

(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. Juni 2015 (18.06.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/086691 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F16F 15/00 (2006.01) F16C 19/00 (2006.01)
B06B 1/06 (2006.01) F16C 27/02 (2006.01)
F16C 41/00 (2006.01) F16C 27/04 (2006.01)
F16C 17/12 (2006.01) F16C 32/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/077250

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. Dezember 2014 (10.12.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 225 330.3
10. Dezember 2013 (10.12.2013) DE

(71) Anmelder: AKTIEBOLAGET SKF [SE/SE]; S-41550
Göteborg (SE).

(72) Erfinder: MENIG, Fred; Am Lagberg 41, 97717 Sulzthal
(DE). DUSEL, Jochen; Unterer Steinberg 5, 97453
Schonungen-Forst (DE). GOETZ, Johannes; Landrat-
Wolf-Straße 34, 97520 Röthlein (DE). TITZE, Patrick;
Gartenstrasse. 17, 97493 Bergrheinfeld (DE). VORBECK,
Sascha; Nordring 43a, 64807 Dieburg (DE).

(74) Anwalt: KUHSTREBE, Jochen; Gunnar-Wester-Straße
12, 97421 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, BN, 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, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ROLLING BEARING OR PLAIN BEARING WITH VIBRATION DAMPING

(54) Bezeichnung : WÄZLAGER ODER GLEITLAGER MIT SCHWINGUNGSDÄMPFUNG

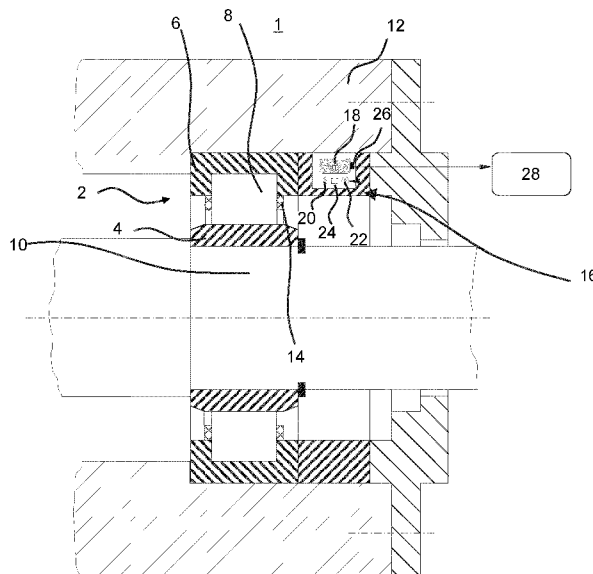


Fig. 1

(57) Abstract: A rolling bearing (2) or plain bearing
(3) with an outer race (6) and an inner race (4),
between which multiple rolling elements (8) are
optionally located, wherein on and/or in the inner race
(4) and/or on and/or in the outer race (6) and/or on at
least one of the optional rolling elements (8) at least
one active vibration damping unit (16), more
particularly a piezoelectric element, is mounted; a
rolling bearing or plain bearing arrangement (I; II), and
a method for damping vibrations in such a rolling
bearing (2) or plain bearing (21).

(57) Zusammenfassung: Wälzlager (2) oder Gleitlager
(21) mit einem Außenring (6) und einem Innenring (4),
zwischen denen optional mehrere Wälzkörper (8)
angeordnet sind, wobei an und/oder in dem Innenring
(4) und/oder an und/oder in dem Außenring (6)
und/oder an mindestens einem der optionalen
Wälzkörper (8) mindestens eine aktive
Schwingungsdämpfereinheit (16), insbesondere ein
Piezoelement, angeordnet ist, eine Wälzlager- oder
Gleitlageranordnung (I; II), sowie ein Verfahren zum
Dämpfen von Schwingungen in einem derartigen
Wälzlager (2) oder Gleitlager (21).



Veröffentlicht:

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

5

B e s c h r e i b u n g

Wälzlager oder Gleitlager mit Schwingungsdämpfung

10 Vorliegende Anmeldung betrifft ein Wälzlager oder Gleitlager mit einem Außenring und einem Innenring, eine Wälzlager- oder Gleitlageranordnung, sowie ein Verfahren zum Dämpfen von Schwingungen in einem Wälzlager oder Gleitlager.

In Wälzlager oder Gleitlager werden während des Betriebs bekanntermaßen oftmals
15 Schwingungen oder Vibrationen eingetragen. Diesen Schwingungen wurde bis jetzt insofern Rechnung getragen, dass die Bauteile des Wälzlager oder Gleitlagers derart ausgebildet sind, dass sie von den Schwingungen bzw. Vibrationen möglichst nicht beschädigt werden. Dazu müssen jedoch die im Wälzlager oder Gleitlager verwendbaren Materialien und Bauteile hohen Anforderungen genügen. Dennoch führen die Schwingungen und Vib-
20 rationen zu einem erhöhten Verschleiß und immer wieder auch zu einer direkten Beschädigung des betroffenen Wälzlagers oder Gleitlagers.

Aufgabe vorliegender Erfindung ist es deshalb, ein Wälzlager oder Gleitlager bereitzustellen, das möglichst schwingungsresistent ist.

25

Diese Aufgabe wird durch ein Wälzlager oder Gleitlager gemäß Patentanspruch 1, eine Wälzlager- oder Gleitlageranordnung gemäß Patentanspruch 8, sowie ein Verfahren gemäß Patentanspruch 13 gelöst.

30 Erfindungsgemäß wird ein Wälzlager oder Gleitlager mit zumindest einem Außenring und einem Innenring, zwischen denen optional mehrere Wälzkörper angeordnet sind, bereitgestellt. Dabei basiert die Erfindung auf der Idee, an und/oder in dem Innenring und/oder an

und/oder in dem Außenring und/oder an mindestens einem der optionalen Wälzkörper mindestens eine aktive Schwingungsdämpfereinheit, insbesondere ein Piezoelement, anzuordnen. Dabei kann der Außenring und/oder der Innenring auch nur als Ringsegment mit axialer und/oder radialer Teilung ausgebildet sein.

5

Dabei ermöglicht die erfindungsgemäße aktive Schwingungsdämpfereinheit, aktiv das Wälzlager oder Gleitlager mit einer Gegenschwingung zu beaufschlagen, mit der eine in das Wälzlager oder Gleitlager eingetragene Schwingung kompensiert werden kann. Dazu wird vorzugsweise die eingetragene Schwingung detektiert, eine kompensierende Gegen-
10 schwingung berechnet und das aktive Schwingungsdämpfungselement derart angesteuert, dass es die entsprechende Gegenschwingung ausführt. Aus dem Stand der Technik sind zwar passive Schwingungsdämpfungselemente bekannt, diese können jedoch die Schwingungen und Vibrationen nur bedingt dämpfen. Zudem ist der Einbau an Wälzlager oder Gleitlagern selbst schwierig, so dass das Wälzlager oder Gleitlager selbst keine Schwin-
15 gungsdämpfung erfährt, sondern nur die sich über das Wälzlager oder Gleitlager gegeneinander drehenden Elemente.

Die erfindungsgemäße aktive Schwingungsdämpfereinheit am Wälzlager oder Gleitlager selbst dagegen reduziert nicht nur einen Schwingungseintrag auf die über das Wälzlager
20 oder Gleitlager verbundenen Elemente, sondern ermöglicht gleichzeitig eine Schwingungsdämpfung am Lager selbst, was zu einer besonders großen Laufruhe führt. Gleichzeitig werden Beschädigungen des Wälzlager oder Gleitlagers aufgrund von Schwingungen zuverlässig verhindert.

25 Gemäß einem weiteren vorteilhaften Ausführungsbeispiel ist die mindestens eine aktive Schwingungsdämpfereinheit dabei integral mit dem Außenring und/oder dem Innenring ausgebildet. Da Schwingungen insbesondere vom Außenring auf den Innenring bzw. umgekehrt übertragen werden, kann eine aktive Einleitung von Gegenschwingungen am Außenring bzw. Innenring, die am Wälzlager oder Gleitlager entstehenden Schwingungen di-
30 rekt reduzieren bzw. kompensieren.

Gemäß einem weiteren vorteilhaften Ausführungsbeispiel kann die aktive Schwingungsdämpfereinheit bei einem Wälzlager auch in einem die mehreren Wälzkörper umfassenden Lagerkäfig angeordnet sein. Wie Innenring und Außenring ist auch der Lagerkäfig selbst

Übertragungsstelle für Schwingungen, so dass die direkte Anordnung der aktiven Schwingungsdämpfereinheit eine gute Schwingungsdämpfung bereitstellt. Dabei kann auch der Käfig als Käfigselement ausgebildet sein.

- 5 Alternativ oder zusätzlich kann das Wälzlager oder Gleitlager zudem einen Abstandsring aufweisen, wobei die mindestens eine aktive Schwingungsdämpfereinheit in und/oder an dem Abstandsring angeordnet ist.

10 Gemäß einem weiteren vorteilhaften Ausführungsbeispiel weist die aktive Schwingungsdämpfereinheit mindestens einen Aktuator zur Erzeugung einer Schwingung auf, wobei der Aktuator vorzugsweise ein Piezoaktuator ist. Der in der Schwingungsdämpfereinheit angeordnete Aktuator sorgt dabei aktiv für die Erzeugung der Gegenschwingung des Wälzlager- oder Gleitlagerbauteils mit der Schwingungsdämpfereinheit. Das bedeutet beispielsweise, dass, bei Detektion einer Schwingung in einem Außenring mit einer aktiven
15 Schwingungsdämpfereinheit, der Aktuator der Schwingungsdämpfereinheit eine zu der Schwingung passende Gegenschwingung in dem Außenring erzeugt, so dass sich die beiden Schwingungen kompensieren. Vorzugsweise sind dafür Piezoaktuatoren besonders geeignet, da mit ihnen entsprechende Gegenschwingungen schnell und präzise ausgebildet werden können.

20 Gemäß einem weiteren vorteilhaften Ausführungsbeispiel ist die gesamte aktive Schwingungsdämpfereinheit als Piezoelement ausgebildet, das vorzugsweise in schwingungsbedingter verformungskraftübertragender Verbindung an/in dem Innenring und/oder an/in dem Außenring angeordnet ist. Piezoelemente haben den Vorteil, dass sie direkt in den
25 Bauteilen, beispielsweise dem Innen- oder Außenring, angeordnet werden können und diese mit einer Gegenschwingung beaufschlagen können. Des Weiteren sind sie leicht ansteuerbar und bieten ein breites Spektrum an ausführbaren Schwingungen. Zudem können die Schwingungen aktiv „angeschaltet“ bzw. „ausgeschaltet“ werden, so dass kein unerwünschter Schwingungseintrag über ein Nachschwingen der Schwingungsdämpfereinheit
30 erfolgt.

Gemäß einem weiteren vorteilhaften Ausführungsbeispiel weist die Schwingungsdämpfereinheit weiterhin einen Sensor auf, der dazu ausgelegt ist, eine Schwingung zu de-

tektieren, wobei vorzugsweise der Sensor als Spannungsdetektor ausgebildet ist, der eine bei Verformung des Piezoelements entstehende Spannung detektiert.

Um gezielt eine Gegenschwingung festzulegen, ist es vorteilhaft, zuerst die eingetragene Schwingung zu analysieren. Dies wird vorteilhafterweise mittels des Sensorelements durchgeführt. Dabei kann beispielsweise die von der Schwingung induzierte Verformung des Piezoelements über die vom Piezoelement erzeugte Spannung gemessen werden, die wiederum als Basis für die Berechnung der Gegenschwingung verwendet wird. Alternativ kann ein weiteres Element zur Schwingungsdetektion vorgesehen sein.

Gemäß einem weiteren Aspekt vorliegender Erfindung wird eine Wälzlager- oder Gleitlageranordnung mit einem Wälzlager oder Gleitlager, wie oben beschrieben, und mit einer aktiven Schwingungsdämpfereinheit bereitgestellt, wobei die aktive Schwingungsdämpfereinheit in Wirkverbindung mit einer Steuereinheit steht. Dabei ermöglicht die Steuereinheit sowohl ein Auswerten der Messgrößen des Sensorelements und damit der detektierten Schwingung, als auch ein Festlegen der dazu komplementären Gegenschwingung, sowie ein Ansteuern des aktiven Schwingungsdämpferelements zum Erzeugen der festgelegten Gegenschwingung.

Dabei ist weiterhin vorteilhaft, wenn die Steuereinheit den Aktuator der Schwingungseinheit derart ansteuert, dass über die Steuereinheit eine Schwingung in der aktiven Schwingungsdämpfereinheit induzierbar ist. Dabei kann die Steuereinheit insbesondere eine Spannungsquelle aufweisen, die eine Spannung an dem erfindungsgemäßen Piezoelement anlegt, so dass dieses verformt wird und dadurch der Schwingung entgegenwirkt.

Gemäß einem weiteren vorteilhaften Ausführungsbeispiel kann die Spannungsquelle auch als Spannungsspeicher, beispielsweise als Kondensator, ausgebildet sein, der nicht nur dazu ausgelegt ist, eine Spannung zu erzeugen, sondern auch, eine Spannung zu speichern. Dadurch kann die aktive Schwingungsdämpfereinheit, insbesondere das Piezoelement, alternativ dazu verwendet werden, eine in das Wälzlager oder Gleitlager eingetragene Schwingung in Strom bzw. Spannung zu verwandeln, die dann in dem Kondensator gespeichert wird. Dabei kann insbesondere vorgesehen sein, dass beispielsweise nur dann eine Gegenschwingung erzeugt wird, wenn eine Amplitude bzw. Frequenz der eingetragenen Schwingung in einem bestimmten kritischen Bereich liegt. So kann beispielsweise das

Wälzlager oder Gleitlager während nicht kritischer Schwingungszustände als stromproduzierendes Element ausgebildet sein, während bei kritischen Schwingungszuständen, beispielsweise im Bereich von Resonanzschwingungen, eine aktive Schwingungsdämpfung über die Erzeugung einer Gegenschwingung bereitgestellt wird.

5

Zudem kann auch die erzeugte und gespeicherte Energie an anderer Stelle nutzbar gemacht werden, beispielsweise zum Betreiben der verschiedenen Sensoren.

Ein weiterer Aspekt vorliegender Erfindung betrifft ein Verfahren zum Dämpfen einer Schwingung in einem Wälzlager oder Gleitlager bzw. eine Wälzlager- oder Gleitlageranordnung, wie oben beschrieben, wobei das Verfahren in einem ersten Schritt eine Schwingung des Wälzlagers oder Gleitlagers, vorzugsweise mittels des Sensorelements detektiert, daraufhin eine Gegenschwingung, vorzugsweise mittels des Steuerelements bestimmt wird, und über Ansteuern beispielsweise eines Aktuators der aktiven Schwingungseinheit eine Gegenschwingung erzeugt wird, die als Gegenschwingung in das Wälzlager oder Gleitlager eingetragen wird.

Dabei ist insbesondere vorteilhaft, wenn das Wälzlager oder Gleitlager mit einer als Piezoelement ausgebildeten Schwingungsdämpfereinheit ausgestattet ist. Dabei wird eine aktive Schwingungsdämpfung erfindungsgemäß dadurch erzeugt, dass eine durch eine Schwingung des Innenrings und/oder des Außenrings und/oder optional des mindestens einem Wälzkörpers verursachte Verformungskraft auf das Piezoelement wirkt. Die durch die Verformungskraft erzeugte Spannung wird, vorzugsweise mittels des Spannungsdetektors, detektiert an das Steuerelement übergeben, das daraus die eingetragene Schwingung bestimmt und eine Gegenschwingung festlegt. Anschließend wird wiederum über das Anlegen einer zu der Gegenschwingung gehörenden Spannung an das Piezoelement eine Gegenverformung des Piezoelements erzeugt, so dass diese Gegenverformungskraft des Piezoelements auf den Innenring und/oder Außenring und/oder optional den mindestens einen Wälzkörper übertragen wird, und so der Gegenschwingung entgegenwirkt.

30

Dabei ist insbesondere vorteilhaft, wenn die Erzeugung der Gegenschwingung nur dann ausgeführt wird, wenn Schwingungen detektiert werden, deren Frequenz und/oder Amplitude einen bestimmten Schwellenwert über- und/oder unterschreiten und/oder in einem bestimmten Bereich liegen. Wie oben bereits erwähnt, können dadurch Resonanz-

schwingungen verhindert werden, während die in das Wälzlager oder Gleitlager eingetragenen unkritischen Schwingungen zur Erzeugung von Strom aufgrund der Spannungsänderung am Piezoelement verwendet werden können.

- 5 Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausführungsformen sind in den Ansprüchen, der Beschreibung und den Figuren definiert.

Im Folgenden soll das Prinzip der Erfindung anhand von in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispielen näher beschrieben werden. Dabei sind die Ausführungsbeispiele rein
10 exemplarischer Natur und sollen nicht den Schutzbereich der Anmeldung festlegen. Dieser wird allein durch die anhängigen Ansprüche definiert.

Es zeigen:

- Fig. 1: eine schematische Prinzipdarstellung eines ersten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Wälzlagers;
15 Fig. 2: eine schematische Prinzipdarstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Wälzlagers;
Fig. 3: eine schematische Prinzipdarstellung eines dritten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Wälzlagers;
20 Fig. 4: eine schematische Prinzipdarstellung eines vierten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Wälzlagers;
Fig. 5: eine schematische Darstellung des in Fig. 1 - 4 dargestellten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Wälzlager oder Gleitlagers im Detail;
Fig. 6: eine schematische Prinzipdarstellung eines fünften Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Wälzlagers; und
25 Fig. 7: eine schematische Prinzipdarstellung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Gleitlagers.

Im Folgenden werden gleiche bzw. funktionell gleichwirkende Elemente mit denselben
30 Bezugszeichen gekennzeichnet.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Wälzlageranordnung 1 mit einem Wälzlager 2, das einen Innenring 4 und einen Außenring 6 und dazwischen angeordnete Wälzkörper 8 aufweist. Dabei sorgt das Wälzlager 2 für eine drehende Bewegung eines ersten Bau-

teils 10, beispielsweise einer Welle, innerhalb eines zweiten Bauteils 12, beispielsweise einer Hülse, wobei die Welle 10 drehfest mit dem Innenring 4 und die Hülse 12 drehfest mit dem Außenring 6 verbunden sind. Die Wälzkörper 8 selbst können wiederum in einem Käfig 14 angeordnet sein, der die einzelnen Wälzkörper 8 in bekannter Weise voneinander beabstandet. Dabei können der Außenring 6, der Innenring 4 und/oder der Käfig 14 auch aus einem oder mehrere Segmenten ausgebildet sein. Alternativ ist auch eine Ausbildung als vollrolliges Wälzlager möglich, bei dem auf einen Käfig 14 verzichtet wird. Weiterhin sollte beachtet werden, dass die Wälzkörper jede bekannte Ausgestaltung, beispielsweise als Kugeln, Zylinder oder Tonnen aufweisen können.

Analog kann auch eine Gleitlageranordnung 11 mit einem Gleitlager 21, wie in Fig. 7 dargestellt, verwendet werden, wobei bei einem Gleitlager 21 keine Wälzkörper 8 vorhanden sind, sondern der Außenring 6 und der Innenring 4 direkt miteinander in Kontakt stehen. Dabei kann das Gleitlager 21 mit oder ohne zwischen Außenring 6 und Innenring 4 vorgesehenen Gleitmittel ausgebildet sein.

Gemäß beiden in Fig. 1 und Fig. 7 dargestellten Ausführungsbeispielen ist weiterhin an dem Außenring 6 (siehe Fig. 1) bzw. in dem Innenring 4 (siehe Fig. 7) eine erfindungsgemäße aktive Schwingungsdämpfereinheit 16 angeordnet. Prinzipgemäß ist eine aktive Schwingungsdämpfereinheit 16 wie als aktiver Schwingungstilger aufgebaut mit einem Massenelement 18, einem Federelement 20, einem Aktuator 22 und einem Dämpfer 24. Vorzugsweise ist jedoch die aktive Schwingungsdämpfereinheit 16 als Piezoelement ausgebildet, das aufgrund seiner inhärenten Eigenschaften die Funktionen von Massenelement, Federelement, Dämpfer und Aktuator in sich vereinigt. Wie bekannt, kann ein Piezoelement bei Anlegen einer Spannung verformt werden, beziehungsweise bei Verformung eine Spannung erzeugen. Dies kann erfindungsgemäß dazu verwendet werden, um über Anlegen einer bestimmten Spannungsabfolge beziehungsweise bestimmter Spannungsimpulse eine pulsierende Verformung des Piezoelements zu erzeugen, was wiederum zu der Erzeugung beziehungsweise der Eintragung einer Schwingung in das Bauteil des Wälzlager oder Gleitlagers führt, an oder in dem das Piezoelement angeordnet ist.

Weiterhin zeigen Fig. 1 und Fig. 7, dass die aktive Schwingungsdämpfereinheit 16 weiterhin einen Sensor 26 aufweist, der dazu ausgelegt ist, eine an der Schwingungsdämpfereinheit 16 eingetragene Schwingung zu detektieren. Bei der Verwendung eines Piezoelements

kann die Sensoreinheit 26 insbesondere als Spannungsdetektor ausgebildet sein. Da ein Piezoelement aufgrund von Schwingungen eine Verformungskraft erfährt, die wiederum zu einer Spannungsänderung am Piezoelement führt, kann diese Spannung detektiert werden.

5

Weiterhin weist die erfindungsgemäße Wälzlager oder Gleitlageranordnung 1 eine Steuerung 28 auf, die mit der Sensoreinheit 26 in Wirkverbindung steht und Informationen über eine eingetragene Schwingung von der Sensoreinheit 26 empfängt. Die Informationen über die Schwingung können beispielsweise in der Steuereinheit 28 verarbeitet werden, die wiederum eine Gegenschwingung berechnet, die geeignet ist, die eingetragene Schwingung zu kompensieren. Um diese Gegenschwingung zu erzeugen, steuert die Steuereinheit 28 wiederum den Aktuator 22 der aktiven Schwingungsdämpfereinheit 16 beziehungsweise das Piezoelement derart an, dass dieses in der Schwingungsdämpfereinheit 16 eine Gegenschwingung induziert. Dies kann beispielsweise analog über Antreiben der Masse 18 erfolgen, die wiederum die Schwingung über das Federelement 20 auf den Außenring 6 bzw. des Innenrings 4 überträgt. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel eines Piezoelements kann jedoch die Gegenschwingung über das Anlegen einer entsprechenden Spannungsabfolge an das Piezoelement erzeugt werden, die wiederum eine entsprechende Verformung des Piezoelements bedingt, so dass eine schwingungskompensierende Gegenschwingung an dem Außenring 6 bzw. dem Innenring 4 erzeugt wird.

20

Dabei kann insbesondere vorgesehen sein, dass die Gegenschwingung nur dann erzeugt wird, wenn sich die ins Wälzlager 2 oder Gleitlager 21 eingetragene Schwingung in einem Resonanzbereich oder kritischen Bereich bewegt. Ist die aktive Schwingungsdämpfereinheit 16 als Piezoelement ausgebildet, kann zudem die von der Schwingung verursachte Verformung des Piezoelements eine Spannung erzeugen, die an eine mit der Steuereinheit verbundene Spannungsspeicherquelle (nicht dargestellt) abgegeben wird. Dadurch kann die erfindungsgemäße Wälzlager- oder Gleitlageranordnung 1, 11 zum einen dazu verwendet werden, elektrische Energie mittels der während des Betriebs eingetragenen und unkritischen Schwingungen zu erzeugen. Liegt die eingetragene Schwingung jedoch in einem kritischen Bereich, so kann das Piezoelement, statt elektrische Energie zu erzeugen, dazu verwendet werden, die Schwingungen aktiv zu dämpfen, so dass einer Beschädigung des Wälzlager oder Gleitlagers und der umgebenden Bauteile aktiv entgegengewirkt wird.

30

Fig. 2 zeigt ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer Wälzlageranordnung 1 mit einem Wälzlager oder Gleitlager 2 und einer aktiven Schwingungsdämpfereinheit 16, wobei die Schwingungsdämpfereinheit 16 in dem gezeigten Ausführungsbeispiel am Innenring 4 des Wälzlager oder Gleitlagers 2 angeordnet ist. Statt, wie in den Fig. 1 und 2 dargestellt, die erfindungsgemäße aktive Schwingungsdämpfereinheit 16 neben den Lagerringen 4, 6 anzuordnen, ist es ebenfalls möglich, wie das Ausführungsbeispiel von Fig. 3 zeigt, die aktive Schwingungsdämpfereinheit 16 direkt in dem Material des Außenrings 6 (siehe Fig. 3) oder des Innenrings 4 (siehe Fig. 4, Fig. 7) auszubilden. Dadurch können besonders kompakte Wälzlager oder Gleitlageranordnungen geschaffen werden.

Fig. 5 zeigt schematisch eine Anordnung der aktiven Schwingungsdämpfereinheit 16 in einem Innenring 4, wie schematisch in Fig. 4 vorgestellt. Dabei kann, wie Fig. 5 zu entnehmen, die Schwingungsdämpfereinheit 16 mehrfach entlang des Umfangs des Innenrings 4 angeordnet sein, so dass eine besonders gute Schwingungsdämpfung erreicht wird.

Dies gilt analog für eine Ausgestaltung in einem anderen Bauteil des Wälzlager oder Gleitlagers 2. Dabei kann es ausreichend sein, eine aktive Schwingungsdämpfung lediglich in den zur axialen Anordnung des Wälzlagers 2 oder Gleitlagers 21 senkrecht ausgerichteten X- und Y-Richtung des Lagerrings 4, 6 anzuordnen. Bei Schwingung des Schwingungsdämpferelements 16a in X-Richtung und des Schwingungsdämpferelements 16b in Y-Richtung können alle an den Lagerringen 4, 6 eingetragenen Schwingungen in X- bzw. Y-Richtung dargestellt und kompensiert werden. Nicht dargestellt ist die Anordnung einer Schwingungsdämpfereinheit 16 in Z-Richtung aus der Zeichenebene heraus, in deren Richtung eine Schwingungsdämpfung selbstverständlich ebenfalls möglich ist, so dass nicht nur Schwingungen in X- und Y-Richtung, sondern auch in Z-Richtung kompensiert werden können. Dies gilt analog für Gleitlager, wie beispielsweise in Fig. 7 dargestellt.

Selbstverständlich ist das Vorsehen der aktiven Schwingungsdämpfereinheit 16 nicht nur an ebenen Wälzlagern 2 mit zylinder- oder kegelförmigen Wälzkörpern 8 möglich, sondern, wie beispielsweise in Fig. 6 dargestellt, kann jede beliebige Art von Wälzlager oder Gleitlager 2, beispielsweise auch ein Wälzlager oder Gleitlager mit kegelförmigen Wälzkörpern 8 mit der erfindungsgemäßen aktiven Schwingungsdämpfereinheit 16 ausgestattet sein.

Vorteilhafterweise ermöglicht das erfindungsgemäße aktive Schwingungsdämpferelement 16 eine besonders gute Schwingungsdämpfung und gleichzeitig ebenfalls eine Schwingungsdämpfung nur in bestimmten Anwendungsbereichen.

5 **Bezugszeichenliste**

	1, 11	Wälzlager oder Gleitlageranordnung
	2, 21	Wälzlager oder Gleitlager
	4	Innenring
10	6	Außenring
	8	Wälzkörper
	10	erstes drehendes Bauteil
	12	zweites drehendes Bauteil
	14	Lagerkäfig
15	16	aktive Schwingungsdämpfereinheit
	18	Massenelement
	20	Federelement
	22	Aktuator
	24	Dämpfer
20	26	Sensorelement
	28	Steuerung

Patentansprüche

5

Wälzlager oder Gleitlager mit Schwingungsdämpfung

- 10 1. Wälzlager- oder Gleitlageranordnung (1; 11) mit einem Wälzlager (2) oder Gleitlager (21) mit zumindest einem Außenring (6) und einem Innenring (4), wobei an und/oder in dem Innenring (4) und/oder an und/oder in dem Außenring (6) mindestens eine aktive Schwingungsdämpfereinheit (16), insbesondere ein Piezoelement, angeordnet ist, und wobei die aktive Schwingungsdämpfereinheit (16) mit einer
- 15 Steuereinheit (28) in Wirkverbindung steht und einen Aktuator (22) zur Erzeugung einer Schwingung und einen Sensor (26), der eine Schwingung detektiert, aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (28) bei Detektion einer Schwingung, die eine Frequenz und/oder Amplitude aufweist, die einen Schwellenwert überschreitet und/oder unterschreitet und/oder in einem vorbestimmten Bereich liegt,
- 20 den Aktuator (22) der Schwingungsdämpfereinheit (16) derart ansteuert, dass eine Schwingung in der Schwingungsdämpfereinheit (16) induzierbar ist.
2. Wälzlager- oder Gleitlageranordnung (1; 11) nach Anspruch 1, wobei die mindestens eine aktive Schwingungsdämpfereinheit (16) integral mit dem Außenring (6)
- 25 und/oder dem Innenring (4) des Wälzlagers (2) oder Gleitlagers (21) ausgebildet ist.
3. Wälzlager- oder Gleitlageranordnung (1; 11) nach Anspruch 1 oder 2, wobei zwischen dem Außenring (6) und dem Innenring (4) mehrere Wälzkörper (8) angeordnet sind und die mindestens eine aktive Schwingungsdämpfereinheit (16) an mindestens
- 30 einem der Wälzkörper (8) angeordnet ist, wobei vorzugsweise die mehreren Wälzkörper (8) in einem Lagerkäfig (14) angeordnet sind und die mindestens eine aktive Schwingungsdämpfereinheit (16) in und/oder an dem Lagerkäfig (14) vorgesehen ist.

4. Wälzlager- oder Gleitlageranordnung (1; 11) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Lager einen Abstandsring aufweist und die mindestens eine aktive Schwingungsdämpfereinheit (16) in und/oder an dem Abstandsring angeordnet ist.
- 5
5. Wälzlager- oder Gleitlageranordnung (1; 11) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Aktuator (22) ein Piezoaktuator ist.
- 10
6. Wälzlager- oder Gleitlageranordnung (1; 11) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Schwingungsdämpfereinheit (16) als Piezoelement ausgebildet ist, das vorzugsweise in schwingungsbedingter verformungskraftübertragender Verbindung an dem Innenring (4) und/oder an dem Außenring (6) und/oder an mindestens einem der Wälzkörper (8) angeordnet ist.
- 15
7. Wälzlager- oder Gleitlageranordnung (1; 11) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Sensor (26) als Spannungsdetektor ausgebildet ist, der eine bei Verformung des Piezoelements entstehende Spannung detektiert.
- 20
8. Wälzlager- oder Gleitlageranordnung (1; 11) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuereinheit (28) weiterhin eine Spannungsquelle, insbesondere einen Kondensator, aufweist, wobei die Spannungsquelle dazu ausgelegt ist, eine Spannung zu erzeugen und/oder eine Spannung zu speichern.
- 25
9. Wälzlager- oder Gleitlageranordnung (1) nach Anspruch 8, wobei das aktive Schwingungsdämpferelement (16) ein Piezoelement ist und eine an dem Piezoelement über eine Schwingung des Innenrings (4) und/oder des Außenrings (6) und/oder mindestens eines der Wälzkörper (8) induzierte Spannung in der Spannungsquelle speicherbar ist.
- 30
10. Wälzlager (2) oder Gleitlager (21) für eine Wälzlager- oder Gleitlageranordnung (1; 11) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

11. Verfahren zum Dämpfen einer Schwingung in einem Wälzlager (2) oder Gleitlager (21) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit folgenden Schritten:
- Detektieren einer Schwingung des Wälzlagers (2) oder Gleitlagers (21), vorzugsweise mittels des Sensorelements (26);
 - 5 - Bestimmen einer Gegenschwingung, vorzugsweise mittels des Steuerelements (28); und
 - Ansteuern der aktiven Schwingungsdämpfereinheit (16) zur Erzeugung der Gegenschwingung, vorzugsweise mittels des Steuerelements (28),
dadurch gekennzeichnet dass der Schritt des Bestimmens und Erzeugens einer Gegenschwingung bei Schwingungen ausgeführt wird, deren Frequenz und/oder
 - 10 Amplitude einen bestimmten Schwellenwert überschreiten und/oder unterschreiten und/oder in einem bestimmten Bereich liegen.
12. Verfahren nach Anspruch 10, wobei das Wälzlager (2) oder Gleitlager (21) mit einer
- 15 als Piezoelement ausgebildeten Schwingungsdämpfereinheit (16) ausgestattet ist, mit folgenden Schritten:
- Eintragen einer durch eine Schwingung des Innenrings (4) und/oder des Außenrings (6) und/oder des mindestens einem Wälzkörpers (8) verursachten Verformungskraft auf das Piezoelement;
 - 20 - Detektieren der durch die Verformungskraft erzeugten Verformung des Piezoelements, vorzugsweise mittels eines Spannungsdetektors (26);
 - Bestimmen einer an das Piezoelement anzulegenden Spannung zur Erzeugung einer Gegenverformung, vorzugsweise mittels des Steuerelements (28);
 - Anlegen der bestimmten Spannung an das Piezoelements zur Erzeugung der Gegenverformung des Piezoelements und einer Gegenverformungskraft, vorzugsweise
 - 25 mittels des Steuerelements (28); und
 - Eintragen der über die Gegenverformung des Piezoelements erzeugten Gegenverformungskraft auf den Innenring (4) und/oder den Außenring (6) und/oder den mindestens einen Wälzkörper (8) des Wälzlagers (2) oder Gleitlagers (21).
- 30
13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei eine Dämpfung der Schwingung über ein rhythmisches Erzeugen von Gegenverformungskräften auf den Innenring (4) und/oder den Außenring (6) und/oder den mindestens einen Wälzkörper (8) des Wälzlagers (2) oder Gleitlagers (21) erfolgt.

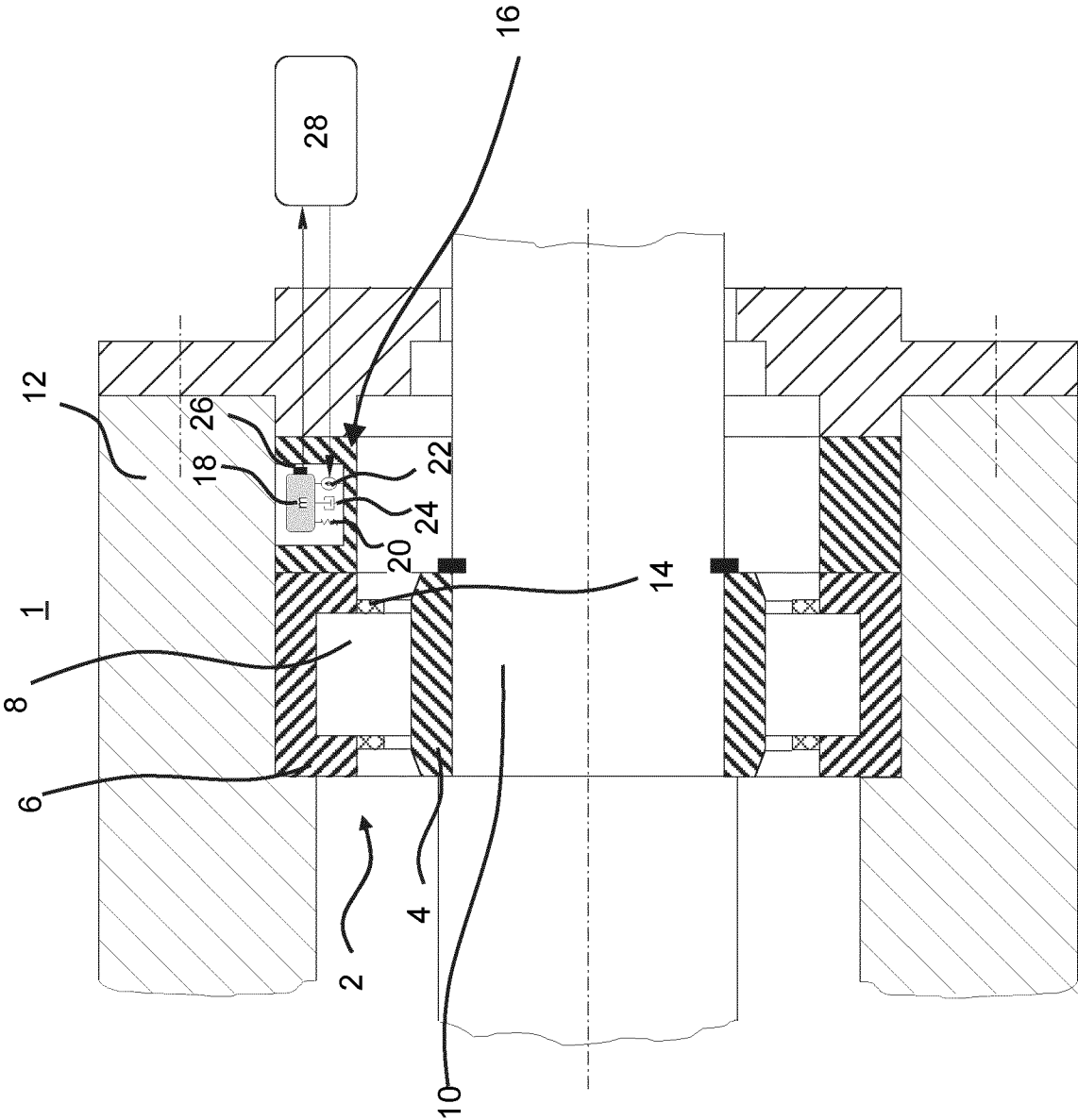


Fig. 1

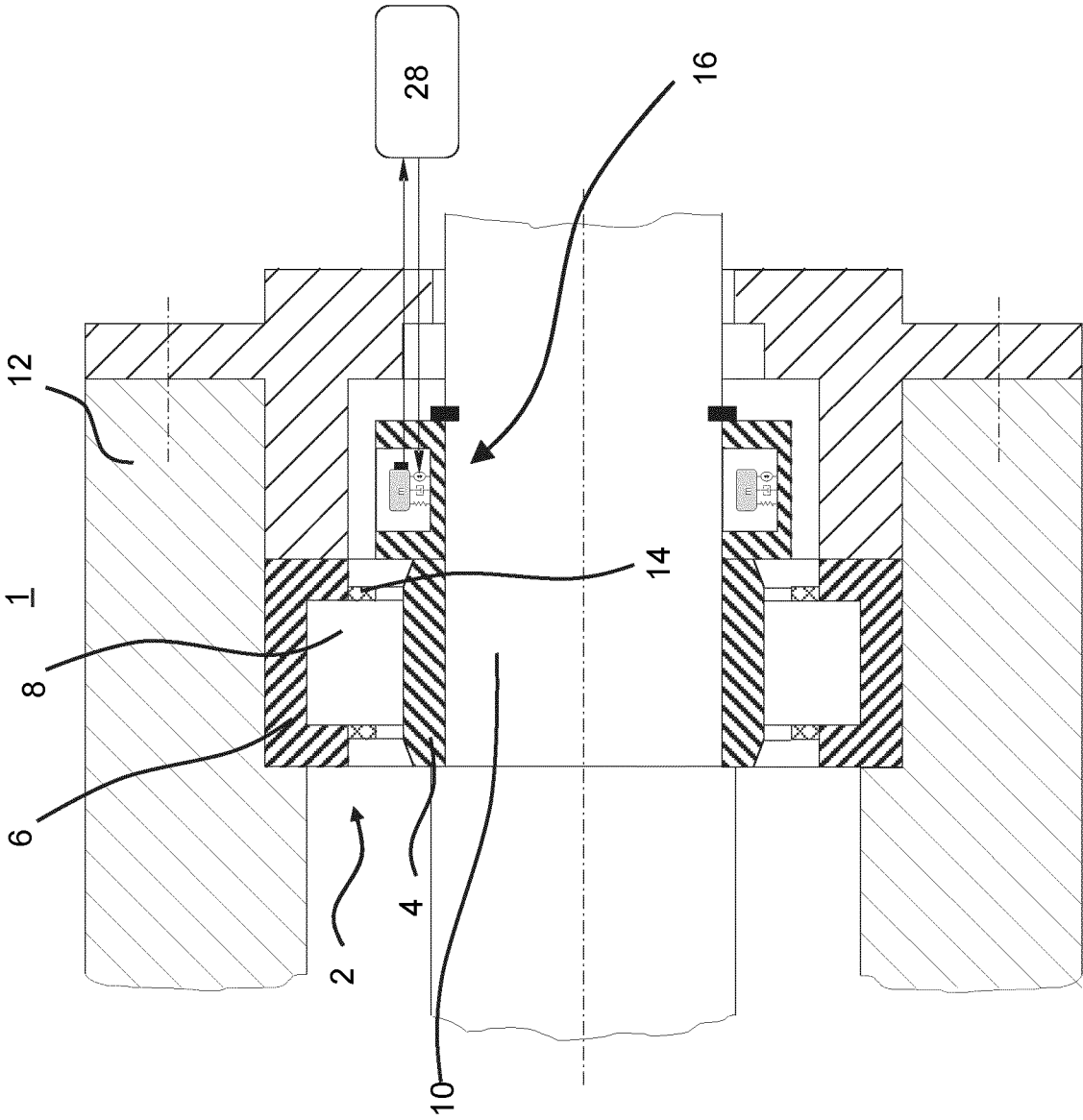


Fig. 2

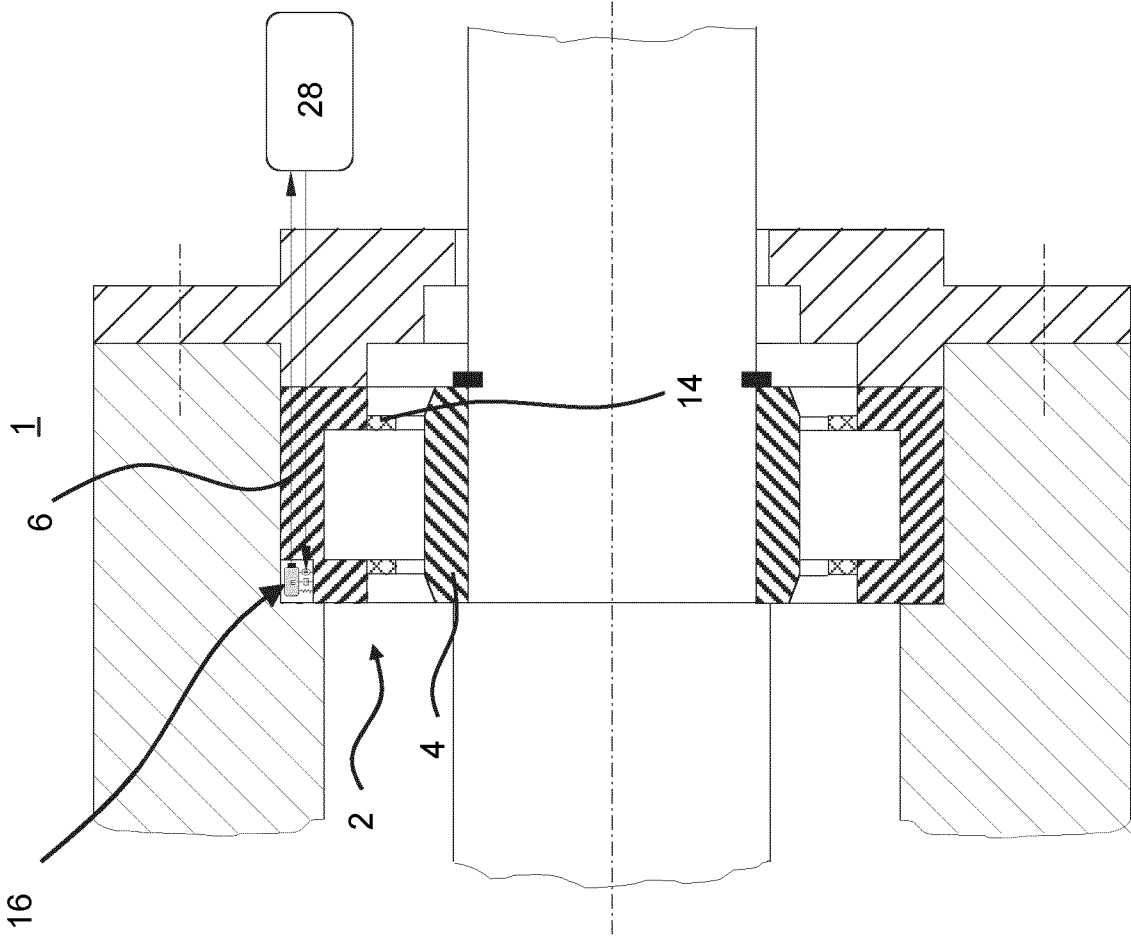


Fig. 3

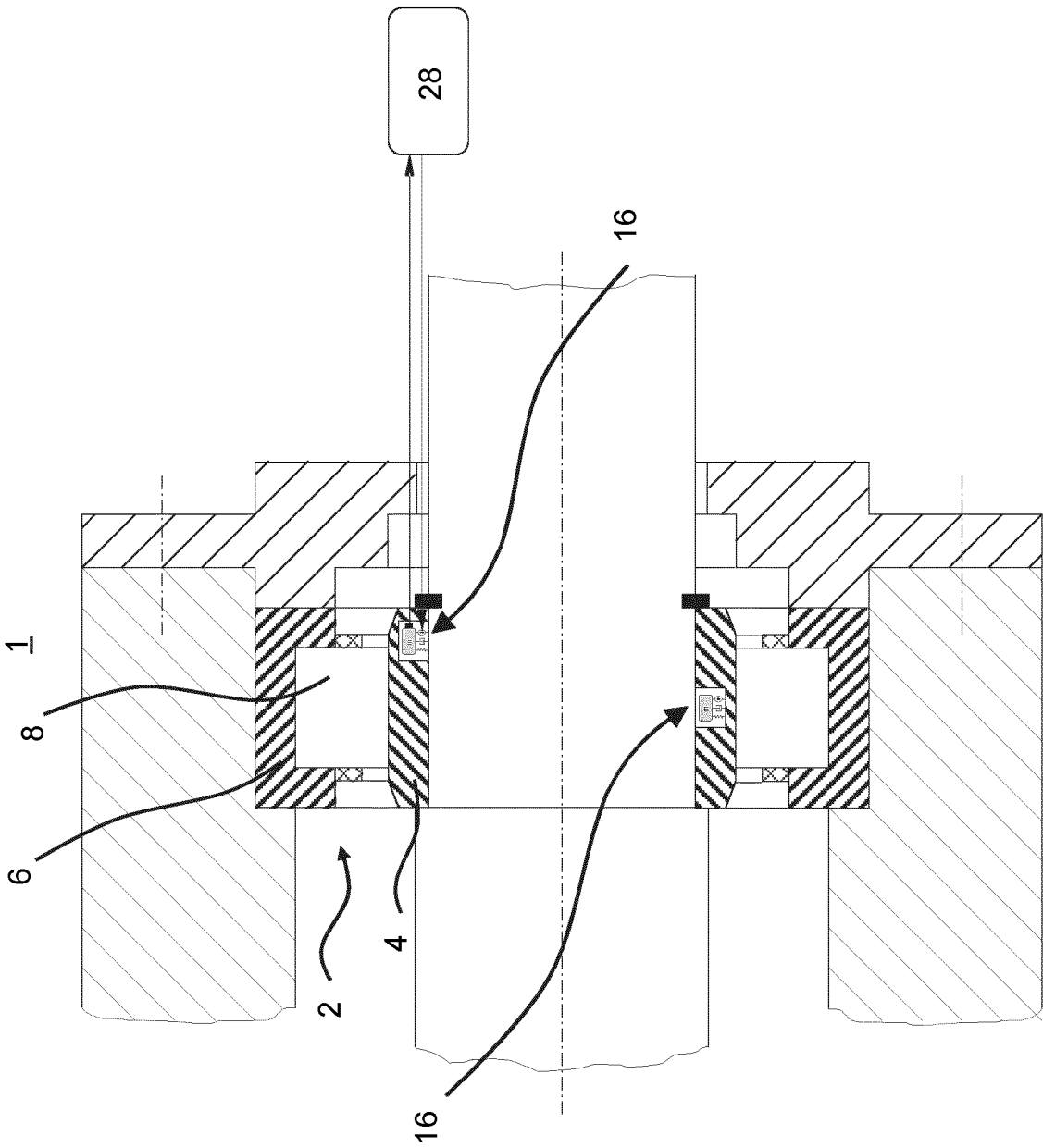


Fig. 4

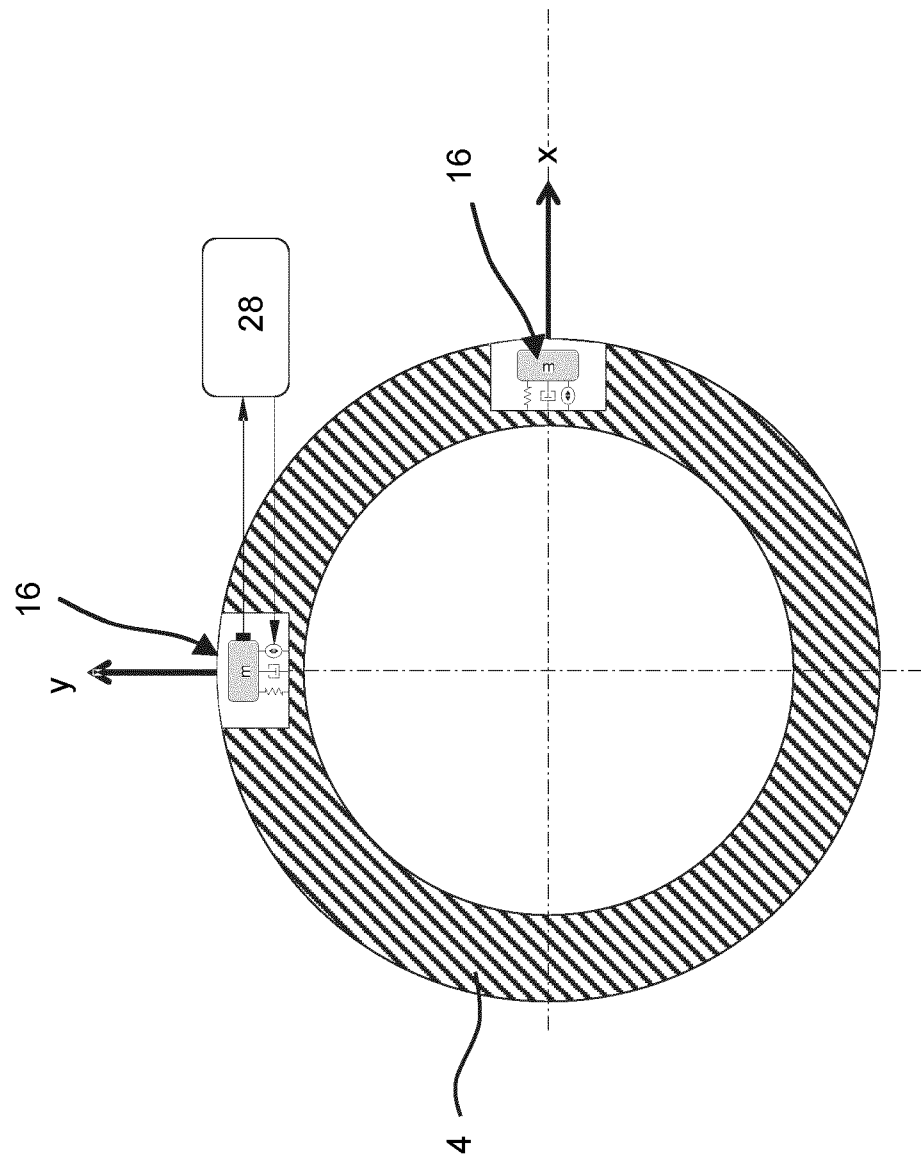


Fig. 5

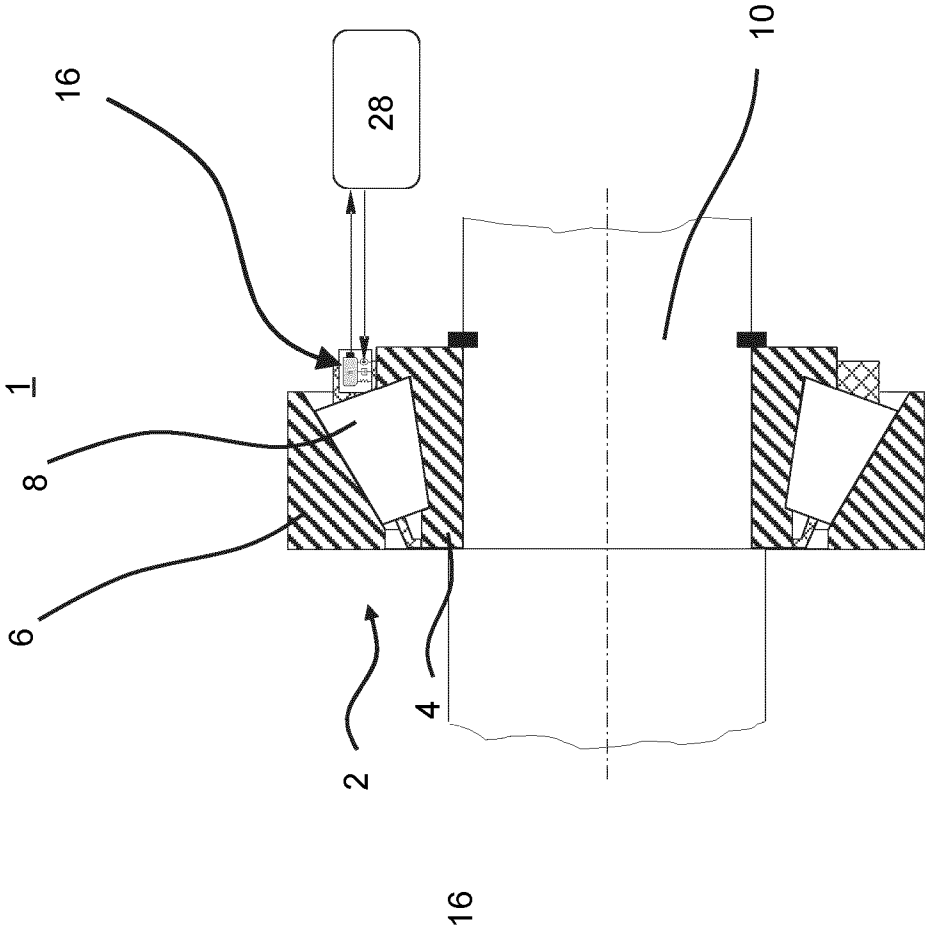


Fig. 6

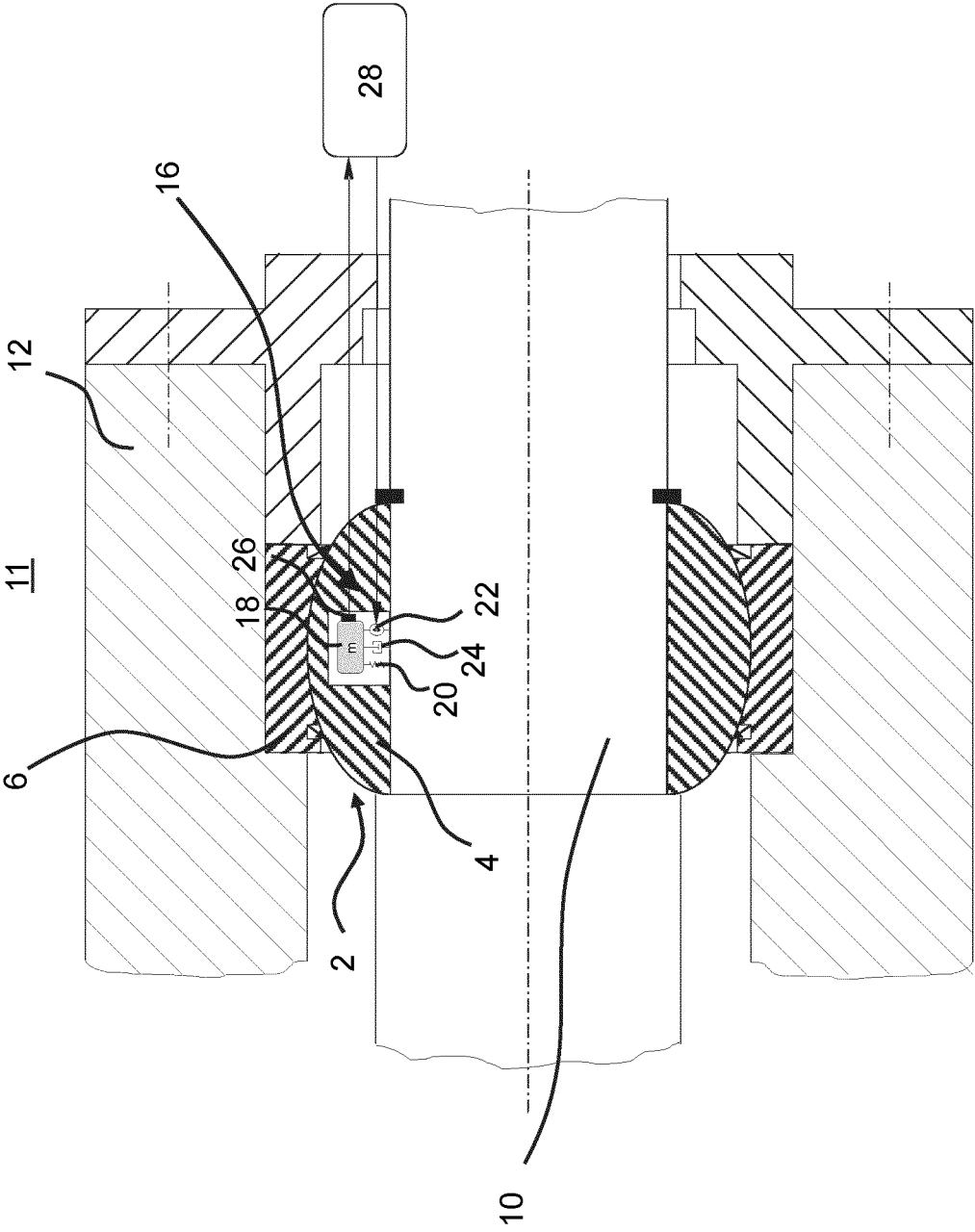


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/077250

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
INV.	F16F15/00 F16C27/02	B06B1/06 F16C27/04
	F16C41/00 F16C32/00	F16C17/12 F16C19/00
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) F16F B06B F16C		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2002/139603 A1 (AIKEN ALBERT [US] ET AL) 3 October 2002 (2002-10-03) paragraph [0041] - paragraph [0042]; figure 7	1
X	DE 10 2005 007985 A1 (SCHAEFFLER KG [DE]) 31 August 2006 (2006-08-31) paragraph [0010] - paragraph [0031]; figures 1,2	1,2,4-13
Y	DE 10 2011 006907 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES GMBH [DE]) 11 October 2012 (2012-10-11) the whole document	3
Y		3
	-/--	
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 24 February 2015		Date of mailing of the international search report 05/03/2015
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 Cerva-Pédrin, Sonia

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/077250

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2007 006061 A1 (GENESIS ADAPTIVE SYSTEME DEUTS [DE]) 14 August 2008 (2008-08-14) paragraph [0006] - paragraph [0014]; figure 1	1
A	----- EP 1 627 213 A1 (FAG KUGELFISCHER AG [DE]; EHRFELD MIKROTECHNIK AG [DE] SCHAEFFLER TECH) 22 February 2006 (2006-02-22) the whole document -----	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/077250

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2002139603 A1	03-10-2002	AU 782950 B2 AU 2767902 A BR 0200966 A DE 10213595 A1 GB 2374652 A US 2002139603 A1	15-09-2005 03-10-2002 31-12-2002 02-10-2002 23-10-2002 03-10-2002
DE 102005007985 A1	31-08-2006	DE 102005007985 A1 WO 2006089639 A1	31-08-2006 31-08-2006
DE 102011006907 A1	11-10-2012	NONE	
DE 102007006061 A1	14-08-2008	NONE	
EP 1627213 A1	22-02-2006	AT 549527 T DE 10323889 A1 EP 1627213 A1 JP 2006526157 A US 2007277612 A1 WO 2004106878 A1	15-03-2012 16-12-2004 22-02-2006 16-11-2006 06-12-2007 09-12-2004

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	F16F15/00 B06B1/06 F16C41/00 F16C17/12 F16C19/00	
	F16C27/02 F16C27/04 F16C32/00	
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
F16F B06B F16C		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2002/139603 A1 (AIKEN ALBERT [US] ET AL) 3. Oktober 2002 (2002-10-03) Absatz [0041] - Absatz [0042]; Abbildung 7 -----	1
X	DE 10 2005 007985 A1 (SCHAEFFLER KG [DE]) 31. August 2006 (2006-08-31)	1,2,4-13
Y	Absatz [0010] - Absatz [0031]; Abbildungen 1,2 -----	3
Y	DE 10 2011 006907 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES GMBH [DE]) 11. Oktober 2012 (2012-10-11) das ganze Dokument -----	3
X	DE 10 2007 006061 A1 (GENESIS ADAPTIVE SYSTEME DEUTS [DE]) 14. August 2008 (2008-08-14) Absatz [0006] - Absatz [0014]; Abbildung 1 ----- -/-	1
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
24. Februar 2015		05/03/2015
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 Cerva-Pédrin, Sonia

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 627 213 A1 (FAG KUGELFISCHER AG [DE]; EHRFELD MIKROTECHNIK AG [DE] SCHAEFFLER TECH) 22. Februar 2006 (2006-02-22) das ganze Dokument -----	1-13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/077250

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2002139603 A1	03-10-2002	AU 782950 B2	15-09-2005
		AU 2767902 A	03-10-2002
		BR 0200966 A	31-12-2002
		DE 10213595 A1	02-10-2002
		GB 2374652 A	23-10-2002
		US 2002139603 A1	03-10-2002

DE 102005007985 A1	31-08-2006	DE 102005007985 A1	31-08-2006
		WO 2006089639 A1	31-08-2006

DE 102011006907 A1	11-10-2012	KEINE	

DE 102007006061 A1	14-08-2008	KEINE	

EP 1627213 A1	22-02-2006	AT 549527 T	15-03-2012
		DE 10323889 A1	16-12-2004
		EP 1627213 A1	22-02-2006
		JP 2006526157 A	16-11-2006
		US 2007277612 A1	06-12-2007
		WO 2004106878 A1	09-12-2004
