

(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. April 2012 (12.04.2012)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/045487 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F16C 19/52 (2006.01) G01L 5/00 (2006.01)
F16C 33/58 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/058617

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. Mai 2011 (26.05.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 047 928.4
8. Oktober 2010 (08.10.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG &
CO. KG** [DE/DE]; Industriestraße 1-3, 91074 Herzo-
genaurach (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HEIM, Jens** [DE/DE];
St.-Florian-Straße 9, 97493 Bergrheinfeld (DE). **HEU-
BERGER, Robert** [DE/DE]; Schwanstraße 8, 97422
Schweinfurt (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, DE, 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, 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, NA, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD,
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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: ROLLING BEARING FOR ROTATIVELY MOUNTING A MACHINE ELEMENT

(54) Bezeichnung : WÄLZLAGER ZUM ROTATIVEN LAGERN EINES MASCHINENELEMENTES

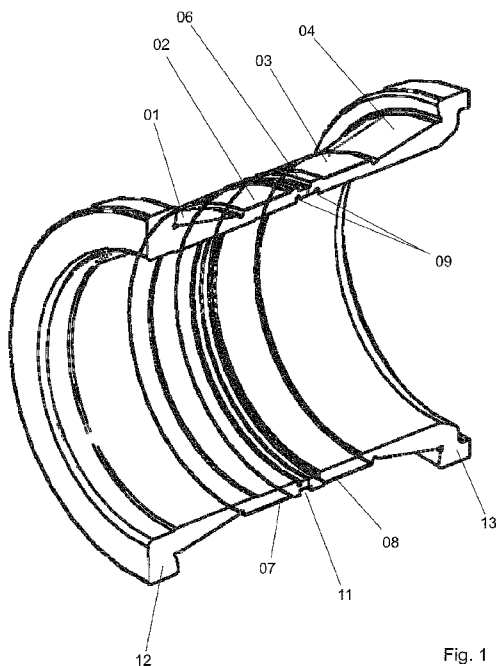


Fig. 1

(57) Abstract: The present invention relates to a rolling bearing for rota-
tively mounting a machine element, comprising a sensor (02; 03) for mea-
suring a mechanical load acting on the rolling bearing. The rolling bearing
can be a wheel bearing of a motor vehicle, for example, or the bearing of a
gearbox shaft. The rolling bearing comprises a first bearing ring and a se-
cond bearing ring, which can be rotated with respect to the first bearing
ring. A bearing inner space, which has at least one first axial section in
which rotatable rolling elements are arranged, is formed between the first
bearing ring and the second bearing ring. The rolling bearing according to
the invention comprises at least one sensor (02; 03) for measuring a me-
chanical load acting on the rolling bearing, in particular for measuring a
force or a torque, or a physical variable derived from a force or a torque,
for example an angular momentum or mechanical tension. According to
the invention, the sensor (02; 03) is arranged in a second axial section of
the bearing inner space.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Wälzlager
zum rotativen Lagern eines Maschinenelementes mit einem Sensor (02;
03) zur Messung einer auf das Wälzlager einwirkenden mechanischen Be-
lastung. Bei dem Wälzlager kann es sich beispielsweise um ein Radlager
eines Kraftfahrzeuges oder um ein Lager einer Getriebewelle handeln. Das
Wälzlager umfasst zunächst einen ersten Lagerring und einen gegenüber
dem ersten Lagerring rotierbaren zweiten Lagerring. Zwischen dem ersten
Lagerring und dem zweiten Lagerring ist ein Lagerinnenraum ausgebildet,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



welcher mindestens einen ersten axialen Abschnitt aufweist, in welchem rotierbare Wälzkörper angeordnet sind. Das erfindungsgemäße Wälzlager umfasst mindestens einen Sensor (02; 03) zur Messung einer auf das Wälzlager einwirkenden mechanischen Belastung, insbesondere zur Messung einer Kraft oder eines Drehmomentes, bzw. einer von einer Kraft oder von einem Drehmoment abgeleiteten physikalischen Größe, wie beispielsweise ein Drehimpuls oder eine mechanische Spannung. Erfindungsgemäß ist der Sensor (02; 03) in einem zweiten axialen Abschnitt des Lagerinnenraumes angeordnet.

Bezeichnung der Erfindung

Wälzlager zum rotativen Lagern eines Maschinenelementes

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Wälzlager zum rotativen Lagern eines Maschinenelementes mit einem Sensor zur Messung einer auf das Wälzlager einwirkenden mechanischen Belastung. Aus den Messwerten für die mechanische Belastung können weitere Kennwerte, wie z. B. ein Drehimpuls oder eine
10 Drehzahl des Wälzlagers abgeleitet werden. Bei dem Wälzlager kann es sich beispielsweise um ein Radlager eines Kraftfahrzeuges oder um ein Lager einer Getriebewelle handeln.

Die DE 101 36 438 A1 zeigt eine Sensoranordnung, die in einem Wälzlager zur
15 Detektierung physikalischer Größen während der Bewegung der im Wälzlager geführten Bauteile geeignet ist. Das Wälzlager weist eine äußere Lagerschale auf, bei welcher auf diametral entgegen gesetzten Seiten gleichartige Nuten mit jeweils einem darin befindlichen Dehnungsmessstreifen angeordnet sind.

20 Die DE 101 05 298 C1 zeigt eine Radlagereinheit zum Messen der Kontaktkräfte zwischen Reifen und Straße. Am feststehenden Teil des Radlagers sind Sensoren angeordnet, um die im Radlager wirkenden Kräfte zu messen. Diese Sensoren sind auf der Außenseite des stehenden Ringteiles des Radlagers positioniert. Weiterhin sind Sensoren an Trägern eines Bremssattels angeordnet,
25 net, um die wirkenden Bremskräfte permanent ermitteln zu können.

Aus der DE 10 2006 016 476 A1 ist ein Wälzlager bekannt, welches auf einer Umfangsfläche wenigstens eines Lagerringes Sensorstreifen aufweist. Die Sensorstreifen sind auf dem Außenumfang des Außenringes angeordnet und
30 weisen eine aktive Länge auf, welche unter Berücksichtigung des Abstandes zweier benachbarten Wälzkörper festgelegt ist.

Aus der US 5,085,519 ist eine Lageranordnung bekannt, in welche ein Geschwindigkeitssensor integriert ist. Der Geschwindigkeitssensor ist in einer Ausnehmung im Lageraußenring befestigt und ragt in einen Lagerinnenraum, wo er einem am Lagerinnenring befestigten Kodierring gegenübersteht. Der
5 Geschwindigkeitssensor ragt schräg in den Lageraußenring und in den Lagerinnenraum hinein, wodurch die Lageranordnung zur Aufnahme des Geschwindigkeitssensors nicht oder nur unwesentlich axial verlängert sein muss.

Die DE 101 02 236 A1 zeigt eine Anordnung zur Erfassung physikalischer
10 Messgrößen an einem Radlager eines Kraftfahrzeuges. Es werden insbesondere Kräfte, Drehmomente, Spannungen und/oder Beschleunigungen am Radlager des Kraftfahrzeuges gemessen. Es ist eine Sensiereinrichtung vorgesehen, mit welcher mindestens eine von einem drehbaren Bauteil auf das Radlager übertragbare physikalische Messgröße erfassbar ist. Eine weitere mit dem Rad-
15 lager verbundene Einrichtung ist vorgesehen, um die Rotationsgeschwindigkeit des drehbaren Bauteils zu beeinflussen. Die Sensiereinrichtung und die weitere Einrichtung an dem Radlager sind relativ zueinander derart angeordnet, dass bei einer Beeinflussung der Rotationsgeschwindigkeit des drehbaren Bauteils durch eine von der weiteren Einrichtung hervorgerufenen Kraft ein direkter Über-
20 trag eines Teiles dieser Kraft von der weiteren Einrichtung zu der Sensiereinrichtung unterbleibt.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht ausgehend vom Stand der Technik darin, die auf ein Wälzlager einwirkenden mechanischen Belastungen
25 in ihren unterschiedlichen Ausprägungen messen zu können, ohne dabei insbesondere auf die Messung an einem stehenden Außenring des Wälzlagers eingeschränkt zu sein.

Die genannte Aufgabe wird durch ein Wälzlager gemäß dem beigefügten An-
30 spruch 1 gelöst.

Das erfindungsgemäße Wälzlager dient zum rotativen Lagern eines Maschinenelementes, beispielsweise zum Lagern eines angetriebenen oder eines

nicht angetriebenen Rades eines Kraftfahrzeuges, beispielsweise eines LKW oder eines PKW. Das erfindungsgemäße Wälzlager kann aber auch zum rotativen Lagern anderer Maschinenelemente, wie beispielsweise einer Welle eines Getriebes, z. B. der Getriebewelle eines Kraftfahrzeuggetriebes ausgeführt
5 sein. Das Wälzlager umfasst zunächst einen ersten Lagerring und einen gegenüber dem ersten Lagerring rotierbaren zweiten Lagerring. Zwischen dem ersten Lagerring und dem zweiten Lagerring ist ein Lagerinnenraum ausgebildet, welcher mindestens einen ersten axialen Abschnitt aufweist, in welchem rotierbare Wälzkörper angeordnet sind. Insoweit gleicht das erfindungsgemäße
10 Wälzlager einem üblichen Wälzlager. Das erfindungsgemäße Wälzlager umfasst mindestens einen Sensor zur Messung einer auf das Wälzlager einwirkenden mechanischen Belastung, insbesondere zur Messung einer Kraft oder eines Drehmomentes, bzw. einer von einer Kraft oder von einem Drehmoment abgeleiteten physikalischen Größe, wie beispielsweise ein Drehimpuls oder
15 eine mechanische Spannung. Die gemessene bzw. abgeleitete Größe kann auch in Bezug auf eine Zeit erfasst werden, um beispielsweise mithilfe einer periodischen Kraft-Impuls-Messung eine Drehzahl des Wälzlagers zu bestimmen. Die weitere Verwendung der erfassten zeitbezogenen Größe kann alternativ oder ergänzend zur weiteren Verwendung der die einwirkende mechanische Belastung repräsentierenden Größe erfolgen. Der Sensor dient insbesondere zur Messung von Dehnungen, welche im Wälzlager infolge der auf das Wälzlager einwirkenden mechanischen Belastung entstehen. Erfindungsgemäß
20 ist der Sensor in einem zweiten axialen Abschnitt des Lagerinnenraumes angeordnet. Der zweite axiale Abschnitt des Lagerinnenraumes ist vom ersten axialen Abschnitt des Lagerinnenraumes verschieden, sodass es sich bei dem ersten axialen Abschnitt des Lagerinnenraumes und dem zweiten axialen Abschnitt des Lagerinnenraumes um getrennte Abschnitte des Lagerinnenraumes handelt. Der zweite axiale Abschnitt des Lagerinnenraumes dient der Anordnung des Sensors, sodass in diesem zweiten axialen Abschnitt des Lagerinnenraumes
25 keine Wälzkörper angeordnet sind. Das erfindungsgemäße Wälzlager kann weitere axiale Abschnitte des Lagerinnenraumes aufweisen, welche sich aus der Funktion zum rotativen Lagern des Maschinenelementes ergeben. Beispielsweise kann das erfindungsgemäße Wälzlager weitere axiale Abschnitte

te des Lagerinnenraumes aufweisen, in welchen weitere Wälzkörper angeordnet sind. Auch können weitere axiale Abschnitte des Lagerinnenraumes vorgesehen sein, um den Lauf der Wälzkörper zu begrenzen, beispielsweise durch einen axialen Abschnitt des Lagerinnenraumes, in welchem ein Bord ausgebildet ist. Der zweite axiale Abschnitt des Lagerinnenraumes kann z. B. im Bereich des Bordes angeordnet sein. Auch können axiale Abschnitte des Lagerinnenraumes vorgesehen sein, um eine Dichtung des Lagerinnenraumes zu beinhalten. Jedenfalls stellt der zweite axiale Abschnitt des Lagerinnenraumes, in welchem der Sensor angeordnet ist, eine axiale Verlängerung eines aus dem Stand der Technik bekannten Wälzlagers dar. Auch kann der zweite axiale Abschnitt als eine Verlängerung der beiden Lagerringe, beispielsweise als eine Verlängerung eines Lagerinnenringes angesehen werden.

Ein Vorteil des erfindungsgemäßen Wälzlagers besteht darin, dass es vielfältige Messungen der auf das Wälzlager einwirkenden mechanischen Belastungen erlaubt, z. B. der auf einen stehenden Innenring eines Radlagers eines LKW einwirkenden Kräfte und Drehmomente. Beispielsweise kann hierdurch eine Bestimmung der auf die Räder eines Kraftfahrzeuges statisch einwirkenden Gewichtskräfte erfolgen. Auch kann eine statische Gewichtsbestimmung an den Rädern bzw. an den Achsen eines Anhängers eines Kraftfahrzeuges ermöglicht werden. Die an einem erfindungsgemäßen Wälzlager gemessenen mechanischen Belastungen können durch weiterführende Systeme ausgewertet werden, um auf die verschiedenen Lagerbelastungen schließen zu können, beispielsweise im Rahmen einer End-of-Life-Erkennung.

Der Sensor des erfindungsgemäßen Wälzlagers ist bevorzugt durch mindestens einen Dehnungsmessstreifen gebildet, welcher auf einer in den Lagerinnenraum gerichteten Oberfläche des ersten Lagerringes befestigt ist. Das Befestigen kann beispielsweise durch ein Aufkleben oder durch ein Laserstrahlschweißen erfolgen. Auch können mehrere Dehnungsmessstreifen vorgesehen sein, welche auf axialen oder umfänglichen Abschnitten der Oberfläche des ersten Lagerringes oder auch auf einer in den Lagerinnenraum gerichteten Oberfläche des zweiten Lagerringes befestigt sind. Alternativ können auch ande-

re Sensoren, welche zur Messung mechanischer Belastungen geeignet sind, verwendet werden; beispielsweise piezokeramische Kraftsensoren. Die Messung mechanischer Belastungen, beispielsweise der dadurch bewirkten Dehnung des Materials des Wälzlagers kann auch indirekt; beispielsweise optisch erfolgen, wobei allein die unmittelbare Messung der Drehzahl bzw. Geschwindigkeit noch keine Messung der mechanischen Belastung darstellt.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wälzlagers ist in dem zweiten axialen Abschnitt des Lagerinnenraumes weiterhin ein Temperatursensor angeordnet. Der Temperatursensor dient zur Messung einer Lagertemperatur und ist bevorzugt gemeinsam mit dem Sensor zur Messung einer auf das Wälzlager einwirkenden mechanischen Belastung in eine Sensoreinheit integriert. Die Sensoreinheit ist universell und variabel für Messungen in Wälzlagern einsetzbar, beispielsweise zur Messung einer Drehzahl und/oder einer Radkraft und/oder einer Temperatur des Wälzlagers. Der Temperatursensor kann ebenfalls durch einen Dehnungsmessstreifen gebildet sein. Der Temperatursensor und der Sensor zur Messung einer auf das Wälzlager einwirkenden mechanischen Belastung sind bevorzugt durch denselben Dehnungsmessstreifen gebildet, welcher dadurch gleichfalls die Sensoreinheit bildet.

Der Sensor zur Messung einer auf das Wälzlager einwirkenden mechanischen Belastung einschließlich des ggf. vorhandenen Temperatursensors kann für einen elektrischen Anschluss an eine Auswerteeinheit über ein Kabel vorgesehen sein. Bevorzugt ist der Sensor zur Messung einer auf das Wälzlager einwirkenden mechanischen Belastung einschließlich des ggf. vorhandenen Temperatursensors jedoch für eine Übertragung von Messwerten per Telemetrie ausgebildet. Somit muss kein Kabel von einem der Lagerringe zu einem diesen Lagerring aufnehmenden Maschinenelement geführt werden, sodass dieser Lagerring in Umfangsrichtung nicht fixiert werden muss. Eine für die Telemetrie erforderliche Sendeantenne ist bevorzugt in Form einer Ringantenne in einen der beiden Lagerringe integriert und coaxial zu diesem Lagerring angeordnet. Die Ringantenne kann an einer axialen Stirnfläche des Lagerringes, beispielsweise in einer Ringnut oder in einer Dichtung des Wälzlagers angeordnet sein.

Der Sensor zur Messung einer auf das Wälzlager einwirkenden mechanischen Belastung einschließlich des ggf. vorhandenen Temperatursensors ist mit der Sendeantenne über ein Kabel innerhalb des Lagerringes elektrisch zu verbinden.

5

Der zweite axiale Abschnitt des Lagerinnenraumes ist bevorzugt zwischen dem ersten axialen Abschnitt des Lagerinnenraumes und einem dritten axialen Abschnitt des Lagerinnenraumes angeordnet, sodass sich der zweite axiale Abschnitt des Lagerinnenraumes mit dem dort angeordneten Sensor in einem axial innen liegenden Bereich des Lagerinnenraumes befindet, wodurch der Sensor an einer geschützten Position gelegen ist. Im dritten axialen Abschnitt des Lagerinnenraumes können beispielsweise weitere der Wälzkörper angeordnet sein oder ein Bord zur Begrenzung der Bahn der Wälzkörper ausgebildet sein.

15

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wälzlagers ist dieses als doppelreihiges Wälzlager ausgeführt. Die Wälzkörper in dem ersten axialen Abschnitt des Lagerinnenraumes und die Wälzkörper in dem dritten axialen Abschnitt des Lagerinnenraumes bilden jeweils eine Reihe des doppelreihigen Wälzlagers aus. Doppelreihige Wälzlager erlauben die Aufnahme großer mechanischer Belastungen, wie sie beispielsweise bei Radlagern eines Lastkraftwagens auftreten.

Der zweite axiale Abschnitt ist bevorzugt mittig zwischen den beiden Reihen der Wälzkörper des doppelreihig ausgeführten Wälzlagers angeordnet. Hierdurch ist der Sensor vor äußeren Einflüssen geschützt und erlaubt die Messung der in einem Kernbereich des Wälzlagers auftretenden mechanischen Belastungen. Auch kann der zweite axiale Abschnitt des Lagerinnenraumes zweigeteilt ausgeführt sein; insbesondere, wenn einer der beiden Lagerringe durch zwei Hälften gebildet ist, welche an einer Kopplungsstelle zusammenstoßen. Diese Kopplungsstelle kann im zweiten axialen Abschnitt des Lagerinnenraumes angeordnet sein, wodurch dieser zweigeteilt ist und sich die Möglichkeit

ergibt, zwei der Sensoren im zweiten axialen Abschnitt des Lagerinnenraumes anzuordnen.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wälzlagers ist
5 dieses als Radlager zur Lagerung eines Rades eines Kraftfahrzeuges ausgebildet. Insbesondere bei der Nutzung des erfindungsgemäßen Wälzlagers als Radlager eines Kraftfahrzeuges ergeben sich für die erweiterte Messung mechanischer Belastungen wichtige Anwendungen, wie beispielsweise die Messung von Gewichtskräften, welche auf das Rad wirken. Die Wälzkörper des
10 erfindungsgemäßen Wälzlagers sind insbesondere bei der Ausführung als Radlager bevorzugt durch Kegelrollen gebildet.

Der erste Lagerring ist bevorzugt durch einen Lagerinnenring gebildet, während der zweite Lagerring durch einen Lageraußenring gebildet ist. Bei der Ausführung
15 des erfindungsgemäßen Wälzlagers als Radlager ist der Lageraußenring bevorzugt drehfest mit einer Nabe des Rades verbindbar, während der Lagerinnenring drehfest auf einem Zapfen montierbar ist. Eine derartige Ausführung mit einem stehenden Innenring ist insbesondere bei Lastkraftwagen bevorzugt. Der Lageraußenring kann einstückig mit der Nabe ausgebildet sein. Alternativ
20 kann auch der erste Lagerring durch den Lageraußenring gebildet sein, während der zweite Lagerring durch den Lagerinnenring gebildet ist. Auch ist die Erfindung nicht darauf eingeschränkt, welcher Lagerring in der vorgesehenen Anwendung stehend ausgeführt ist.

25 Der zweite axiale Abschnitt des Lagerinnenraumes besitzt eine axiale Länge, welche bevorzugt unter Berücksichtigung eines inneren Durchmessers desjenigen der beiden Lagerringe festgelegt ist, welcher den Lagerinnenring bildet. Die axiale Länge ist in Richtung der Achse des Wälzlagers definiert und kann bei einer Sichtweise senkrecht zur Achse des Wälzlagers auch als Breite des zweiten
30 axialen Abschnittes des Lagerinnenraumes aufgefasst werden. Der innere Durchmesser des Lagerinnenringes ist beispielsweise durch den Durchmesser einer Bohrung im Lagerinnenring gebildet, welche der Aufnahme eines Zapfens oder einer Welle dient. Die axiale Länge des zweiten axialen Abschnittes des

Lagerinnenraumes ist bevorzugt mindestens so groß wie ein Zehntel des inneren Durchmessers des Lagerinnenringes. Weiterhin ist die axiale Länge des zweiten axialen Abschnittes des Lagerinnenraumes bevorzugt höchstens so groß wie ein Drittel des inneren Durchmessers des Lagerinnenringes. Die axiale Länge des zweiten axialen Abschnittes des Lagerinnenraumes beträgt bevorzugt mindestens 4 mm. Insofern ein Zehntel des inneren Durchmessers des Lagerinnenringes größer als 10 mm ist, beträgt die axiale Länge des zweiten axialen Abschnittes des Lagerinnenraumes bevorzugt mindestens nur 10 mm. Die beschriebenen bevorzugten axialen Längen des zweiten axialen Abschnittes des Lagerinnenraumes erlauben die Anordnung eines oder mehrerer der Sensoren, welche genaue Messungen der auf das Wälzlager einwirkenden mechanischen Belastungen ermöglichen. Für besondere Ausführungsformen der Erfindung können die angegebenen bevorzugten Grenzwerte auch über- bzw. unterschritten werden.

Das erfindungsgemäße Wälzlager ist bevorzugt derart ausgebildet, dass die Messwerte des Sensors zur Bestimmung einer Drehzahl des Wälzlagers, einer auf das Wälzlager einwirkenden Kraft und/oder einer am Wälzlager vorherrschenden Temperatur verwendbar sind. Dabei umfasst das erfindungsgemäße Wälzlager bevorzugt eine Auswerteeinheit, die elektrisch mit dem Sensor verbunden ist. Die Auswerteeinheit kann als integraler Bestandteil des Wälzlagers ausgebildet sein oder außerhalb des Wälzlagers angeordnet sein. Die Auswerteeinheit ist bevorzugt zur Bestimmung der Drehzahl des Wälzlagers, der auf das Wälzlager einwirkenden Kraft und/oder der am Wälzlager vorherrschenden Temperatur konfiguriert. Bei der Drehzahl kann es sich insbesondere um die Raddrehzahl eines Rades handeln, welches von dem als Radlager ausgebildeten erfindungsgemäßen Wälzlager gelagert wird. Bei der auf das Wälzlager einwirkenden Kraft kann es sich insbesondere um eine Radkraft handeln, welche über ein Rad auf das als Radlager ausgebildete erfindungsgemäße Wälzlager einwirkt. Bei der am Wälzlager vorherrschenden Temperatur kann es sich insbesondere um eine Temperatur im Lagerinnenraum des als Radlager ausgebildeten erfindungsgemäßen Wälzlagers handeln. Die Messung der Drehzahl des Wälzlagers, der auf das Wälzlager einwirkenden Kraft

und/oder der am Wälzlager vorherrschenden Temperatur ist bevorzugt bei solchen Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Wälzlagers verwirklicht, bei denen der Sensor durch einen oder durch mehrere Dehnungsmessstreifen gebildet ist. Für eine Messung der Drehzahl ist der Dehnungsmessstreifen in seiner umfänglichen Länge bevorzugt kleiner als der Abstand der Wälzkörper dimensioniert, sodass das Vorbeigehen eines jeden der Wälzkörper zu einer weiteren mechanischen Belastung des Dehnungsmessstreifens führt, die zu einer Messsignalkomponente führt, aus welcher ein Drehzahlimpuls ableitbar ist. Für die Messung der am Wälzlager auftretenden Kräfte sind die Messwerte der Dehnungsmessstreifen entsprechend auszuwerten. Für die Messung der am Wälzlager vorherrschenden Temperatur sind zumindest einige der Dehnungsmessstreifen bevorzugt in solchen Bereichen des Wälzlagers angeordnet, die keinen oder nur geringen mechanischen Belastungen unterliegen. Diese Dehnungsmessstreifen sind bevorzugt als Viertelbrücke verschaltet, sodass der elektrische Widerstand der verschalteten Dehnungsmessstreifen insbesondere von der Temperatur abhängig ist.

Weitere Vorteile, Einzelheiten und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wälzlagers, unter Bezugnahme auf die Zeichnung. Es zeigen:

- Fig. 1: einen Lagerinnenring eines erfindungsgemäßen Radlagers in einer perspektivischen Schnittansicht;
- Fig. 2: den in Fig. 1 gezeigten Lagerinnenring in einer weiteren Schnittansicht; und
- Fig. 3: ein Diagramm einer axialen Länge eines zweiten axialen Abschnittes des in Fig. 1 gezeigten Lagerinnenringes.

Fig. 1 zeigt einen Lagerinnenring eines als Radlager ausgeführten erfindungsgemäßen Wälzlagers in einer perspektivischen Schnittansicht. Das Radlager kann beispielsweise als Radlager eines Lastkraftwagens ausgebildet sein. Die Schnittebene der gezeigten Ansicht liegt in der Achse des Radlagers. Fig. 2 zeigt denselben Schnitt in einer Ansicht von vorn.

Das Radlager, dessen Lagerinnenring in den Fig. 1 und 2 gezeigt ist, ist als doppelreihiges Kegelrollenlager ausgeführt, bei welchem Kegelrollen (nicht gezeigt) als Wälzkörper fungieren. Zwischen einem Lageraußenring (nicht gezeigt) und dem Lagerinnenring ist ein Lagerinnenraum ausgebildet, in welchem die Kegelrollen angeordnet sind. Die äußere Mantelfläche des Lagerinnenringes ist dem Lagerinnenraum zugewandt, während die innere Mantelfläche des Lagerinnenringes der Aufnahme eines drehfesten Zapfens (nicht gezeigt) dient.

Der Lagerinnenring weist auf seiner äußeren Mantelfläche zunächst eine erste Lauffläche 01 auf, auf welcher die Kegelrollen der ersten Reihe angeordnet sind. Die erste Lauffläche 01 befindet sich in einem ersten axialen Abschnitt des Lagerinnenringes bzw. des Radlagers. Auf der äußeren Mantelfläche des Lagerinnenringes sind weiterhin ein erster Dehnungsmessstreifen 02 und ein zweiter Dehnungsmessstreifen 03 befestigt. Der erste Dehnungsmessstreifen 02 und der zweite Dehnungsmessstreifen 03 sind auf die äußere Oberfläche des Lagerinnenringes umfänglich aufgebracht. Der erste Dehnungsmessstreifen 02 und der zweite Dehnungsmessstreifen 03 befinden sich in einem zweiten axialen Abschnitt des Lagerinnenringes bzw. des Radlagers. Im zusammengebauten Zustand des Radlagers befinden sich der erste Dehnungsmessstreifen 02 und der zweite Dehnungsmessstreifen 03 in dem Lagerinnenraum, sodass sie in einem zweiten axialen Abschnitt des Lagerinnenraumes ausgebildet sind. Der erste Dehnungsmessstreifen 02 und der zweite Dehnungsmessstreifen 03 dienen der Messung von Dehnungen des Lagerinnenringes, welche aufgrund von mechanischen Belastungen des Lagerinnenringes entstehen.

Auf der äußeren Mantelfläche des Lagerinnenringes ist weiterhin eine zweite Lauffläche 04 ausgebildet, auf welcher die zweite Reihe der Kegelrollen anzuordnen ist. Die zweite Lauffläche 04 befindet sich in einem dritten axialen Abschnitt des Lagerinnenringes bzw. des Radlagers. Folglich befinden sich die Kegelrollen der zweiten Reihe in einem dritten axialen Abschnitt des Lagerinnenraumes, während die Kegelrollen der ersten Reihe in dem ersten axialen Abschnitt des Lagerinnenraumes angeordnet sind.

Im zweiten axialen Abschnitt des Lagerinnenringes befindet sich zwischen dem ersten Dehnungsmessstreifen 02 und dem zweiten Dehnungsmessstreifen 03 eine Kopplungsstelle 06, an welcher eine erste Hälfte 07 des Lagerinnenringes und eine zweite Hälfte 08 des Lagerinnenringes aneinander anschlagen. Auf der Innenseite des Lagerinnenringes sind zwei Nuten 09 ausgebildet, die der Aufnahme einer Klammer (nicht gezeigt) dienen, welche die beiden Hälften 07, 08 des Lagerinnenringes zusammenhält. Auf der Außenseite des Lagerinnenringes ist eine Nut 11 ausgebildet, welche der Aufnahme eines Dichtungsringes (nicht gezeigt) dient. Die beiden Dehnungsmessstreifen 02, 03 erlauben die Messung mechanischer Belastungen beiderseits der Kopplungsstelle 06.

Der Lagerinnenring weist weiterhin einen ersten Bord 12 auf, welcher in einem vierten axialen Abschnitt des Lagerinnenringes ausgebildet ist und die erste Lauffläche 01 begrenzt. Ferner weist der Lagerinnenring einen zweiten Bord 13 auf, welcher in einem fünften axialen Abschnitt des Lagerinnenringes ausgebildet ist und die zweite Lauffläche 04 begrenzt.

25

Fig. 3 zeigt ein Diagramm, in welchem bevorzugte Grenzwerte für die axiale Länge des zweiten axialen Abschnittes des in Fig. 1 gezeigten Lagerinnenringes dargestellt sind. Auf der x-Achse des Diagramms ist ein innerer Durchmesser des Lagerinnenringes in mm aufgetragen. Auf der y-Achse des Diagramms ist die axiale Länge des zweiten axialen Abschnittes des Lagerinnenringes in mm aufgetragen. Ein erster Graph 16 stellt den bevorzugten maximalen Wert für die axiale Länge des zweiten axialen Abschnittes des Lagerinnenringes dar. Ein zweiter Graph 17 stellt den bevorzugten minimalen Wert für die axiale Län-

ge des zweiten axialen Abschnittes des Lagerinnenringes dar. Bei dem in Fig. 1 gezeigten Radlager gleichen sich die axialen Längen des zweiten axialen Abschnittes des Lagerinnenringes und des zweiten axialen Abschnittes des Lagerinnenraumes.

Bezugszeichenliste:

	01	erste Lauffläche
	02	erster Dehnungsmessstreifen
5	03	zweiter Dehnungsmessstreifen
	04	zweite Lauffläche
	05	—
	06	Kopplungsstelle
	07	erste Hälfte des Lagerinnenringes
10	08	zweite Hälfte des Lagerinnenringes
	09	Nuten
	10	—
	11	Nut
	12	erster Bord
15	13	zweiter Bord
	14	—
	15	—
	16	erster Graph
	17	zweiter Graph
20		

Patentansprüche

- 5
1. Wälzlager zum rotativen Lagern eines Maschinenelementes, umfassend einen ersten Lagerring und einen gegenüber dem ersten Lagerring rotierbaren zweiten Lagerring, wobei zwischen dem ersten Lagerring und dem zweiten Lagerring ein Lagerinnenraum ausgebildet ist, der mindestens einen ersten axialen Abschnitt aufweist, in welchem Wälzkörper angeordnet sind, wobei das Wälzlager mindestens einen Sensor (02; 03) zur Messung einer auf das Wälzlager einwirkenden mechanischen Belastung umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor (02; 03) in einem zweiten axialen Abschnitt des Lagerinnenraumes angeordnet ist.
- 10
2. Wälzlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor durch einen Dehnungsmessstreifen (02; 03) gebildet ist, der auf einer in den Lagerinnenraum gerichteten Oberfläche des ersten Lagerringes befestigt ist.
- 15
3. Wälzlager nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass in dem zweiten axialen Abschnitt des Lagerinnenraumes weiterhin ein Temperatursensor angeordnet ist.
- 20
4. Wälzlager nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor (02; 03) zur Messung einer auf das Wälzlager einwirkenden mechanischen Belastung für eine Übertragung von Messwerten per Telemetrie ausgebildet ist, wobei eine für die Telemetrie erforderliche Sendeantenne in Form einer Ringantenne in einen der beiden Lagerringe integriert und coaxial zu dem Lagerring angeordnet ist.
- 25

5. Wälzlager nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite axiale Abschnitt des Lagerinnenraumes zwischen dem ersten axialen Abschnitt des Lagerinnenraumes und einem dritten axialen Abschnitt des Lagerinnenraumes angeordnet ist.
- 5 6. Wälzlager nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass im dritten axialen Abschnitt des Lagerinnenraumes weitere der Wälzkörper angeordnet sind.
7. Wälzlager nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass es doppelreihig ausgeführt ist, wobei die Wälzkörper in dem ersten axialen Abschnitt
10 des Lagerinnenraumes und die Wälzkörper in dem dritten axialen Abschnitt des Lagerinnenraumes jeweils eine Reihe des doppelreihigen Wälzlagers bilden.
8. Wälzlager nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite
15 axiale Abschnitt des Lagerinnenraumes mittig zwischen den beiden Reihen der Wälzkörper angeordnet ist.
9. Wälzlager nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass es als Radlager zur Lagerung eines Rades eines Kraftfahrzeuges ausgebildet ist.
10. Wälzlager nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Lagergerring durch einen Lagerinnenring gebildet ist, und dass der zweite Lagergerring durch einen Lageraußenring gebildet ist, wobei der Lageraußenring drehfest mit einer Nabe des Rades verbindbar ist, und wobei der Lagerinnenring drehfest auf einen Zapfen montierbar ist.
20

11. Wälzlager nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet,
dass der zweite axiale Abschnitt des Lagerinnenraumes eine axiale Länge
besitzt, die zwischen einem Zehntel und einem Drittel eines inneren
Durchmessers eines durch einen der beiden Lagerringe gebildeten Lage-
rinnenringes beträgt.
12. Wälzlager nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet,
dass eine axiale Länge des zweiten axialen Abschnittes des Lagerinnen-
raumes mindestens 4 mm beträgt.
13. Wälzlager nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet,
dass es weiterhin eine Auswerteeinheit umfasst, die mit dem Sensor (02;
03) elektrisch verbunden ist und zur Bestimmung einer Drehzahl des
Wälzlagers konfiguriert ist.
14. Wälzlager nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet,
dass es weiterhin eine Auswerteeinheit umfasst, die mit dem Sensor (02;
03) elektrisch verbunden ist und zur Bestimmung einer auf das Wälzlager
einwirkenden Kraft konfiguriert ist.
15. Wälzlager nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet,
dass es weiterhin eine Auswerteeinheit umfasst, die mit dem Sensor (02;
03) elektrisch verbunden ist und zur Bestimmung einer am Wälzlager vor-
herrschenden Temperatur konfiguriert ist.

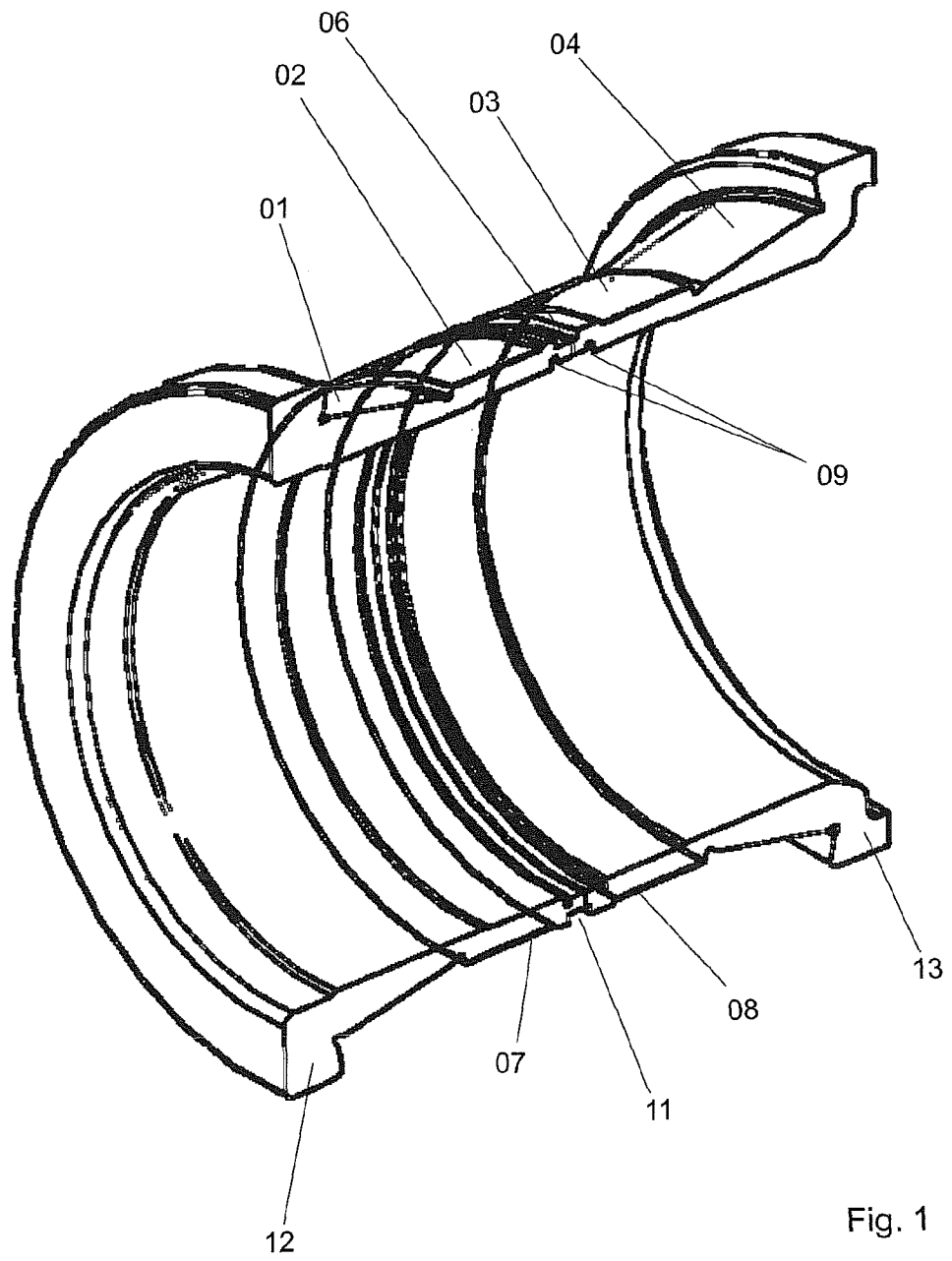


Fig. 1

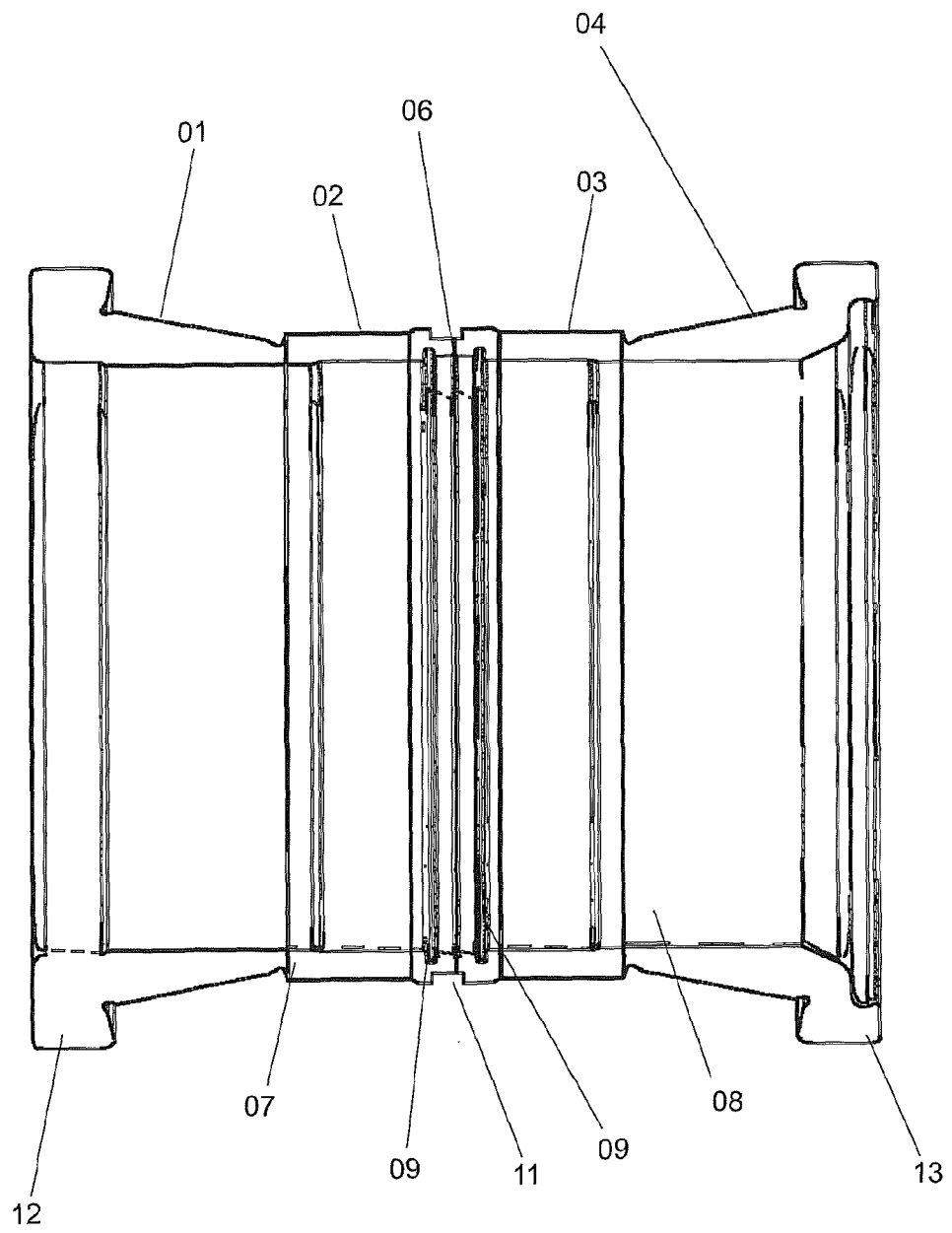


Fig. 2

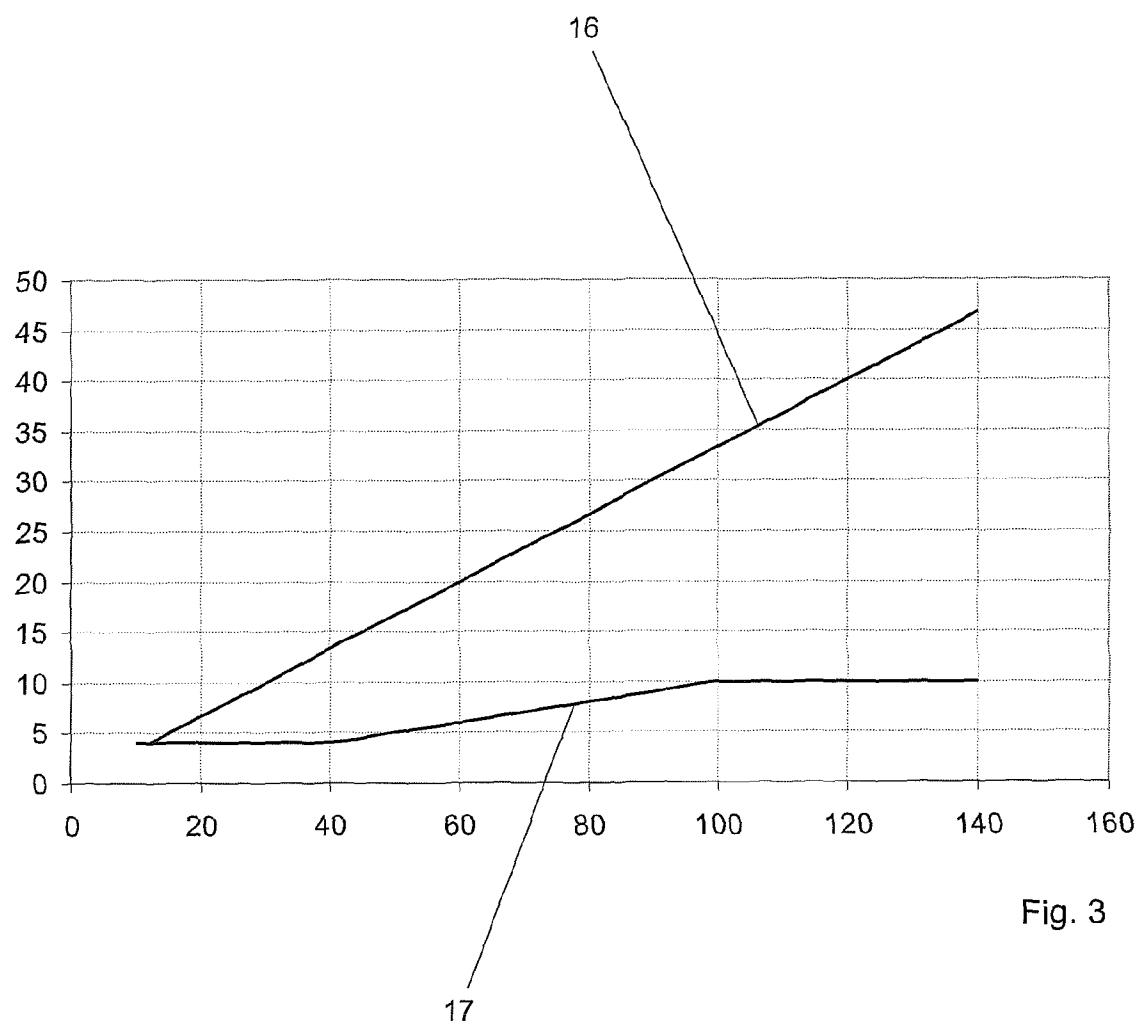


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/058617

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F16C19/52 F16C33/58 G01L5/00 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F16C G01L		
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	US 2008/170817 A1 (MCDEARMON GRAHAM F [US]) 17 July 2008 (2008-07-17) paragraphs [0016] - [0019], [0021], [0030] - [0032], [0034], [0041], [0042]; figure 1	1-15
X	----- US 6 535 135 B1 (FRENCH MICHAEL L [US] ET AL) 18 March 2003 (2003-03-18) column 3, lines 9-35; figures 2,3,7 column 4, lines 11-38, 52-65 column 5, lines 46-59 column 6, lines 4-63 column 7, lines 16-25 column 8, lines 32-46 column 9, lines 12-15,41-44 ----- -/-	1-15
☒ 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 30 August 2011		Date of mailing of the international search report 06/09/2011
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 Gutiérrez Royo, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2011/058617

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 2 006 653 A1 (NTN TOYO BEARING CO LTD [JP]) 24 December 2008 (2008-12-24) paragraphs [3559], [0060], [0097]; figures 1,8a,8b,20,21 abstract -----	1-5,9-15
X	US 5 140 849 A (FUJITA KIYOSHI [JP] ET AL) 25 August 1992 (1992-08-25) column 3, line 50 - column 5, line 4; figures 3a,3b,3c,5,11 column 7, lines 15-22 -----	1-3,5, 9-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/058617

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 2008170817	A1	17-07-2008	CN	101175926 A	07-05-2008
			EP	1880113 A1	23-01-2008
			JP	2008540962 A	20-11-2008
			KR	20080009712 A	29-01-2008
			WO	2006122269 A1	16-11-2006

US 6535135	B1	18-03-2003	AU	6850301 A	08-01-2002
			CN	1437709 A	20-08-2003
			EP	1292831 A2	19-03-2003
			JP	2004502100 A	22-01-2004
			WO	0201086 A2	03-01-2002

EP 2006653	A1	24-12-2008	WO	2007105367 A1	20-09-2007
			US	2009114004 A1	07-05-2009

US 5140849	A	25-08-1992	NONE		

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F16C19/52 F16C33/58 G01L5/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F16C G01L		
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	US 2008/170817 A1 (MCDEARMON GRAHAM F [US]) 17. Juli 2008 (2008-07-17) Absätze [0016] - [0019], [0021], [0030] - [0032], [0034], [0041], [0042]; Abbildung 1 -----	1-15
X	US 6 535 135 B1 (FRENCH MICHAEL L [US] ET AL) 18. März 2003 (2003-03-18) Spalte 3, Zeilen 9-35; Abbildungen 2,3,7 Spalte 4, Zeilen 11-38, 52-65 Spalte 5, Zeilen 46-59 Spalte 6, Zeilen 4-63 Spalte 7, Zeilen 16-25 Spalte 8, Zeilen 32-46 Spalte 9, Zeilen 12-15,41-44 ----- -/-	1-15
☒ 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 "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
30. August 2011		06/09/2011
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 Gutiérrez Royo, M

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 2 006 653 A1 (NTN TOYO BEARING CO LTD [JP]) 24. Dezember 2008 (2008-12-24) Absätze [3559], [0060], [0097]; Abbildungen 1,8a,8b,20,21 Zusammenfassung -----	1-5,9-15
X	US 5 140 849 A (FUJITA KIYOSHI [JP] ET AL) 25. August 1992 (1992-08-25) Spalte 3, Zeile 50 - Spalte 5, Zeile 4; Abbildungen 3a,3b,3c,5,11 Spalte 7, Zeilen 15-22 -----	1-3,5, 9-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/058617

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2008170817	A1	17-07-2008	CN	101175926 A	07-05-2008
			EP	1880113 A1	23-01-2008
			JP	2008540962 A	20-11-2008
			KR	20080009712 A	29-01-2008
			WO	2006122269 A1	16-11-2006

US 6535135	B1	18-03-2003	AU	6850301 A	08-01-2002
			CN	1437709 A	20-08-2003
			EP	1292831 A2	19-03-2003
			JP	2004502100 A	22-01-2004
			WO	0201086 A2	03-01-2002

EP 2006653	A1	24-12-2008	WO	2007105367 A1	20-09-2007
			US	2009114004 A1	07-05-2009

US 5140849	A	25-08-1992	KEINE		
