



(10) **DE 10 2013 208 480 A1** 2014.11.13

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 208 480.3**

(22) Anmeldetag: **08.05.2013**

(43) Offenlegungstag: **13.11.2014**

(51) Int Cl.: **F16C 25/06 (2006.01)**

(71) Anmelder:
Aktiebolaget SKF, Göteborg, SE

(72) Erfinder:
Katsaros, Padelis, 97424 Schweinfurt, DE

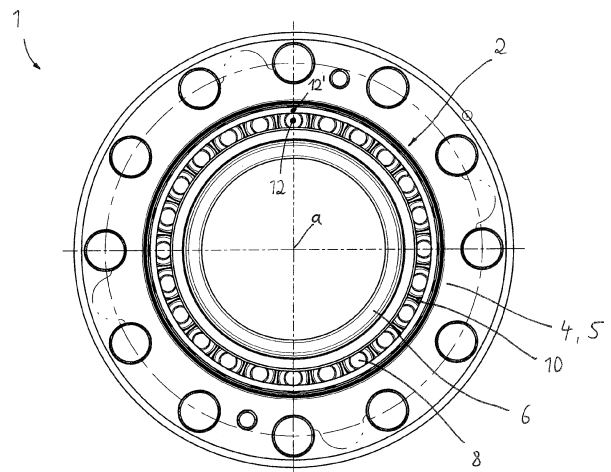
(74) Vertreter:
derzeit kein Vertreter bestellt

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Einstellung der Vorspannung in einer Lageranordnung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Einstellung der Vorspannung in einer Lageranordnung (1), wobei die Lageranordnung (1) zwei axial gegeneinander anstellbare Wälzlager (2, 3) umfasst, wobei jedes Wälzlager (2, 3) mindestens einen Lageraußenring (4, 5) und mindestens einen Lagerinnenring (6, 7) aufweist, zwischen denen mindestens eine Reihe Wälzkörper (8, 9) angeordnet ist, wobei die Wälzkörper (8, 9) von einem Käfig (10, 11) gehalten werden. Um in einfacher Weise die gewünschte Vorspannung in der Lageranordnung einstellen zu können, sieht das Verfahren die Schritte vor: a) Antreiben der Lageranordnung (1) in einem Zustand, in dem keine axiale Vorspannung in der Lageranordnung (1) herrscht und Messung der Drehgeschwindigkeit des Umlaufs der Wälzkörper (8, 9) um den stationären Lagerring oder der Drehgeschwindigkeit des Käfigs (10, 11); b) Erhöhen der axialen Vorspannung in der Lageranordnung (1) bei weiterer Messung der Drehgeschwindigkeit des Umlaufs der Wälzkörper (8, 9) um den stationären Lagerring oder der Drehgeschwindigkeit des Käfigs (10, 11); c) Beenden der Erhöhung der axialen Vorspannung in der Lageranordnung (1), sobald sich eine definierte Veränderung der Drehgeschwindigkeit des Umlaufs der Wälzkörper (8, 9) um den stationären Lagerring oder der Drehgeschwindigkeit des Käfigs (10, 11) ergibt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Einstellung der axialen Vorspannung in einer Lageranordnung, wobei die Lageranordnung zwei axial gegeneinander anstellbare Wälzlager umfasst, wobei jedes Wälzlager mindestens einen Lageraußenring und mindestens einen Lagerinnenring aufweist, zwischen denen mindestens eine Reihe Wälzkörper angeordnet ist, wobei die Wälzkörper vorzugsweise von einem Käfig gehalten werden.

[0002] Die Einstellung der Vorspannung – insbesondere bei einem Kegelrollen- oder Schrägkugellager – ist ein relativ aufwendiger und mitunter auch ungenauer Prozess.

[0003] Bekannt ist es gemäß einer gebräuchlichen Verfahrensweise, dadurch die richtige Vorspannung einzustellen, dass das Reibmoment der Lagerung gemessen wird (eine Zunahme des Reibmoments bedeutet eine Zunahme der Lagervorspannung) und die Vorspannung allmählich durch Anziehen einer Spannmutter erhöht wird. Beim Erreichen eines vorbestimmten Wertes des Reibmoments wird dann die Spannmutter gegen Verdrehen gesichert.

[0004] Eine andere Methode ist es, die Komponenten im Verspannkreis zu vermessen und dann mittels einer Passscheibe den nötigen Vorspannweg zu generieren; die gewünschte Vorspannung wird dann durch Anziehen einer Mutter gegen Anschlag erzeugt.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu schaffen, mit dem es in einfacherer Weise möglich ist, die Vorspannung in einer gattungsgemäßen Lageranordnung einzustellen.

[0006] Die Lösung dieser Aufgabe durch die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren die Schritte umfasst:

- a) Antreiben der Lageranordnung durch Drehen des Lageraußenrings oder Lagerinnenrings bei festgehaltenem Lagerinnenring oder Lageraußenring in einem Zustand, in dem keine oder nur eine geringe axiale Vorspannung in der Lageranordnung herrscht und Messung der Drehgeschwindigkeit (Winkelgeschwindigkeit) des Umlaufs der Wälzkörper oder der Drehgeschwindigkeit (Winkelgeschwindigkeit) des Käfigs um den stationären Lagerring;
- b) Erhöhen der axialen Vorspannung in der Lageranordnung bei weiterer Messung der Drehgeschwindigkeit (Winkelgeschwindigkeit) des Umlaufs der Wälzkörper oder der Drehgeschwindigkeit des Käfigs um den stationären Lagerring;
- c) Beenden der Erhöhung der axialen Vorspannung in der Lageranordnung, sobald sich eine definierte Veränderung der Drehgeschwindigkeit

(Winkelgeschwindigkeit) des Umlaufs der Wälzkörper oder der Drehgeschwindigkeit (Winkelgeschwindigkeit) des Käfigs um den stationären Lagerring ergibt.

[0007] Die Messung der Veränderung der Drehgeschwindigkeit (Winkelgeschwindigkeit) des Umlaufs der Wälzkörper oder der Drehgeschwindigkeit des Käfigs um den stationären Lagerring erfolgt dabei in besonders vorteilhafter Weise mittels eines Stroboskops. Vor obigem Schritt a) kann hierfür mindestens eine Markierung auf mindestens einem Wälzkörper oder auf dem Käfig aufgebracht werden. Diese Markierung kann als Punkt auf einem Wälzkörper oder auf dem Käfig ausgebildet sein. Der Punkt besteht dabei bevorzugt aus reflektierender Farbe. Die Markierung ist zwecks guter Sichtbarkeit bevorzugt an einer Stirnseite des Wälzkörpers oder des Käfigs angebracht. Das Beenden der Erhöhung der axialen Vorspannung gemäß obigem Schritt c) erfolgt bevorzugt, sobald die stroboskopierte Markierung eine vorgegebene Umlaufdrehgeschwindigkeit aufweist.

[0008] Bei obigem Schritt a) werden bevorzugt der Lagerinnenring oder die Lagerinnenringe stationär gehalten, wobei der Lageraußenring oder die Lageraußenringe angetrieben werden.

[0009] Die beiden Wälzlager, oder zumindest eines davon, sind bevorzugt Kegelrollenlager oder Schrägkugellager.

[0010] Das vorliegende Konzept der Einstellung der Vorspannung basiert darauf, die Vorspannung über die Drehzahl bzw. Winkelgeschwindigkeit des Rollen- bzw. Kugelsatzes zu bestimmen und einzustellen. Dabei wird die Drehzahl bzw. Winkelgeschwindigkeit der Rollen bzw. des Käfigs im vorspannungsfreien Zustand mit dem vorgespannten Zustand verglichen.

[0011] Mit steigender Vorspannung werden die Wälzkörper (Rollen oder Kugeln) verformt, d. h. auch radial zusammengedrückt, so dass sich bei somit kleiner werdenden effektiven Radien auch die Umlaufgeschwindigkeiten der Rollen bzw. des Käfigs bei sonst gleichen Antriebsverhältnissen ändern. Diese Änderung kann sehr einfach mittels Stroboskopie sichtbar gemacht werden. Die per Stroboskop sichtbar werdende Veränderung der Umlaufgeschwindigkeit ist ein Maß für den Grad der Vorspannung in der Lageranordnung.

[0012] Um diesen Stroboskop-Effekt bei einer Lagereinheit zu nutzen, wird der Käfig und/oder eine Rolle des Rollensatzes mit einer reflektierenden Farbe markiert. Wenn der Innen- oder Außenring angetrieben wird und ein Stroboskop auf die markierten Lagerkomponenten gerichtet wird, kann in bekannter Weise die Drehzahl bzw. Winkelgeschwindigkeit der

Lagerkomponente (Rolle oder Käfig) bestimmt werden.

[0013] Zunächst wird die nicht vorgespannte Lager Einheit mit einer bestimmten Drehzahl gedreht, wobei das Stroboskop so eingestellt wird, dass die Markierung „stillsteht“. Dann erfolgt die Erhöhung der Vorspannung über eine (Spann)Mutter und es wird beobachtet, wie unter dem Stroboskop die Markierung anfängt, sich in Umfangsrichtung zu bewegen, d. h. zu drehen. Diese Bewegung bzw. Drehung ist der Verformung der Rollen bzw. Kugeln im Hertzschen Kontakt proportional und kann der Größe der axialen Vorspannung zugeordnet werden. Bei einer „schnellen Bewegung“ der Markierung liegt eine entsprechend starke Verformung der Wälzkörper und somit eine hohe Vorspannung vor. Bei geringerer Verformung ist die besagte Bewegung der Markierung langsamer; ohne Vorspannung kommt sie zum Stillstand.

[0014] Es können auch mehrere Markierungen gleichmäßig über den Umfang verteilt werden (auf dem Käfig bzw. auf den Rollen), so dass das „Ablesen“ der Wanderbewegung unter dem Stroboskop erleichtert wird.

[0015] Mit der vorgeschlagenen Vorgehensweise kann auch in relativ einfacher Weise der Schlupf im Lager festgestellt werden, indem man die theoretische (berechnete) Winkelgeschwindigkeit des Rollen- bzw. Kugelsatzes mit der tatsächlichen (durch Stroboskop ermittelten) Winkelgeschwindigkeit vergleicht.

[0016] Die Einstellung der Vorspannung in der Lageranordnung kann somit mit relativ geringem Aufwand durchgeführt werden. Der Einfluss des Reibungskoeffizienten auf die Einstellung der Vorspannung ist theoretisch ausgeschaltet.

[0017] Die Einstellung bzw. Messung der Vorspannung kann unter Verwendung eines Stroboskops somit in einfacher und relativ genauer Weise durchgeführt werden.

[0018] Der Zusammenhang zwischen der Drehgeschwindigkeit der erwähnten Wanderbewegung und der Vorspannung, unter der diese erfolgt, kann experimentell oder durch eine Simulationsrechnung vorab ermittelt werden.

[0019] Die Lageranordnung wird hierzu – im Falle der experimentellen Ermittlung – mit einer definierten Axiallast belastet und die entsprechende Drehgeschwindigkeit der Wanderbewegung erfasst und zugeordnet. Für verschiedene Axiallasten ergibt sich so eine Kennlinie, die die Drehgeschwindigkeit der Wanderbewegung über der Vorspannung widerspiegelt. Diese Kennlinie wird dann bei der späteren Einstel-

lung der Lageranordnung bei Nutzung des beschriebenen Verfahrens zugrunde gelegt.

[0020] In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

[0021] Fig. 1 die Vorderansicht einer Lageranordnung (gesehen in Richtung der Drehachse), die zwei gegeneinander angestellte Kegelrollenlager umfasst, und

[0022] Fig. 2 den zugehörigen Radialschnitt.

[0023] In den Figuren ist eine Lageranordnung **1** dargestellt, die zwei Wälzlager **2** und **3** umfasst, nämlich zwei Kegelrollenlager – im Ausführungsbeispiel in O-Anordnung –, die Lageraußenringe **4** und **5** und Lagerinnenringe **6** und **7** aufweisen; die beiden Lageraußenringe **4** und **5** sind vorliegend einstückig ausgebildet.

[0024] Zwischen den Lagerringen sind in bekannter Weise Wälzkörper **8**, **9** hier in Form von Kegelrollen angeordnet. Die Kegelrollen **8**, **9** werden jeweils von einem Käfig **10**, **11** geführt. Die Lagerringe der Lageranordnung drehen um die Drehachse **a**.

[0025] Dieser Aufbau ist als solcher bekannt; das gilt auch für die Aufbringung der Vorspannung in die Lageranordnung **1**. Hierzu wird eine – nicht dargestellte – konzentrisch zur Drehachse **a** angeordnete (Spann) Mutter angezogen, so dass die beiden Kegelrollenlager **2**, **3** axial aufeinander zu geschoben werden. Demgemäß wird in der Lageranordnung eine axiale (und radiale) Vorspannung erzeugt.

[0026] Um die Vorspannung in einfacher Weise einstellen zu können, wird wie folgt vorgegangen: Zunächst wird an einem der Lager **2**, **3** stirnseitig eine Markierung auf einem der Wälzkörper **8** bzw. auf dem Käfig **10** angebracht. Es handelt sich hierbei um einen Punkt aus reflektierender Farbe. In Fig. 1 sind dies für die alternativen Möglichkeiten skizziert. Die Markierung **12** ist ein Punkt, der auf einem der Wälzkörper **8** angebracht wurde; alternativ kann auch der Käfig **10** mit einer Markierung **12'** versehen werden.

[0027] Jetzt wird die noch nicht vorgespannte Lageranordnung drehangetrieben. Vorliegend wird bei stationären Lagerinnenringen **6**, **7** der Lageraußenring **4**, **5** angetrieben. Eine nicht dargestellte Stroboskoplampe wird so eingestellt, dass die Markierung **12** „stillsteht“. Es können auch mehrere Wälzkörper mit einer Markierung **12** versehen werden, so dass der „stillstehende“ Punkt auch mit geringerer Drehzahl hergestellt werden kann.

[0028] Jetzt wird die (nicht dargestellte) Mutter zur Vorspannung der beiden Kegelrollenlager **2**, **3** langsam angezogen. Zwischen den beiden Innenringen

6, 7 ist ein Spalt **13** vorgesehen, so dass das Einstellen einer Vorspannung möglich ist.

[0029] Die Folge ist, dass die Wälzkörper radial und axial mit einer Kraft beaufschlagt werden, so dass sie geringfügig komprimiert werden.

[0030] Demgemäß verändert sich auch der effektiv wirksame Rollradius in den Lagern **2, 3**. Dies hat zur Folge, dass bei sonst gleich gebliebener Antriebsgeschwindigkeit des Außenrings eine Veränderung der Drehgeschwindigkeit bzw. Winkelgeschwindigkeit der Wälzkörper **8, 9** und somit auch des Käfigs **10, 11** stattfindet.

[0031] Bei unveränderter Einstellung der Frequenz der Stroboskoplampe hat dies wiederum zur Folge, dass die Markierung **12** bzw. **12'** unter dem Stroboskop in Umfangsrichtung „wandert“. Die Winkelgeschwindigkeit der Markierung **12** bzw. **12'** unter der Stroboskoplampe ist ein direktes und über Strecken hinweg proportionales Maß für die Vorspannung, die in der Lageranordnung **1** herrscht.

[0032] Demgemäß kann nun die (Spann)Mutter solange angezogen werden, bis sich für die Wander-Drehgeschwindigkeit der Markierung **12** bzw. **12'** ein gewünschter Wert ergibt. Dieser kann aus der oben erwähnten, für die Lageranordnung vorab ermittelten Kennlinie entnommen werden. Es ergibt sich die korrespondierende Vorspannung im Lager.

[0033] Die Vorspannung kann somit ohne aufwändige Maßnahmen relativ genau auf einen gewünschten Wert eingestellt werden.

Bezugszeichenliste

1	Lageranordnung
2	Wälzlager
3	Wälzlager
4	Lageraußenring
5	Lageraußenring
6	Lagerinnenring
7	Lagerinnenring
8	Wälzkörper
9	Wälzkörper
10	Käfig
11	Käfig
12	Markierung
12'	Markierung
13	Spalt
a	Drehachse

Patentansprüche

1. Verfahren zur Einstellung der axialen Vorspannung in einer Lageranordnung (**1**), wobei die Lageranordnung (**1**) zwei axial gegeneinander anstellbare Wälzlager (**2, 3**) umfasst, wobei jedes Wälzlager

(**2, 3**) mindestens einen Lageraußenring (**4, 5**) und mindestens einen Lagerinnenring (**6, 7**) aufweist, zwischen denen mindestens eine Reihe Wälzkörper (**8, 9**) angeordnet ist, wobei die Wälzkörper (**8, 9**) vorzugsweise von einem Käfig (**10, 11**) gehalten werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verfahren die Schritte umfasst:

a) Antreiben der Lageranordnung (**1**) durch Drehen des Lageraußenrings (**4, 5**) oder Lagerinnenrings (**6, 7**) bei festgehaltenem Lagerinnenring (**6, 7**) oder Lageraußenring (**4, 5**) in einem Zustand, in dem keine oder nur eine geringe axiale Vorspannung in der Lageranordnung (**1**) herrscht und Messung der Drehgeschwindigkeit des Umlaufs der Wälzkörper (**8, 9**) oder der Drehgeschwindigkeit des Käfigs (**10, 11**) um den stationären Lagerring;

b) Erhöhen der axialen Vorspannung in der Lageranordnung (**1**) bei weiterer Messung der Drehgeschwindigkeit des Umlaufs der Wälzkörper (**8, 9**) oder der Drehgeschwindigkeit des Käfigs (**10, 11**) um den stationären Lagerring;

c) Beenden der Erhöhung der axialen Vorspannung in der Lageranordnung (**1**), sobald sich eine definierte Veränderung der Drehgeschwindigkeit des Umlaufs der Wälzkörper (**8, 9**) oder der Drehgeschwindigkeit des Käfigs (**10, 11**) um den stationären Lagerring ergibt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messung der Veränderung der Drehgeschwindigkeit des Umlaufs der Wälzkörper (**8, 9**) oder der Drehgeschwindigkeit des Käfigs (**10, 11**) um den stationären Lagerring mittels eines Stroboskops erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor Schritt a) gemäß Anspruch 1 mindestens eine Markierung (**12**) auf mindestens einem Wälzkörper (**8, 9**) und/oder auf dem Käfig (**10, 11**) aufgebracht wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Markierung (**12**) als Punkt auf einem Wälzkörper (**8, 9**) und/oder auf dem Käfig (**10, 11**) ausgebildet ist.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Punkt aus reflektierender Farbe besteht.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Markierung (**12**) an einer Stirnseite des Wälzkörpers (**8, 9**) oder des Käfigs (**10, 11**) angebracht wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Beenden der Erhöhung der axialen Vorspannung gemäß Schritt c) von Anspruch 1 erfolgt, sobald die stroboskopier-

te Markierung (12) eine vorgegebene Umlaufdrehgeschwindigkeit aufweist.

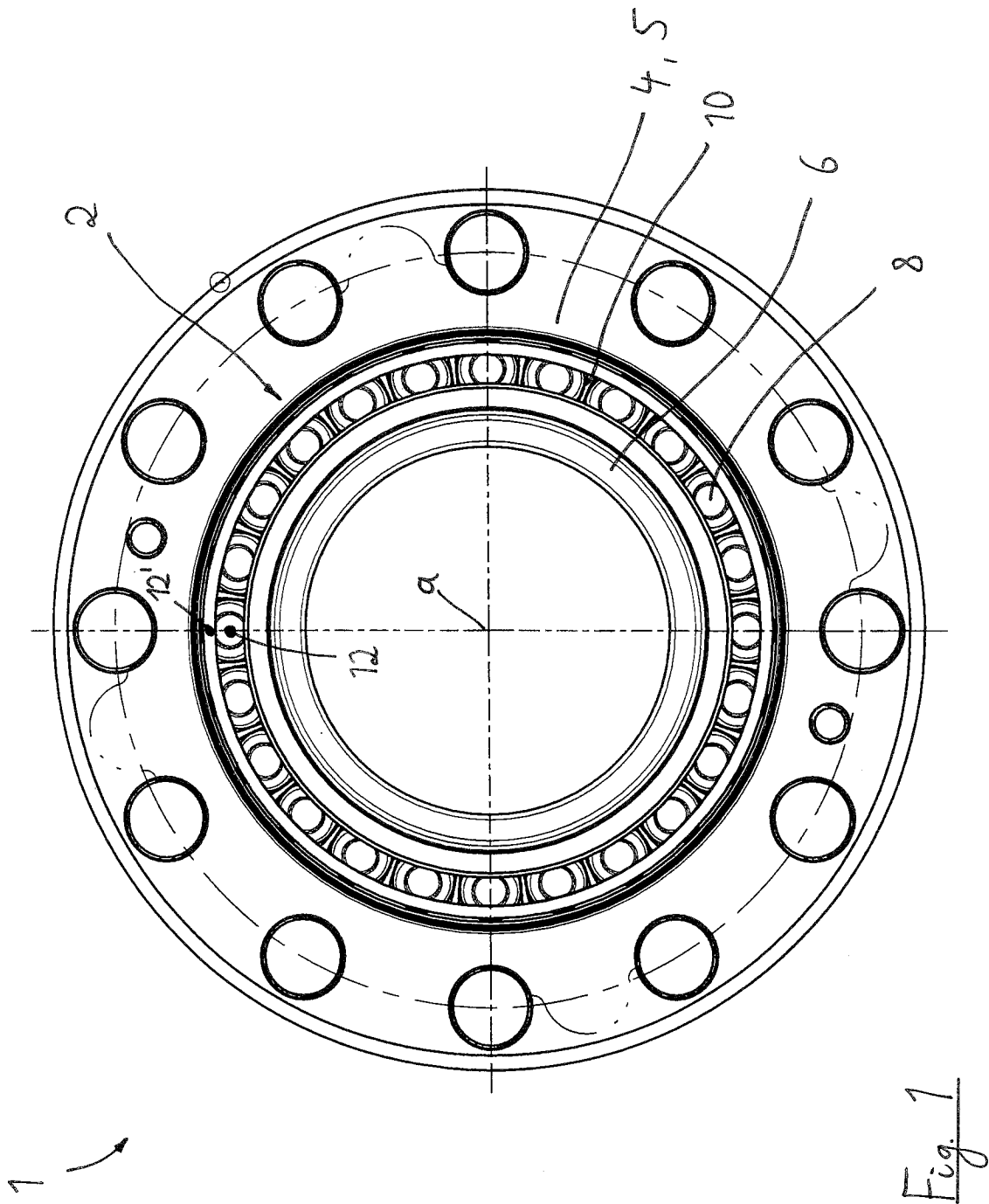
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei Schritt a) gemäß Anspruch 1 der Lagerinnenring oder die Lagerinnenringe (6, 7) stationär gehalten werden und der Lageraußenring oder die Lageraußenringe (4, 5) angetrieben werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Wälzlager (2, 3) Kegelrollenlager sind.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Wälzlager (2, 3) Schrägkugellager sind.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



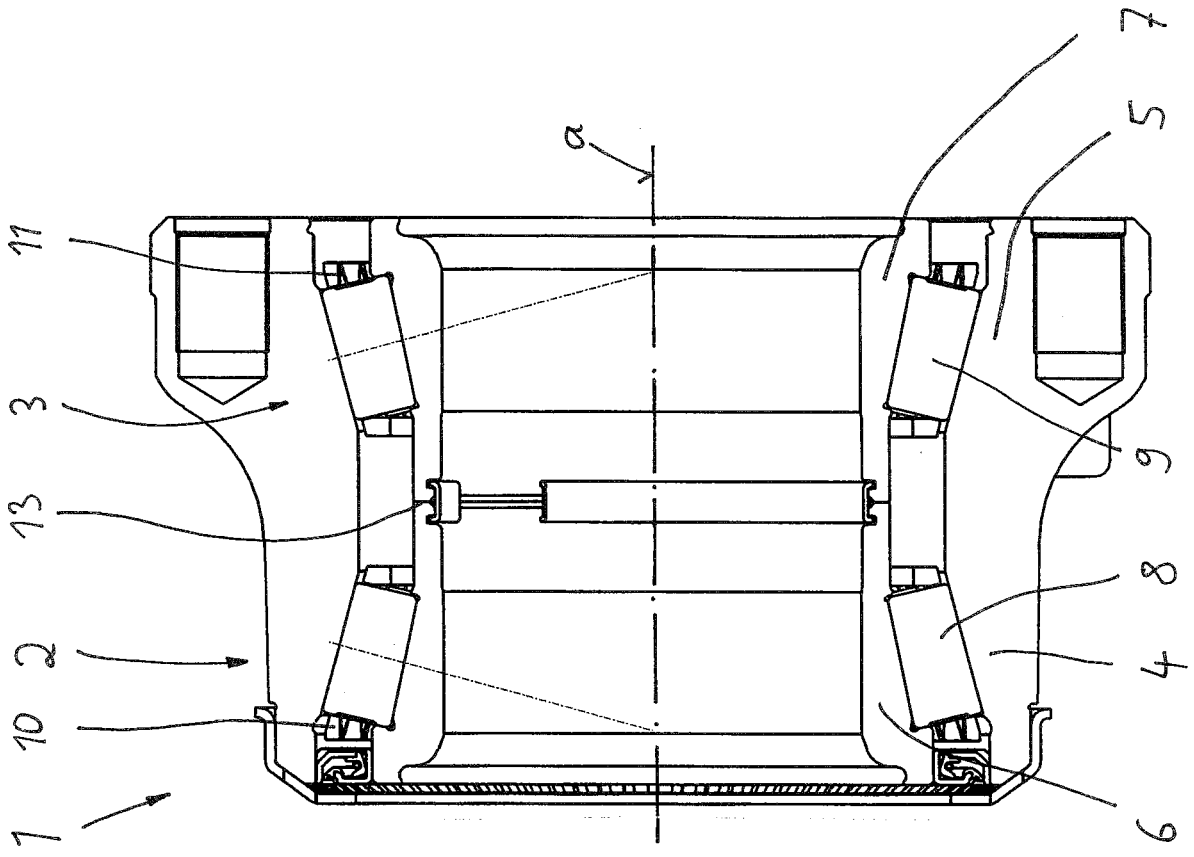


Fig. 2