



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2008 038 978 A1 2009.04.30

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2008 038 978.1

(22) Anmeldetag: 13.08.2008

(43) Offenlegungstag: 30.04.2009

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: F16C 32/04 (2006.01)

(66) Innere Priorität:

10 2007 038 489.2 14.08.2007

(71) Anmelder:

Rothe Erde GmbH, 44137 Dortmund, DE;  
ThyssenKrupp Transrapid GmbH, 34127 Kassel,  
DE

(74) Vertreter:

Dahlkamp, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 45128 Essen

(72) Erfinder:

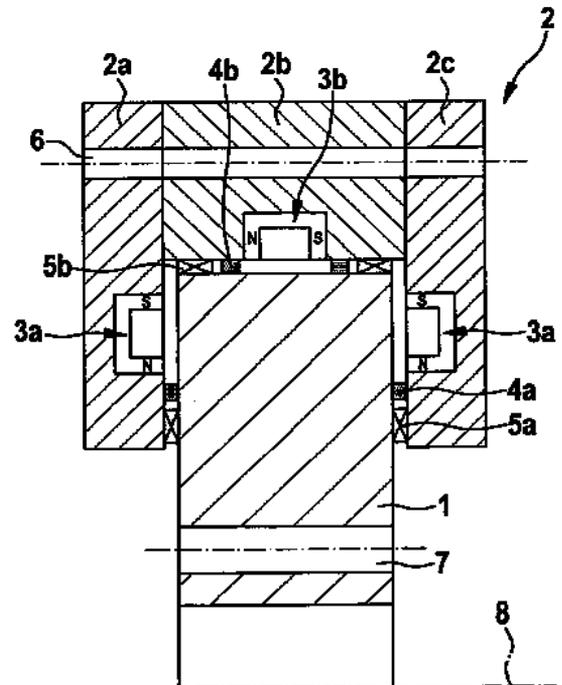
Löser, Friedrich, Dr., 85521 Riemerling, DE; Zheng,  
Qinghua, Dr., 82024 Taufkirchen, DE; Bauer,  
Markus, Dr., 85354 Freising, DE; Breucker,  
Uwe-Otto, Dr., 59590 Geseke, DE; Claus,  
Wolfgang, 59510 Lippetal, DE; Rollmann, Jörg, Dr.,  
59558 Lippstadt, DE

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Verfahren und Lager zur Lagerung von drehbaren Geräten, insbesondere eines medizinischen Scanners

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Lagerung von drehbaren Geräten, insbesondere eines medizinischen Scanners mit einem Innenring und einem Außenring. Dabei ist vorgesehen, dass Innenring und Außenring durch das magnetische Feld von Elektromagneten in axialer und/oder radialer Richtung berührungslos geführt werden und der Abstand zwischen ihnen mit Hilfe von Abstandssensoren kontrolliert und gesteuert wird. Bei einem Lager zur Durchführung dieses Verfahrens ist vorgesehen, dass der Außenring mehrteilig ausgeführt ist und im zusammengebauten Zustand einen u-förmigen nach innen offenen Querschnitt besitzt, in den der Innenring (1, 10, 11) hineinragt und dass in den axial und radial gegenüberliegenden Bereichen von Innenring oder Außenring jeweils Elektromagnete und Abstandssensoren angeordnet sind.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Lagerung von drehbaren Geräten, insbesondere eines medizinischen Scanners mit mindestens einem Innenring und mindestens einem Außenring und auf ein Lager insbesondere zur Durchführung des Verfahrens.

**[0002]** Insbesondere bei medizinischen Scannern ist die Geräuschemission ein wichtiges Designkriterium. Wesentliche Geräuschquelle beim Betrieb eines Scanners ist das Wälzlager, welches durch einen permanenten Umlauf (Wälzkontakt) der Wälzkörper kontinuierlich Körperschall erzeugt und auf die Anschlusskonstruktionen überträgt, die diesen als Luftschall (Geräusch) emittieren.

**[0003]** Zur Verringerung der Geräuschemissionen sind Wälzlager bekannt, bei denen z. B. die Laufdrähte in eine nicht metallische, vulkanisierte Zwischenschicht eingebettet sind (vgl. DE 10 2005 000 754 B3) oder bei denen die Laufringe in Futterringen aus Elastomer angeordnet sind (vgl. DE 103 31 150 B4) oder bei denen ohne wesentliche Erhöhung der Baugröße Dämpfungsmaterial mindestens zwischen einem Laufdraht und einem Lagerring in einem vergrößerten Laufdrahtbett des Lagerringes angeordnet ist (vgl. EP 71 026 A1).

**[0004]** Bei den vorgenannten Lagern wird der Körperschall aus dem Wälzkontakt durch zusätzliche Fugen und Kunststoffelemente gedämpft. Bei hohen Umfangsgeschwindigkeiten sind die zuvor beschriebenen Maßnahmen jedoch häufig nicht ausreichend, um den Geräuschpegel des Lagers auf einem ausreichend niedrigen Niveau zu halten.

**[0005]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zur Lagerung und ein Lager für derartige Geräte vorzuschlagen, bei dem die Geräuschemission weiter reduziert werden kann.

**[0006]** Die Lösung dieser Aufgabe ist in den Ansprüchen 1 und 5 enthalten. Die Unteransprüche 2–4 und 6–17 enthalten ergänzende Verfahrensvorschläge und Ausführungsformen.

**[0007]** Zur Vermeidung der Körperschallanregung durch den Wälzkontakt wird ein Großwälzlager vorgeschlagen, bei dem der stehende Ring vom drehenden Ring durch das magnetische Feld von mehreren Elektromagneten getrennt wird, so dass im Betrieb kein metallischer Kontakt zwischen beiden Lagerringen vorliegt. Die Elektromagnete sind hierbei sowohl in axialer als auch radialer Richtung der Lagerachse angeordnet, um die abzustützenden Lagerkräfte und Momente aufzunehmen. Die Verteilung der Elektromagnete über den Lagerumfang kann gleichförmig oder der Belastung entsprechend angepasst sein.

Das Lager enthält weiterhin optische oder induktive Abstandssensoren, die den Spaltabstand zwischen Außen- und Innenring vorzugsweise optisch, induktiv oder in sonstiger Weise messen und/oder kontrollieren. Eine rechnergesteuerte Regelung der Magnete erfolgt so, dass der Spaltabstand konstant gehalten wird. Bei einem erfindungsgemäßen Lager ist weiterhin ein Fanglager vorgesehen, das den rotierenden Ring trägt für den Fall, dass die Stromversorgung der Elektromagnete ausfällt. Dieses Fanglager kann als Gleit- oder Wälzlager ausgebildet sein.

**[0008]** Durch eine entsprechende Anordnung und Ansteuerung der Elektromagnete kann ein Drehmoment auf das Lager aufgebracht werden, welches den jeweiligen Rotor antreibt. Die Elektromagnete können auch dazu genutzt werden, die Steifigkeit des Lagers zu variieren und Schwingungen zu vermeiden. Durch eine Erhöhung des Stromes und damit der Kraft in den Elektromagneten kann die Steifigkeit gezielt erhöht werden. Hierdurch kann insbesondere dann die Eigenfrequenz des Lagers verändert und können somit Resonanzfrequenzen vermieden werden. Es hat sich darüber hinaus herausgestellt, dass durch die redundante Anordnung von Abstandssensoren und Elektromagneten die Ausfallwahrscheinlichkeit des Magnetlagers soweit reduziert werden kann, dass unter Umständen sogar auf die Fanglager verzichtet werden kann.

**[0009]** Schließlich können erfindungsgemäß auch die Elektromagnete und die Abstandssensoren insbesondere bei der ersten Inbetriebnahme dazu genutzt werden, das Lager auszuwuchten. Für das Auswuchten wird üblicher Weise ein- oder mehrfach eine Unwucht mit bekannter Masse, bekanntem Achsabstand und bekannter Umfangsposition am Rotor angebracht. In oder mit einer zusätzlichen Wuchteinrichtung wird anschließend die Reaktion, z. B. die Belastung oder Verschiebung des Rotors, gemessen. Nach an sich bekannten Verfahren kann aus diesen Ergebnissen der Ort und die Zusatzmasse bestimmt werden, die an dem Rotor befestigt werden muss, um den Rotor ohne Unwucht zu betreiben. Bei dem erfindungsgemäßen Lager kann nun mit Hilfe der Elektromagnete eine umlaufende Kraft entsprechend der bekannten Masse mit bekanntem Achsabstand und Ort auf den Rotor aufgebracht werden. Die Reaktion des Rotors bei konstanter Drehzahl kann danach durch die Abstandssensoren gemessen werden. Diese Messergebnisse werden dann im Betrieb mit bestimmter umlaufender Kraft zur Auswahl der Zusatzmasse und deren Anbringungsort verwendet.

**[0010]** Für den besonderen Fall, dass während des laufenden Betriebes sich eine Unwucht einstellt, kann diese auch während des laufenden Betriebes initiiert durch die Messung mit Hilfe der Steuerung mit umlaufender Magnetkraft kompensiert werden.

[0011] Die Erfindung wird anhand der beigefügten **Fig. 1–Fig. 5** beispielsweise näher erläutert, wobei jeweils Innenring **1**, **10**, **11** und Außenring **2**, **12**, **20** ausschnittsweise im Querschnitt dargestellt sind.

[0012] Es zeigen im Einzelnen:

[0013] **Fig. 1** Die Anordnung mit den im Außenring **2** angeordneten Elektromagneten **3a**, **3b**.

[0014] **Fig. 2** Die Anordnung mit im Innenring **11** angeordneten Elektromagneten **13a**, **13b**.

[0015] **Fig. 3** Eine Anordnung entsprechend **Fig. 1** mit einem mehrteiligen Innenring **10**.

[0016] **Fig. 4** Eine Anordnung entsprechend **Fig. 2** mit einem mehrteiligen Außenring **20**.

[0017] **Fig. 5** Einen Schnitt nach Linie I-I von **Fig. 2**.

[0018] Nach **Fig. 1** ist der Außenring **2** als Stator ausgebildet, wobei in den einzelnen Außenringen **2a** und **2c** die Elektromagnete **3a** und im Außenring **2b** die Elektromagnete **3b** angeordnet sind, die den beiden Axialflächen und der Radialfläche des als Rotor dienenden Innenringes **1** gegenüberliegen. Mit Hilfe dieser Elektromagnete **3a**, **3b** werden Innenring **1** und Außenring **2** während der Rotation um die gemeinsame Drehachse **8** in einem gleichmäßigem Abstand zueinander gehalten, so dass im Betrieb kein metallischer Kontakt zwischen beiden Lagerringen vorliegt. Zur Kontrolle und Steuerung des Spaltabstandes sind in der Nähe der Elektromagnete **3a**, **3b** jeweils Abstandssensoren **4a**, **4b** vorgesehen. Die Fanglager **5a–5e** sind entweder am Außenring **2**, **12**, **20** oder am Innenring **1**, **10**, **11** befestigt und besitzen im normalen Betrieb einen geringen Abstand gegenüber der gegenüberliegenden Fläche. Bei Ausfall der Stromversorgung für die Elektromagnete **3a**, **3b** können diese Fanglager **5a–5e** den jeweils rotierenden Ring tragen. Die Bohrungen **6** und **7** dienen zur Befestigung des jeweiligen Ringes an den nicht dargestellten Anschlusskonstruktionen.

[0019] Bei **Fig. 2** ist der Innenring **11** als Stator ausgebildet, an dem die Elektromagnete **13a**, **13b** angeordnet sind. Der Außenring **12** umschließt mit den einzelnen Ringen **12a**, **12b** u-förmig das äußere Ende des Innenringes **11**, wobei in gleicher Weise die Fanglager **5a**, **5c** und die Abstandssensoren **4a**, **4b** im Spalt zwischen den beiden Ringen **11** und **12** angeordnet sind.

[0020] In **Fig. 3** ist der Innenring **10** mehrteilig ausgebildet, wobei zwischen den beiden magnetischen Innenringen **10a**, **10c** ein amagnetischer Innenring **10b** angeordnet ist. Am äußeren Umfang kann dieser Innenring **10b** als Gleitelement gegenüber dem Fanglager **5e** fungieren, wobei als Gleitlagerwerkstoff

Kunststoff oder Bronze verwendet wird.

[0021] Bei der **Fig. 4** ist der Außenring **20** mehrteilig ausgebildet, wobei zwischen den magnetischen Außenringen **20a** und **20c** der amagnetische Außenring **20b** sich befindet. Die amagnetischen Ringe **10b**, **20b** dienen zur magnetischen Isolierung zwischen den benachbarten Ringen **10a**, **10c** bzw. **20a**, **20c**. Auch der amagnetischen Außenring **20b** kann als Gleitelement gegenüber dem Fanglager **5d** genutzt werden.

[0022] In **Fig. 5** ist in vergrößerter Darstellung die Anordnung eines Kugellagers mit Kugeln **9** zu sehen, wobei die Kugeln umlaufend in einem Käfig **21** geführt werden. Mit Hilfe der Feder **22** ist ein vorgespannter Käfig **21** vorhanden. Das hat den Vorteil, dass sichergestellt ist, dass das als Wälzlager ausgebildete Fanglager **5c** nur dann bewegt wird, wenn das Fanglager **5c** tatsächlich belastet wird. Für diesen Fall der Verwendung eines Kugellagers bei der Ausführung nach **Fig. 2** kann dort auf das Fanglager **5a** verzichtet werden. Von Bedeutung ist hierbei auch, dass zwischen dem Außenring **12b** und den Kugeln **9** ein Abstand **23** im normalen Betriebszustand des Lagers eingehalten wird. Falls es zu einem Kontakt in diesem Bereich kommt, verhindert das Kugellager eine übermäßige Reibung.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Innenring (als Rotor)
<b>2, 2a, 2b, 2c</b>	Außenring (als Stator)
<b>3a, 3b</b>	Elektromagnet (an <b>2a</b> , <b>2b</b> )
<b>4a, 4b</b>	Abstandssensor
<b>5a, 5b, 5c, 5d, 5e</b>	Fanglager
<b>6</b>	Bohrung (für Befestigung von <b>2</b> an Anschlusskonstruktion)
<b>7</b>	Bohrung (für Befestigung von <b>1</b> an Anschlusskonstruktion)
<b>8</b>	Drehachse (von <b>1</b> , <b>2</b> etc.)
<b>9</b>	Kugel (von <b>5c</b> )
<b>10</b>	Innenring (mehrtteilig, als Rotor)
<b>10a, 10c</b>	Innenring (magnetisch)
<b>10b</b>	Innenring (amagnetisch)
<b>11</b>	Innenring (als Stator)
<b>12, 12a, 12b</b>	Außenring (als Rotor)
<b>13a, 13b</b>	Elektromagnet (an <b>11</b> )
<b>20</b>	Außenring (mehrtteilig, als Rotor)
<b>20a, 20c</b>	Außenring (magnetisch)
<b>20b</b>	Außenring (amagnetisch)
<b>21</b>	Käfig (für <b>9</b> )
<b>22</b>	Feder
<b>23</b>	Abstand (zwischen <b>12b</b> und <b>9</b> )

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 102005000754 B3 **[0003]**
- DE 10331150 B4 **[0003]**
- EP 71026 A1 **[0003]**

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Lagerung von drehbaren Geräten, insbesondere eines medizinischen Scanners mit einem Innenring (1, 10, 11) und einem Außenring (2, 12, 20), **dadurch gekennzeichnet**, dass Innenring (1, 10, 11) und Außenring (2, 12, 20) durch das magnetische Feld von Elektromagneten (3a, 3b) in axialer und/oder radialer Richtung berührungslos geführt werden und der Abstand zwischen ihnen mit Hilfe von Abstandssensoren (4a, 4b) kontrolliert und gesteuert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ansteuerung der Elektromagnete (3a, 3b) dazu benutzt wird, das Lager anzutreiben.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Ansteuerung der Elektromagnete (3a, 3b) dazu benutzt wird, die Steifigkeit des Lagers zu variieren, und Schwingungen zu unterdrücken.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstandssensoren (4a, 4b) und die Elektromagnete (3a, 3b) dazu benutzt werden, das Lager auszuwuchten.

5. Lager für drehbare Geräte, insbesondere für einen medizinischen Scanner und zur Durchführung des Verfahrens nach den vorhergehenden Ansprüchen mit einem Innenring (1, 10, 11) und einem Außenring (2, 12, 20), dadurch gekennzeichnet, dass der Außenring (2, 12, 20) mehrteilig ausgeführt ist und im zusammengebauten Zustand einen u-förmigen nach innen offenen Querschnitt besitzt, in den der Innenring (1, 10, 11) hinein ragt und dass in den axial und radial gegenüberliegenden Bereichen von Innenring (1, 10, 11) oder Außenring (2, 12, 20) jeweils Elektromagnete (3a, 3b) und Abstandssensoren (4a, 4b) angeordnet sind.

6. Lager nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektromagnete (3a, 3b) in zum gegenüberliegenden Ring offenen Aussparungen entweder im Außenring (2) oder im Innenring (11) angeordnet sind.

7. Lager nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass neben oder im Bereich der Elektromagnete (3a, 3b) jeweils ein oder mehrere Abstandssensoren (4a, 4b) angeordnet sind, die optisch, induktiv oder in ähnlicher Weise arbeiten.

8. Lager nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass neben oder im Bereich der Elektromagnete (3a, 3b) jeweils ein oder mehrere Fanglager (5a, 5b, 5c, 5d, 5e) angeordnet sind, die den rotierenden Ring bei Ausfall der Stromversorgung für die Elektromagnete (3a, 3b) tragen.

9. Lager nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Fanglager (5d, 5e) als Gleitlager oder Wälzlager ausgebildet ist.

10. Lager nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Fanglager (5c) als Wälzlager mit Kugeln (9) oder Rollen ausgebildet ist, die in einem mit mindestens einer Feder (22) vorgespannten Käfig (21) gehalten werden.

11. Lager nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstandssensoren (4a, 4b) und die Elektromagnete (3a, 3b) redundant im Lager angeordnet sind.

12. Lager nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstandssensoren (4a, 4b) und die Elektromagnete (3a, 3b) und die Steuerung mit einer unterbrechungsfreien Stromversorgung verbunden sind.

13. Lager nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Außenring (2, 12, 20) auf seinem Außendurchmesser mit Eingriffsmöglichkeiten für einen Zahn- oder Keilriemen versehen ist.

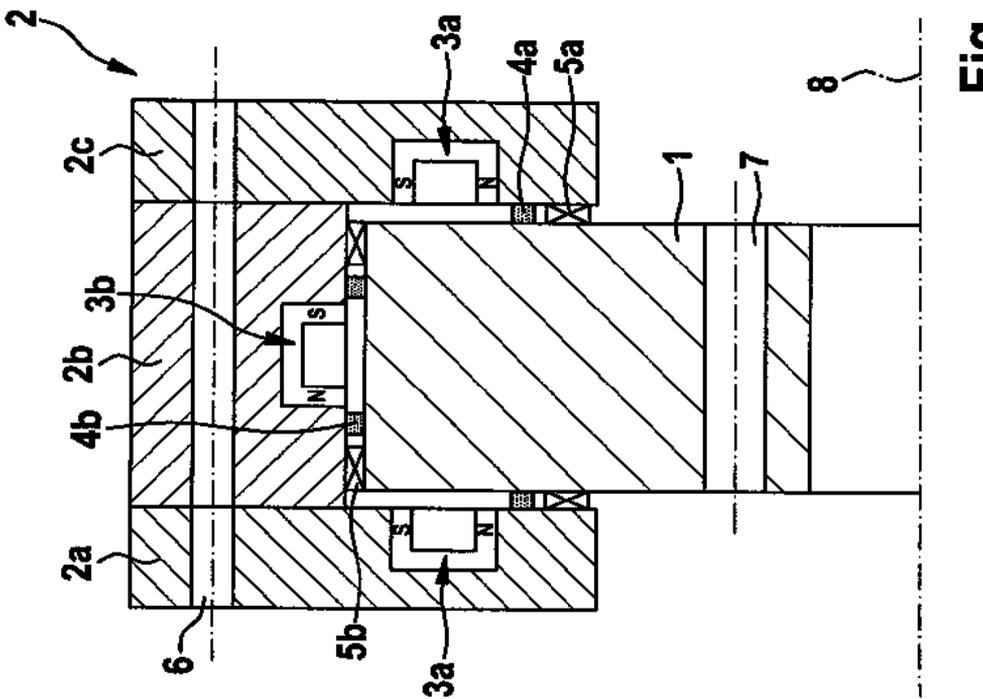
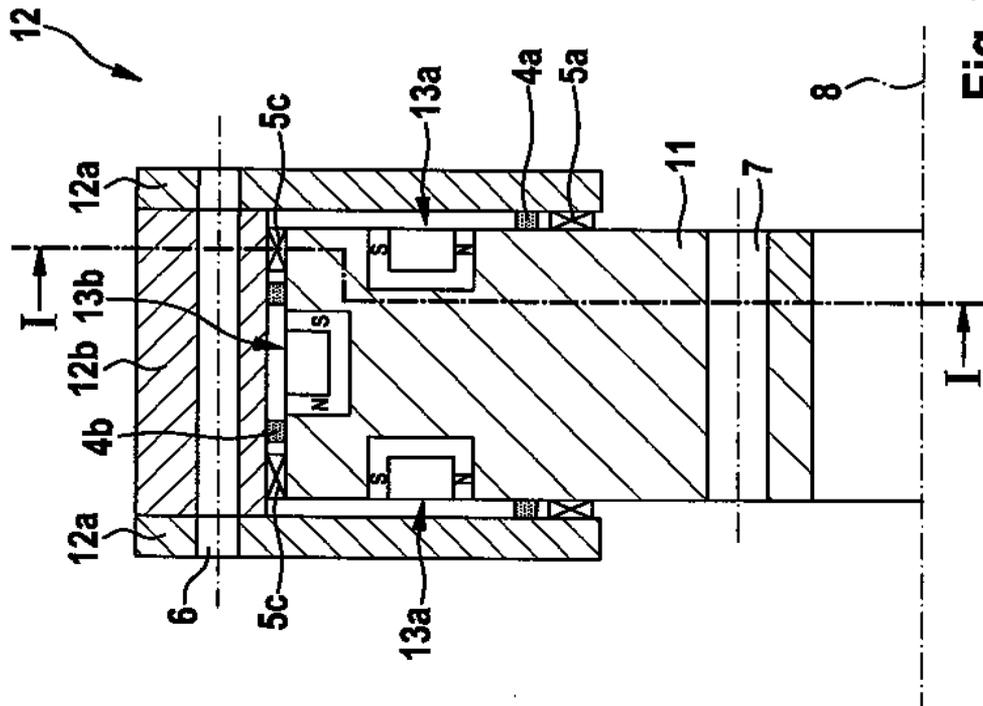
14. Lager nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenringe (10) oder Außenringe (20), die keinen Elektromagneten (3a, 3b) tragen, aus mehreren magnetischen Ringen (10a, 10c, 20a, 20c) bestehen, die durch amagnetische Ringe (10b, 20b) voneinander getrennt sind.

15. Lager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die amagnetischen Ringe (10b, 20b) als Gleitelemente des Fanglagers (5d, 5e) fungieren.

16. Lager nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die amagnetischen Ringe (10b, 20b) aus Kunststoff oder Bronze bestehen.

17. Lager nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstandssensoren (4a, 4b) und die Elektromagnete (3a, 3b) geschützt eingebaut sind und so geformt sind, dass auch ein Einsatz des Lagers in flüssigen Medien, insbesondere Wasser möglich ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen



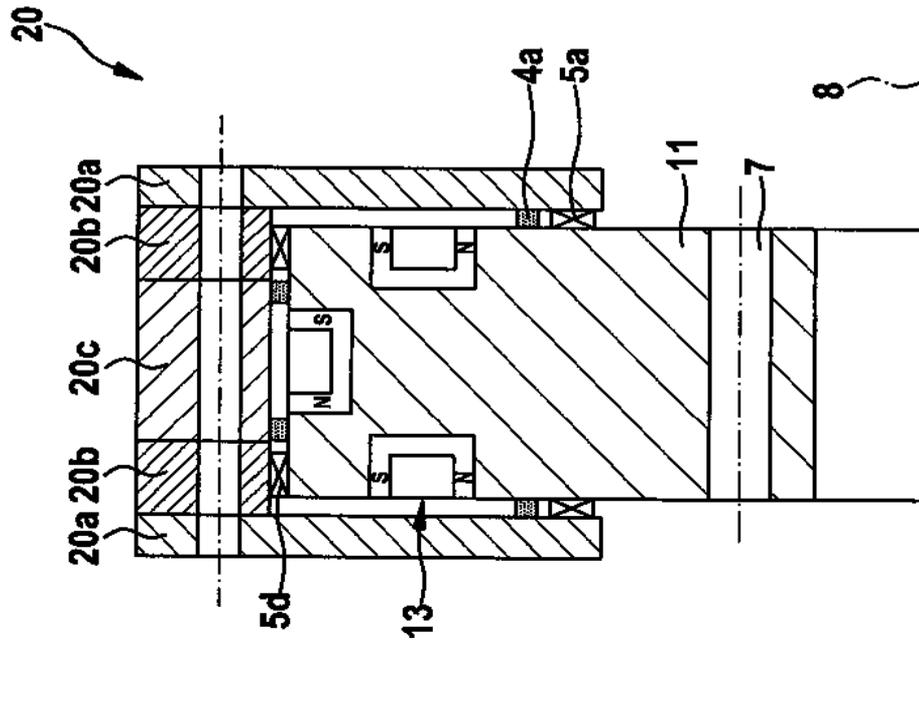


Fig. 3

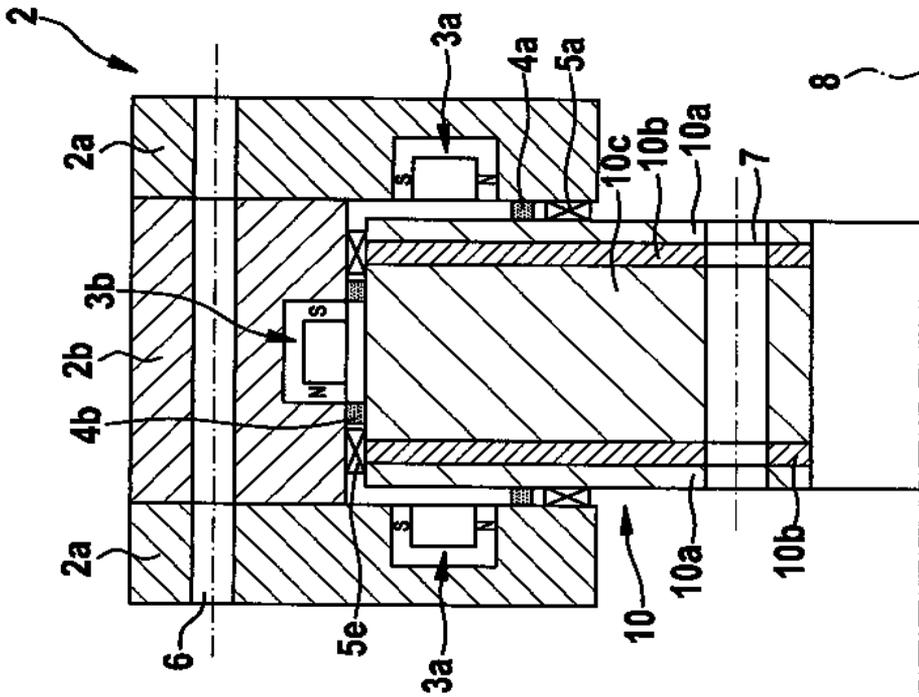
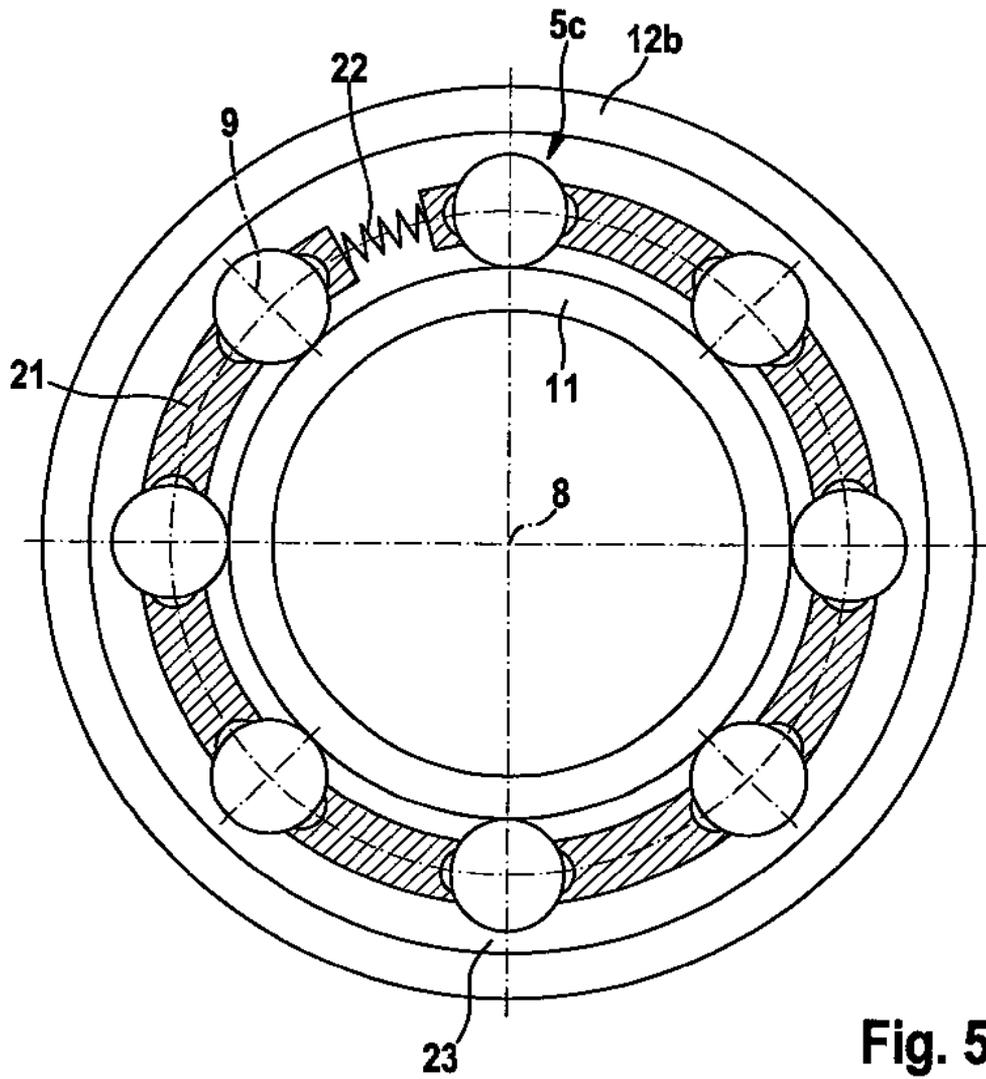


Fig. 4



**Fig. 5**