erfassungsbereich (14), der auf dem anderen Lagerring (2) angeordnet ist, wobei der Sensor (11) den Erfassungsbereich (14) erfasst,
wobei der Sensor (11) zur Erfassung eines axialen Versatzes der Lagerringe (2,3) in Richtung der Drehachse (5) als die Kenngröße für den Verschleiß des Wälzlagers ausgebildet ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Sensoranordnung zur Bestimmung von mehreren Zwischenwerten des axialen Versatzes ausgebildet ist.
2. Sensoranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoranordnung zur Bestimmung von mehreren diskreten und/oder kontinuierlichen Zwischenwerten für den axialen Versatz ausgebildet ist.

3. Sensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor (11) zur taktilen, optischen, elektrischen und/oder magnetischen Erfassung des Erfassungsbereichs ausgebildet ist.
5
4. Sensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor (11) in dem Lagerring (2) integriert ist.
- 10 5. Sensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassungsrichtung des Sensors radial zu der Drehachse (5) ausgerichtet ist.
- 15 6. Sensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Erfassungsbereich unmittelbar auf dem Lagerring eingebracht und/oder eingeformt ist.
- 20 7. Sensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Erfassungsbereich (14) als eine separate Schicht und/oder ein separates Bauteil (15) auf dem Lagerring aufgebracht ist.
- 25 8. Sensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Erfassungsbereich (14) eine Kodierung in axialer Richtung aufweist.
- 30 9. Sensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Erfassungsbereich Inkrementmarkierungen (16) und/oder Absolutmarkierungen in axialer Richtung aufweist.

10. Sensoranordnung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Kodierung und/oder die Inkrementmarkierung (16) vollständig umlaufend ausgebildet ist.
- 5 11. Sensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kodierung als eine Folie (15) mit Maßverkörperungen ausgebildet ist.
- 10 12. Sensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 9 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Kodierung als eine Durchmesseränderung des Lagerrings (2) im Erfassungsbereich (14) ausgebildet ist.
- 15 13. Sensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Wälzlager als eine Drehverbindung (1) ausgebildet ist.
- 20 14. Sensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Wälzlager als ein Großwälzlager mit einem Teilkreisdurchmesser größer als 1000 mm ausgebildet ist.
- 25 15. Windenergieanlage mit einer Drehverbindung (1) zwischen Turm und Aufbau und/oder als Blattlager, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehverbindung (1) eine Sensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche aufweist.

112

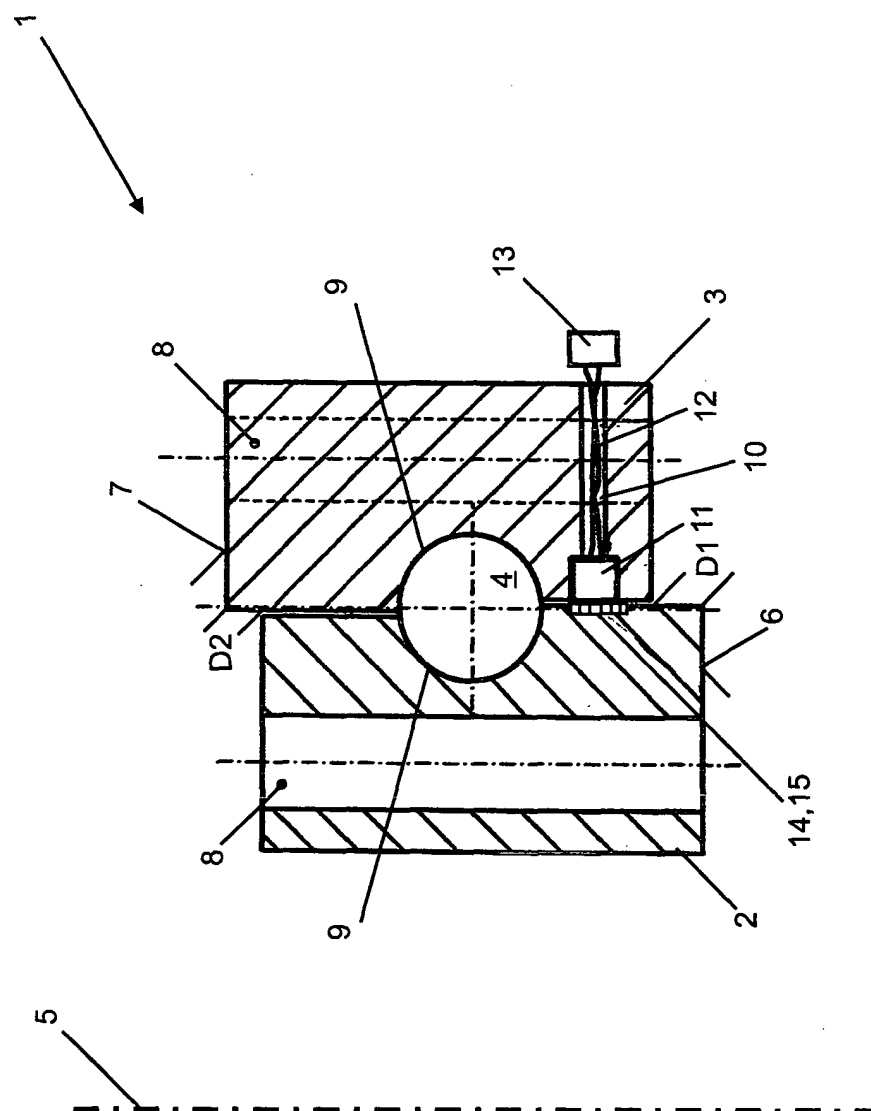


Fig. 1

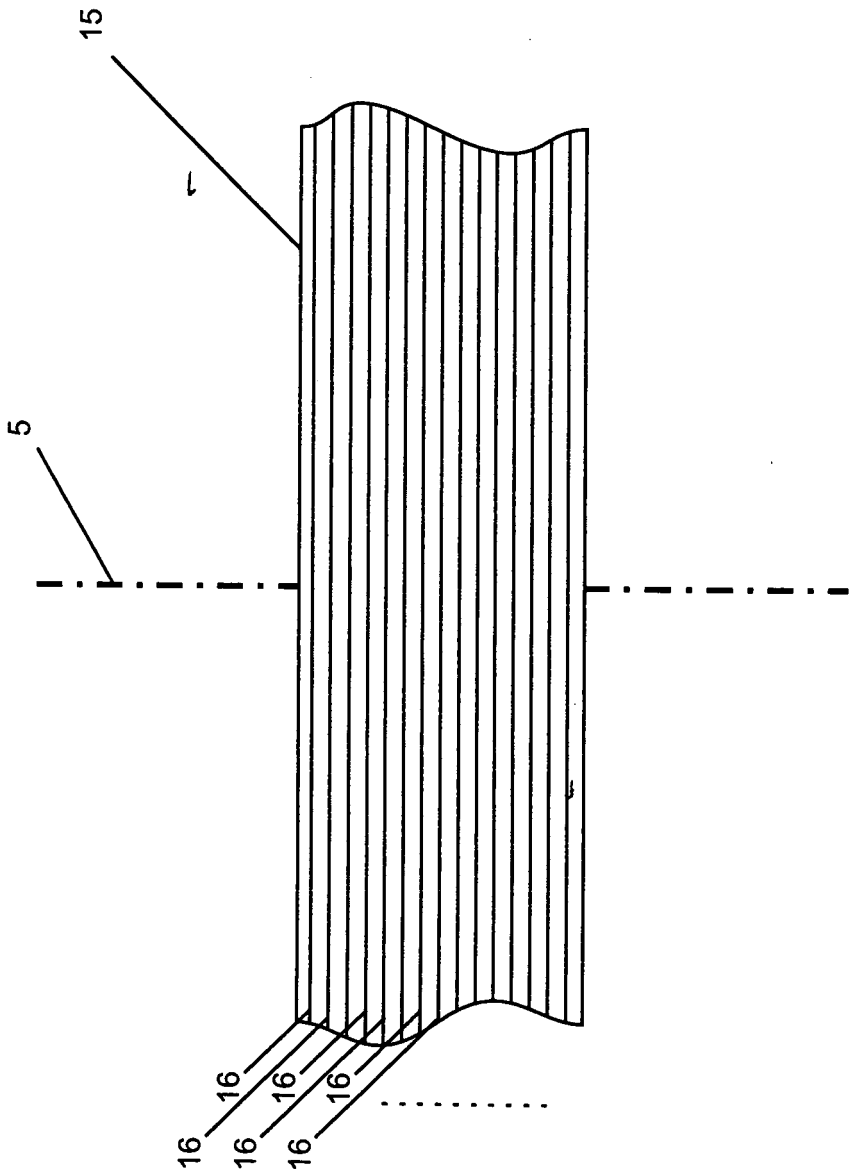


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2009/001252

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G01M13/04 F16C19/52 G01B7/00

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 F16C G01B

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 practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 101 07 067 A1 (TEIKOKU DENKI SEISAKUSHO HYOGO [JP]) 16 August 2001 (2001-08-16)	1-11, 13-14
Y	column 3, line 57 - column 5, line 32; figures 1-5	15
X	DE 602 09 728 T2 (MECANIQUE MAGNETIQUE SA [FR]) 23 November 2006 (2006-11-23)	1-14
Y	paragraph [0039] - paragraph [0061]; figures 1-7	15
X	DE 691 07 873 T2 (NIKKISO CO LTD [JP]) 13 July 1995 (1995-07-13)	1-9, 13-14
Y	page 7, line 16 - page 13, line 16; figures 1-18	15
	----- -/--	



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 document 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

21 January 2010

Date of mailing of the international search report

03/02/2010

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Gruss, Christian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2009/001252

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 107 794 A (KIPP RONALD WILLIAM [US] ET AL) 22 August 2000 (2000-08-22)	1-14
Y	column 3, line 58 - column 20, line 54; figures 1-10	15
X	EP 1 347 184 A1 (BUFFALO PUMPS INC [US]) 24 September 2003 (2003-09-24)	1-14
Y	paragraph [0018] - paragraph [0023]; figures 1-8	15
X	DE 203 16 544 U1 (LIEBHERR WERK BIBERACH [DE]) 10 March 2005 (2005-03-10)	1,3-4, 13-14
Y	cited in the application paragraph [0023] - paragraph [0028]; figure 1	2,5,7, 9-10,12, 15
Y	DE 693 18 757 T2 (TANKEN SEAL SEIKO CO [JP]) 5 November 1998 (1998-11-05)	2,5,7, 9-10,12
	page 5, line 16 - page 12, line 8; figures 1-8	
Y	DE 10 2005 003983 A1 (LOHMANN & STOLTERFOHT GMBH [DE]) 10 August 2006 (2006-08-10)	15
	the whole document	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2009/001252

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10107067	A1	16-08-2001	JP 2001231217 A US 2001013727 A1	24-08-2001 16-08-2001
DE 60209728	T2	23-11-2006	EP 1395759 A1 FR 2826077 A1 WO 02103216 A1 JP 4184950 B2 JP 2004522111 T US 2004164632 A1	10-03-2004 20-12-2002 27-12-2002 19-11-2008 22-07-2004 26-08-2004
DE 69107873	T2	13-07-1995	DE 69107873 D1 EP 0443514 A2 JP 1952815 C JP 3244824 A JP 6086883 B	13-04-1995 28-08-1991 28-07-1995 31-10-1991 02-11-1994
US 6107794	A	22-08-2000	EP 0672886 A2 JP 8043010 A US 5696444 A	20-09-1995 16-02-1996 09-12-1997
EP 1347184	A1	24-09-2003	AU 782953 B2 CN 1444030 A JP 3896312 B2 JP 2003269376 A US 2003175127 A1	15-09-2005 24-09-2003 22-03-2007 25-09-2003 18-09-2003
DE 20316544	U1	10-03-2005	EP 1528356 A2	04-05-2005
DE 69318757	T2	05-11-1998	DE 69318757 D1 EP 0568184 A1 JP 2681725 B2 JP 6026578 A US 5448924 A	02-07-1998 03-11-1993 26-11-1997 01-02-1994 12-09-1995
DE 102005003983	A1	10-08-2006	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2009/001252

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. G01M13/04 F16C19/52 G01B7/00

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

G01M F16C G01B

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 101 07 067 A1 (TEIKOKU DENKI SEISAKUSHO HYOGO [JP]) 16. August 2001 (2001-08-16)	1-11, 13-14
Y	Spalte 3, Zeile 57 - Spalte 5, Zeile 32; Abbildungen 1-5	15
X	DE 602 09 728 T2 (MECANIQUE MAGNETIQUE SA [FR]) 23. November 2006 (2006-11-23)	1-14
Y	Absatz [0039] - Absatz [0061]; Abbildungen 1-7	15
X	DE 691 07 873 T2 (NIKKISO CO LTD [JP]) 13. Juli 1995 (1995-07-13)	1-9, 13-14
Y	Seite 7, Zeile 16 - Seite 13, Zeile 16; Abbildungen 1-18	15
	----- -/--	

☒ 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 älteres Dokument, 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 anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

21. Januar 2010

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

03/02/2010

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2260 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Gruss, Christian

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2009/001252

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 107 794 A (KIPP RONALD WILLIAM [US] ET AL) 22. August 2000 (2000-08-22)	1-14
Y	Spalte 3, Zeile 58 - Spalte 20, Zeile 54; Abbildungen 1-10	15
X	EP 1 347 184 A1 (BUFFALO PUMPS INC [US]) 24. September 2003 (2003-09-24)	1-14
Y	Absatz [0018] - Absatz [0023]; Abbildungen 1-8	15
X	DE 203 16 544 U1 (LIEBHERR WERK BIBERACH [DE]) 10. März 2005 (2005-03-10) in der Anmeldung erwähnt	1,3-4, 13-14
Y	Absatz [0023] - Absatz [0028]; Abbildung 1	2,5,7, 9-10,12, 15
Y	DE 693 18 757 T2 (TANKEN SEAL SEIKO CO [JP]) 5. November 1998 (1998-11-05) Seite 5, Zeile 16 - Seite 12, Zeile 8; Abbildungen 1-8	2,5,7, 9-10,12
Y	DE 10 2005 003983 A1 (LOHMANN & STOLTERFOHT GMBH [DE]) 10. August 2006 (2006-08-10) das ganze Dokument	15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2009/001252

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10107067 A1	16-08-2001	JP 2001231217 A	24-08-2001
		US 2001013727 A1	16-08-2001
DE 60209728 T2	23-11-2006	EP 1395759 A1	10-03-2004
		FR 2826077 A1	20-12-2002
		WO 02103216 A1	27-12-2002
		JP 4184950 B2	19-11-2008
		JP 2004522111 T	22-07-2004
		US 2004164632 A1	26-08-2004
DE 69107873 T2	13-07-1995	DE 69107873 D1	13-04-1995
		EP 0443514 A2	28-08-1991
		JP 1952815 C	28-07-1995
		JP 3244824 A	31-10-1991
		JP 6086883 B	02-11-1994
US 6107794 A	22-08-2000	EP 0672886 A2	20-09-1995
		JP 8043010 A	16-02-1996
		US 5696444 A	09-12-1997
EP 1347184 A1	24-09-2003	AU 782953 B2	15-09-2005
		CN 1444030 A	24-09-2003
		JP 3896312 B2	22-03-2007
		JP 2003269376 A	25-09-2003
		US 2003175127 A1	18-09-2003
DE 20316544 U1	10-03-2005	EP 1528356 A2	04-05-2005
DE 69318757 T2	05-11-1998	DE 69318757 D1	02-07-1998
		EP 0568184 A1	03-11-1993
		JP 2681725 B2	26-11-1997
		JP 6026578 A	01-02-1994
		US 5448924 A	12-09-1995
DE 102005003983 A1	10-08-2006	KEINE	