

51

Int. Cl. 2:

F 16 C 32-04

19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



DT 24 21 853 A1

11

Offenlegungsschrift 24 21 853

21

Aktenzeichen: P 24 21 853.9

22

Anmeldetag: 6. 5. 74

43

Offenlegungstag: 20. 11. 75

30

Unionspriorität:

32 33 31

54

Bezeichnung: Lager für schnelldrehende Wellen

71

Anmelder: Smit, Michael, 7750 Konstanz

72

Erfinder: gleich Anmelder

DT 24 21 853 A1

2421853

GÜNTER L. GEISS
PATENTINGENIEUR

7760 RADOLFZELL / BODENSEE
MARKTPLATZ 9 - FERNRUF 07732-3782

MEIN ZEICHEN: S 442 - 74

RADOLFZELL / AM 30.4.1974

Michael S m i t,

7750 Konstanz/Bodensee, Blarerstraße 32

Lager für schnelldrehende Wellen

509847/0094

- 2 -



Die Erfindung betrifft ein Lager für schnelldrehende Wellen, welches aus mindestens einem starr mit der ortsfesten Lageröffnung verbundenen Außenring und mindestens einem starr mit der Welle verbundenen Innenring besteht, der den Lichtraum des Außenrings nicht völlig ausfüllt und ihn während seiner Solldrehzahl körperlich nicht berührt.

Solche Lager sind in Form von Druckluftlagern bekannt und werden insbesondere bei zahnärztlichen Turbinenbohrern verwendet. Bei ihnen wird in den Ringspalt zwischen Innen- und Außenring Druckluft eingeleitet, die bei Erreichen der Arbeitsdrehzahl den Innenring und mit ihm die Welle in einer berührungsfrei schwebenden Position hält.

Luftlager dieser Art weisen eine Reihe schwerwiegender Nachteile auf, die sowohl die Lagerung selbst wie auch die Nutzung so gelagerter Wellen negativ beeinflussen. So baut sich das Luftpolster zwischen beiden Ringen im funktionsnotwendigen Überdruck erst relativ lange nach Drehbeginn auf, während welcher Zeitspanne keine Nutzung der Welle möglich ist. Ebenso lange benötigt die so gelagerte Welle zum Auslaufen. Bei zahnärztlicher Nutzung bedeutet dies, daß bei einem zu frühen Beginn der Bohrtätigkeit der Bohrer in der Welle wedelt und schlägt, was zu Verletzungen des Patienten führen kann. Daneben treten erfahrungsgemäß immer wieder Verletzungen auf, wenn der Bohrvorgang beendet ist, der Bohrer sich aber während des

Herausziehens aus der Mundhöhle noch mit relativ hohen Touren dreht, weil die Welle nach dem Abschalten noch viele Sekunden nachläuft.

Außerdem ist von besonderem Nachteil, daß die Welle mit eingesetztem Bohrer und aufgezogener Innenring auch ohne Belastung während der An- und Auslaufzeit schlägt und wedelt, was einen deformierenden Verschleiß des Lagers und damit dessen erhebliche Verkürzung seiner Lebensdauer verursacht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Lager der vorbeschriebenen Art so auszubilden, daß eine körperliche Berührung der beiden Ringe nicht nur bei hohen Drehzahlen, sondern auch während des An- und Auslaufens einschl. Stillstand ausgeschaltet ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß beide Ringe eines Lagersystems aus Ringmagneten bestehen und so ineinandergesteckt sind, daß die über den zwischen ihnen offenbleibenden Ringspalt einander gegenüberliegenden Partien der Außenfläche des Innenrings und der Innenfläche des Außenrings gleichnamig gepolt sind. Die beiden Ringe können sowohl radial wie auch axial gepolt magnetisiert sein. Im letzteren Fall ist zweckmäßigerweise mindestens einer der Ringe mit Anschlägen versehen, die eine wesentliche axiale Verschiebung der beiden Ringe zueinander verhindern. Solche Anschläge können aus magne-

tischen Halteringen bestehen, die zu den Stirnseiten des zu haltenden Ringes gleichnamig gepolt sind. Sie können auch beispielsweise aus den Ringspalt überdeckenden, auf der Welle fest angebrachten Abdeckringen bestehen, deren axialer Abstand geringfügig größer als die axiale Außenringlänge ist, während der Außenring radiale Bohrungen zur Einleitung von Druckluft aufweist. Wenn bei der letztgenannten Ausbildung ein Wellenantrieb mittels Druckluft vorgesehen ist, dann kann einer der Abdeckringe als Turbine ausgebildet sein.

Bei längeren Wellen kann die Anordnung von mehreren Lagersystemen der vorgeschilderten Art von Vorteil sein. Besonders zweckmäßig ist eine Ausbildung, bei der auf einer Welle zwei Innenringe fest angebracht sind und in einer gemeinsamen Lagerschale zwei Außenringe fest so angeordnet sind, daß sie bei Sollstellung der Welle den Innenringen gegenüber um je das gleiche Maß gegensinnig ausmittig versetzt sind.

Damit bei der genauen Einpassung der beiden Ringe eine Bearbeitung des spröden Magnetmaterials vermieden werden kann, ist es vorteilhaft, wenn mindestens einer der Ringe mit einem fest aufgetragenen Überzug aus nicht magnetisierbarem, aber fein bearbeitbarem Material mindestens teilweise abgedeckt ist.

Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben.

Es zeigen die

Fig. 1 und 2 ein erstes Ausführungsbeispiel einfachster Art
im Schnitt in zwei Stellungen,

Fig. 3 ein erweitertes Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1,

Fig. 4 ein Beispiel für eine mehrfache Lagerung, bei der auf
einer Welle zwei Lagersysteme gemäß Fig. 1 angeordnet
sind und

Fig. 5 ein Ausführungsbeispiel, bei dem die erfindungsgemäße
Lagerung als Einsatz für einen Turbinenbohrer bekannter
Art ausgebildet ist.

In den Fig. 1 bis 4 sind einfache Ausführungsbeispiele schematisch dargestellt, bei denen auf die Welle 1 der Innenring 2 fest aufgezogen oder in anderer bekannter Weise starr mit ihr verbunden ist. Der Außenring 3 ist ebenfalls starr in einer Lagerschale 4 befestigt, die die Lageröffnung des nicht näher dargestellten Werkstücks bildet oder in sie eingespannt ist. Die beiden Ringe 2,3 sind erfindungsgemäß als starke Magnete z.B. hochwertige Permanentmagnete, ausgebildet und so bemessen, daß die Lichtweite des Außenrings 3 um ein bestimmtes, vom Magnetfeld abhängiges Maß größer als der Außendurchmesser des Innenrings 2 ist. Es verbleibt so zwischen beiden Ringen 2,3 ein offener Ringspalt 5, dessen lichte Weite auf den jeweiligen Anwendungszweck bemessen wird.

Liegen sich nun über diesen Ringspalt 5 Partien der Außenfläche

des Innenrings 2 und der Innenfläche des Außenrings 3 gegenüber, die gleichnamig gepolt sind, dann stoßen sich diese Flächen radial voneinander ab und bewirken so einen Schwebestand des Innenrings 2 samt seiner Welle 1 im Lichtraum des Außenrings 3.

Dies kann einmal dadurch erzielt werden, daß die Magnetisierung radial und bei beiden Ringen in zueinander umgekehrter Richtung erfolgt, so daß der gleichnamige Pol am einen Ring außen und am anderen Ring innen liegt. In diesen Fällen wird die erfindungsgemäße Polung schon bei der Herstellung der Magnetringe 2,3 eingestellt und diese Ringe können in beliebiger Richtung miteinander kombiniert werden. Solche Ausbildungen sind für viele Zwecke bereits gut brauchbar.

Eine noch stärkere Abstoßkraft wird erfahrungsgemäß jedoch erzielt, wenn die Magnetisierung in Achsrichtung der Ringe 2,3 vorgenommen wird, so daß die vorerwähnten Innen- und Außenflächen vom einen Pol zum andern übergehen und die magnetische Nullfläche in der Mittelebene der Ringe 2,3 liegt. In der Zeichnung ist auf diese Ausbildung bezuggenommen, wobei die jeweiligen Nullflächen schematisch als gestrichelte Linien markiert sind.

Bei dieser Ausbildung kann der Innenring 2 nur in einer Richtung mit dem Außenring 3 kombiniert den erfindungsgemäßen

Zweck erreichen. Beim Ineinanderstecken der Ringe 2,3 in der Sollstellung zueinander entsteht dabei der Effekt, daß die Abstoßkraft am größten ist, wenn beide Nullflächen in einer Ebene liegen. Jede kleinste Verschiebung des Innenrings 2 z.B. nach links (Fig.1) oder nach rechts (Fig. 2) bewirkt schon eine Anziehung ungleichnamiger Pole N und S, die erfahrungsgemäß so stark wird, daß der Innenring 2 in Pfeilrichtung mit beachtlicher Kraft aus dem Außenring 3 herausgeschleudert wird. Werden die Ringe 2,3 in ihrer Sollstellung jedoch festgehalten, dann sind die radialen Abstoßkräfte so stark, daß sie auch erheblichen Belastungen entgegenwirken.

Die Fixierung der Ringe 2,3 in Sollstellung kann neben den bekannten mechanischen Hilfsmitteln und Anschlägen auch mit magnetischer Kraft erfolgen, indem stirnseitig zu den Ringen 2,3 zusätzliche, ebenfalls magnetisierte Halteringe 6 angeordnet werden, die zum einen Ring (z.B. gemäß Fig. 3 zum Innenring 2 auf der Welle 1) starr verankert sind und über gleichnamige Pole auf die Stirnseiten des anderen Rings (im Beispiel des Außenrings 3) abstoßend wirken. Da bei gleicher körperlicher und magnetischer Bemessung der Halteringe 6 die axialen Abstoßkräfte in beiden Richtungen gleich sind und sich mit wachsender Annäherung in einer der beiden Richtungen stark vergrößern, ist hierdurch eine berührungsfrei schwebende Fixierung der Ringe 2,3 in ihrer Sollstellung gewährleistet. Die Halteringe 6 können mit gleicher Wirkung axial oder radial magnetisiert sein

In Fig. 4 ist schematisch veranschaulicht, wie die Erfindung auch eine mehrfache Lagerung einer Welle 1 nach dem gleichen Prinzip erlaubt. Hierbei ist zudem die Möglichkeit der Fixierung der Ringe 2 und 3 in Sollstellung ohne zusätzliche Anschläge gegeben, indem beide Ringpaare in zueinander gegensinniger Richtung geringfügig ausmittig angeordnet sind. So können gemäß Fig. 4 die Innenringe 2 einen größeren Abstand zueinander haben als die Außenringe oder umgekehrt. Es entsteht dadurch in jedem Ringpaar 2,3 eine axiale Schubkraft (vgl. Pfeile in Fig. 4) und diese Schubkräfte heben sich gegenseitig durch die starre Verbindung über die Welle 1 oder die Lager- schale 4 auf und halten sich in ihrer Position. Der radiale Druckverlust ist bei solchen geringfügigen Axialverschiebungen aus den Nullebenen nur gering und kaum spürbar. Gegen einen stärkeren Druck oder Stoß in Achsrichtung kann diese Mehrfach- lagerung natürlich durch entsprechende mechanische Anschläge gesichert werden, deren Darstellung hier jedoch nicht näher angegeben wird, da solche Ausbildungen vielfach bekannt sind. Sie müssen im gegebenen Fall nur verhindern, daß eine axiale Verschiebung über beide Nullebenen hinaus eintreten kann.

Eine andere Möglichkeit, die Ringe 2,3 in geringen Toleranzen ihrer Sollstellung zu halten, besteht in der Anordnung von Luftpolstern, wie sie insbesondere bei zahnärztlichen Turbinen- bohren bekannterweise erzeugt werden können. Gerade für dieses Anwendungsgebiet ist die Erfindung besonders geeignet und sie

läßt sich ohne weiteres bezüglich Form und Größe der Welle 1a, der Lagerschale 4a, Bohrer, Schaufelrad etc. so ausbilden, daß sie im einfachen Austausch ohne sonstigen Umbau der vorhandenen Bohrgeräte in diese eingesetzt werden können. Eine hierzu geeignete Ausbildung ist beispielsweise in Fig. 5 dargestellt.

Die Welle 1a trägt über nicht näher dargestellte Spannfutter den Bohrer 7 und am oberen Ende das Schaufelrad 8 der Turbine und die Lagerschale 4a ist mit mehreren radialen Bohrungen 9 zur Einleitung der Nebenluft versehen. Diese Bohrungen 9 sind erfindungsgemäß durch den Außenring 3 hindurch verlängert, so daß die Nebenluft in den Ringspalt 5 einströmt. Am unteren Ende der Welle 1a samt aufgespanntem Innenring 2 ist ein den Ringspalt 5 übergreifender Abdeckring 10 fest angebracht, so daß die Nebenluft ein unten von diesem Abdeckring 10 und oben von der Unterfläche des Schaufelrads 8 begrenztes Luftpolster erzeugt. Natürlich muß dabei die Achslänge des Außenringes 3 geringfügig kürzer als der Abstand zwischen Schaufelrad 8 und Abdeckring 10 bemessen sein, so daß ihr berührungsfreier Schwebezustand gewährleistet ist, während sie sich bei Stillstand z.B. gemäß Fig. 5 am Abdeckring 10 abstützt.

Natürlich kann anstelle des Schaufelrads 8 (das beispielsweise auch in Lagermitte angeordnet sein kann) auch ein Abdeckring 10 am oberen Ende der Welle 1a angeordnet werden, wenn dies für die sonstige Lagerkonstruktion zweckmäßig ist.

Zweckmäßig ist es - auch bei den vorgeschilderten Beispielen -, wenn mindestens einer der Ringe 2,3 mindestens zum Ringspalt 5 hin einen fest angebrachten Überzug 11 aus nichtmagnetisierbarem Material erhält, welches sich leichter als das erfahrungsgemäß sehr spröde und schlecht bearbeitbare Material der Magnetringe 2,3 bearbeiten, also z.B. auf genaue Fassung drehen oder schleifen läßt. Dieser Überzug 11 kann aus Edelstahl, Messing oder dgl. bestehen und in bekannter Weise z.B. durch aufpressen mit dem Innenring 2, ggfs. auch mit dem Außenring 3 verbunden werden und wird dann auf genaue Fassung bearbeitet. Es ist im übrigen ein Vorteil der Erfindung, daß hier die Fassung größere Toleranzen zuläßt als die sonst üblichen Luftlager, wodurch ein beachtlicher Arbeitsaufwand eingespart ist.

In einer anderen, in der Zeichnung nicht dargestellten Form kann der Überzug auch aus einem Vollringkörper bestehen, in welchen ringsum kreisförmig eine Vielzahl von Magnetstäben so eingebettet sind, daß alle ihre Enden gleichnamig gepolt sind, wobei alle Enden der Magnetstäbe gegenüber dem den Überzug 11 bildenden Vollringkörper etwas zurückgesetzt sind. Diese Magnetstäbe in ihrer Gesamtheit entsprechen funktionell dem Innen- oder Außenring 2,3. Eine solche Variante kann Vorteile haben, da Magnetstäbe leichter und billiger herzustellen sind als die vorbeschriebenen Magnetringe, so daß diese Variante sowohl für Kleinlager gemäß Fig. 5, besonders aber auch für Lager mit größeren Abmessungen geeignet sein können.

Die Vorteile der Erfindung liegen darin, daß sie auch bei stärkeren Lagern einen berührungsfreien Schwebezustand ermöglichen, der die Lagerreibung auf Null herabsetzt. Eine solche reibungsfreie Lagerung war bei stärkeren Lagern, bei welchen eine Luftlagerung nicht möglich war, bisher nicht erreichbar. Aber auch bei kleinen Lagern, die in bekannter Weise über Luftlagerung betrieben werden konnten, wie es insbesondere bei zahnärztlichen Turbinenbohrern der Fall ist, hat die Erfindung wesentliche Vorteile: einmal ist die An- und Auslaufzeit wesentlich kürzer und die sonst dabei auftretenden Pfeifgeräusche werden weitgehend unterbunden, wie die erfindungsgemäße Lagerung überhaupt sehr geräuscharm ist.

Bei der zahnärztlichen Benutzung macht sich besonders auch der Vorteil bemerkbar, daß ein beim Bohren auftretender ausmittiger Schrägdruck das Lager nicht zum Vibrieren, Wedeln und Schlagen bringt, da die magnetischen Abstoßkräfte ansteigen, wenn der Abstand zwischen den gleichnamig gepolten Flächen geringer wird. Es entsteht dann - im Gegensatz zu den bekannten Luftlagern, bei welchen hier sehr unangenehme Vibrationen und ein vorzeitiges Ausschlagen der Lager bewirkt wird - eine zusätzliche und sich verstärkende Radialkraft, die den Bohrer in seine koaxiale Sollstellung drückt. Neben der dadurch bewirkten höheren Lebensdauer bieten auch die geringeren Ansprüche an die Präzision der Lagerteile wirtschaftliche Vorteile.

Patentansprüche:

=====

509847/0094

12

2421853

Michael S m i t, 7750 Konstanz/Bodensee

=====

P a t e n t a n s p r ü c h e :

=====

1./ Lager für schnelldrehende Wellen, welches aus mindestens einem starr mit der ortsfesten Lageröffnung verbundenen Außenring und mindestens einem starr mit der Welle verbundenen Innenring besteht, der den Lichtraum des Außenrings nicht völlig ausfüllt und ihn während seiner Solldrehzahl körperlich nicht berührt, dadurch gekennzeichnet, daß beide Ringe (2,3) mindestens teilweise aus Magneten bestehen und so ineinandergesteckt sind, daß die über den zwischen ihnen offenbleibenden Ringspalt (5) einander gegehüberliegenden Partien der Außenfläche des Innenrings (2) und der Innenfläche des Außenrings (3) gleichnamig gepolt sind.

2./ Lager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß beide Ringe (2,3) in radialer Richtung gepolt magnetisiert sind.

3./ Lager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß beide Ringe (2,3) in axialer Richtung gepolt magnetisiert sind.

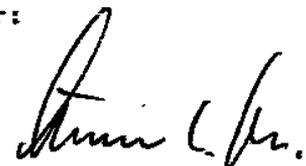
4./ Lager nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß auf einer

Welle (1) mindestens zwei Innenringe (2) fest angebracht sind und in einer gemeinsamen Lagerschale (4) zwei Außenringe (3) fest so angeordnet sind, daß sie bei Sollstellung der Welle (1) den Innenringen (2) gegenüber um je das gleiche Maß gegensinnig ausmittig versetzt sind.

- 5./ Lager nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einer der Ringe (2,3) mit Anschlägen fest verbunden ist, die eine wesentliche Verschiebung der beiden Ringe (2,3) zueinander verhindern.
- 6./ Lager nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschläge aus magnetischen Halteringen (6) bestehen, die zu den Stirnseiten des zu haltenden Ringes (2 oder 3) gleichnamig gepolt sind.
- 7./ Lager nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschläge aus den Ringspalt (5) überdeckenden, auf der Welle (1) fest angebrachten Abdeckringen (8,10) bestehen, deren axialer Abstand geringfügig größer als die axiale Länge des Außenrings (3) ist, welcher mit radialen Bohrungen (9) zur Einleitung von Druckluft versehen ist.
- 8./ Lager nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einer der Abdeckringe (8,10) als Schaufelrad (8) für einen Turbinenantrieb der Welle (1a) ausgebildet ist.

- 9./ Lager nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einer der Ringe (2,3) mit einem fest aufgebrachtten Überzug (11) aus nicht magnetisierbarem, aber fein bearbeitbarem Material mindestens teilweise abgedeckt ist.
- 10./ Lager nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einer der Ringe (2,3) aus einer Vielzahl von parallel zu seiner Achse und im Querschnitt kreisförmig angeordneten Magnetstäben zusammengesetzt ist, die in den Überzug (11) eingebettet sind.
- 11./ Lager nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß alle Magnetstäbe eines Ringes (2,3) an beiden Enden kürzer als die axiale Länge des einen Vollringkörper bildenden Überzugs (11) bemessen sind.

Der Vertreter:



GÜNTER L. GEISS
PATENTINGENIEUR
7760 RADOLFZELL
MARKTPLATZ 9

Fig. 1

-15-

Fig. 2

2421853

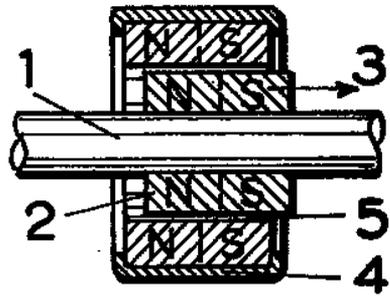
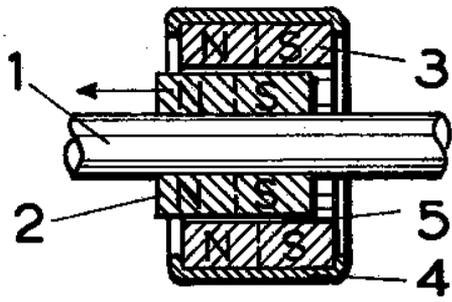


Fig. 3

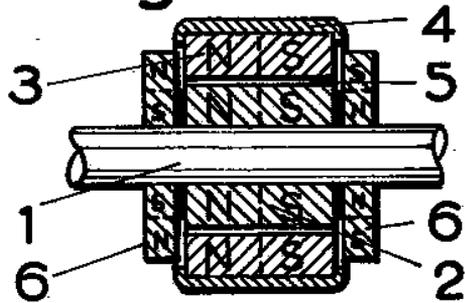


Fig. 4

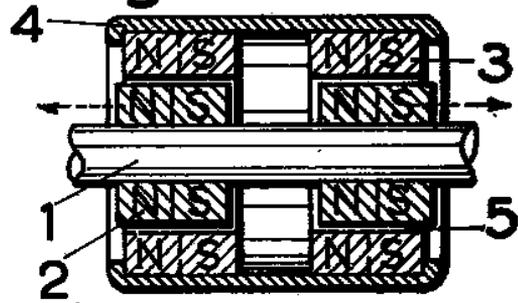


Fig. 5

