



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 56 086 A1** 2004.06.17

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **102 56 086.2**
 (22) Anmeldetag: **29.11.2002**
 (43) Offenlegungstag: **17.06.2004**

(51) Int Cl.7: **F16C 19/08**
F04D 19/04, F16C 21/00, F16C 33/66

(71) Anmelder:
Leybold Vakuum GmbH, 50968 Köln, DE

(74) Vertreter:
Leineweber, J., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 50859 Köln

(72) Erfinder:
Engländer, Heinrich, 52441 Linnich, DE; Völker, Karl-Heinz, 52445 Titz, DE; Schulz, Wolfgang, Beeton, Ontario, CA

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

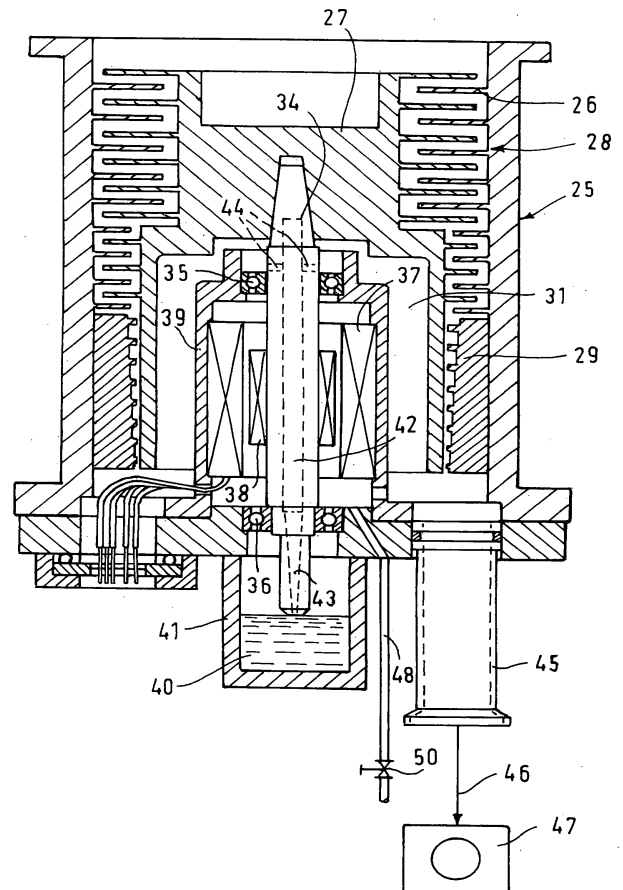
DE 199 14 282 A1
DE 198 46 188 A1
DE 41 39 426 A1
DE 27 07 352 A1
DE 25 59 030 A1
DE 89 05 549 U1
DE 19 07 632 U
FR 14 64 889
US 49 38 610
US 43 87 937
US 23 52 911
EP 09 40 592 A1
EP 03 04 397 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Kugellager und mit einem Lager dieser Art ausgerüstete Vakuumpumpe**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Kugellager (1) mit Innenring und Außenring; um beim Versagen der Lagerung Schäden an den rotierenden Bauteilen zu vermeiden, wird vorgeschlagen, dass das Lager zur Drehachse (6) konzentrische Flächen (14, 15) aufweist, von denen eine Bestandteil des rotierenden Lagerringes ist und die andere Bestandteil des ortsfesten Lagerringes ist, dass die Flächen (14, 15) im Normalbetrieb mit relativ engem Spalt (24) einander gegenüberliegen und dass die Flächen (14, 15) im Versagensfall die Funktion von Notlaufflächen haben.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Kugellager mit Innenring und Außenring. Außerdem bezieht sich die Erfindung auf eine Vakuumpumpe, vorzugsweise Turbomolekularvakuumpumpe, mit einem Kugellager dieser Art.

[0002] Kugellager der genannten Art dienen der Halterung und Führung drehbarer Maschinenbauteile, in der Regel Wellen. Der Außenring – bei inversen Lagern auch der Innenring – stützt sich auf ein ortsfestes Bauteil (Lagerscheibe, Gehäuse oder dgl.) ab. In aller Regel handelt es sich bei Lagern dieser Art um öl- oder fettgeschmierte Lager. Die Anwendung der Erfindung bei fettfreien Lagern ist ebenfalls möglich. Die Erfindung ist ebenso unabhängig davon, ob die Lager mit oder ohne Käfig ausgeführt sind.

[0003] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Kugellager der eingangs genannten Art so auszubilden, dass für den Fall des Versagens der Lagerung und Führung des rotierenden Bauteils Schäden an bzw. in der Maschine vermieden werden.

[0004] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale und Maßnahmen der Patentansprüche gelöst.

[0005] Dadurch, dass der Spalt zwischen den einander gegenüberliegenden Flächen relativ klein ist, übernehmen sie bei unkontrollierten Bewegungen der rotierenden Einheit die Funktion von Notlaufflächen. Die rotierende Einheit wird in einem einmaligen Notlauf bis zum Stillstand geführt, ohne dass es zu einem Rotor-Crash kommt. Die bei einem Notlauf erzeugte Reibung ist so hoch, dass die installierte Antriebsleistung nicht mehr ausreicht. Der Wandler des Antriebs schaltet auf Störung, so dass der Stillstand schnell erreicht wird.

[0006] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sollen anhand von in den **Fig. 1 bis 5** dargestellten Ausführungsbeispielen erläutert werden. Es zeigen

[0007] **Fig. 1 bis 4** Kugellager mit unterschiedlich gestalteten Notlaufflächen und

[0008] **Fig. 5** eine Reibungsvakuumpumpe mit Notlaufagern der erfindungsgemäßen Art.

[0009] Die in den **Fig. 1 bis 4** dargestellten Lager **1** weisen jeweils einen Lagerinnenring **2**, einen Lageraußenring **3**, Kugeln **4** und einen Käfig **5** auf. Die Achse des Lagers **1** ist jeweils mit **6** bezeichnet. In axialer Richtung (in den **Fig. 1 bis 4** jeweils oben) ist der Innenraum **7** des Kugellagers **1** von einem Lagerdeckel **8** weitgehend abgeschlossen, und zwar mit einem Sprengring **10**, der in einer Innennut **11** im Lageraußenring **3** eingespannt ist.

[0010] Üblicherweise sind auf beiden Seiten der Kugeln **4** Lagerdeckel dieser Art vorgesehen.

[0011] Um die erfindungsgemäßen Notlaufflächen **14, 15** zu bilden, sind ein oder beide Lagerringe **2, 3** mit ringförmigen Vorsprüngen ausgerüstet, die – wenn sie auf der dem Lagerdeckel **8** gegenüberliegenden Seite – angeordnet sind, gleichzeitig die Funktion eines zweiten Lagerdeckels **8** haben. Bei

der Lösung nach **Fig. 1** besitzt der Lageraußenring **3** auf seiner dem Lagerdeckel **8** gegenüberliegenden Seite einen sich in Richtung Innenring **2** erstreckenden Vorsprung **16**. Seine Innenfläche bildet eine in Bezug auf die Achse **6** zylindrische Notlauffläche **14**. Der dieser Fläche **14** gegenüberliegende Teil der Außenfläche des Innenringes **2** ist die zweite Notlauffläche **15**.

[0012] Bei der Lösung nach **Fig. 2** ist der Innenring **2** mit einem sich radial nach außen erstreckende erstreckenden Vorsprung **17** ausgerüstet. Seine Außenfläche und ein Teil der Innenfläche des Außenringes **3** bilden ebenfalls zylindrische Notlaufflächen **14, 15**.

[0013] Bei den Lösungen nach **Fig. 3** und **4** sind Lagerinnenring **2** und Lageraußenring **3** mit den Vorsprüngen **18, 19** bzw. **21, 22** ausgerüstet. Die einander gegenüberliegenden Notlaufflächen **14, 15** sind im Querschnitt stufenförmig (**Fig. 3**) bzw. bilden mit der Achse **6** den Winkel α . Dadurch werden Notlaufflächen geschaffen, die nicht nur bei einem Versagen der radialen, sondern auch der axialen Führung des rotierenden Systems durch die Lager wirksam werden.

[0014] Die Größe des Spaltes **24** zwischen den Notlaufflächen **14, 15** sollte möglichst klein sein. Er darf jedoch die zulässigen Lagertoleranzen nicht unterschreiten. Die Tatsache, dass die Lagertoleranzen in radialer und in axialer Richtung häufig unterschiedlich sind, muss bei der Wahl der Spaltgröße berücksichtigt werden.

[0015] **Fig. 5** zeigt als Beispiel für eine Reibungsvakuumpumpe eine Turbomolekularpumpe **25**, deren Stator mit **26** und deren Rotor mit **27** bezeichnet ist. Sie ist als Compoundpumpe ausgebildet und besitzt eine mit Flügeln bestückte Turbomolekularpumpstufe **28** und eine mit einem Gewinde ausgerüstete Molekularpumpstufe **29**. Der Rotor **27** ist teilweise glockenförmig ausgebildet. Innerhalb bzw. etwas unterhalb des von der Glocke umfaßten Raumes **31** ist der Rotor über die Welle **34** in den Lagern **35** und **36** drehbar gelagert. Außerdem ist innerhalb des Raumes **31** der Antriebs-Elektromotor untergebracht, dessen Statorpaket mit **37** und dessen Rotorpaket mit **38** bezeichnet ist. Die Lager **35, 36** und der Rotorstator **37** stützen sich auf einen hülsenförmigen Träger **39** ab.

[0016] Zur Versorgung der Lager **35** und **36** mit einem Schmiermittel ist unterhalb der Turbomolekularpumpe **31** ein mit Öl **40** gefüllter Behälter **41** befestigt. Die Antriebswelle **34**, die mit ihrem unteren Ende in das Öl eintaucht, weist eine innere Koaxialbohrung **42** auf, die infolge des sich nach oben konisch erweiternden unteren Bereiches **43** eine Förderung des Schmieröls nach oben bewirkt. Durch die Querbohrungen **44** gelangt das Öl zunächst zum oberen Lager **35** und fließt dort infolge Schwerkraft durch das untere Lager **36** in den Ölbehälter zurück.

[0017] Über den Vorvakuumstutzen **45** und die Leitung **46** ist die Turbomolekularpumpe **31** mit der Vor-

vakuumpumpeneinrichtung **47** verbunden. Da zwischen dem Motor-/Lagerraum **31** und dem Vorvakuumstutzen **45** eine Verbindung besteht, herrscht auch im Raum **31** der für den Betrieb der Turbomolekularpumpe erforderliche Vorvakuumdruck. Um zu verhindern, dass von der Turbomolekularpumpe geförderte korrosive Gase in den Lagerraum **31** gelangen, ist eine Sperrgaseinrichtung vorgesehen, die zunächst das in den Lagerraum mündende Gaseinlaßrohr **48** umfaßt. Zum dosierten Einlassen des Sperrgases weist es ein Ventil **50** auf. Das in den Motor-/Lagerraum **31** gelangende Sperrgas (z.B. N₂) durchströmt den Motor sowie das obere Lager **35** und gelangt außerhalb des Lagerträgers **39** zum Auslaßstutzen **45**. Das Eindringen von korrosiven Gasen, die von der Turbomolekularpumpe **25** gefördert werden, in den Motor-/Lagerraum **31** wird dadurch verhindert.

[0018] Im Rahmen der Erfindung ist/sind ein oder beide Lager **35, 36** so ausgebildet (im einzelnen nicht dargestellt), wie es in einer der Fig. 1 bis 4 dargestellt ist. Ein Vorteil dieser Maßnahme liegt darin, dass es beim Versagen eines Lagers nicht zu einer Beschädigung der pumpaktiven Flächen (Schaufeln des Rotors/Stators, Gewinde) kommt. Der Spalt **24** zwischen den Notlaufflächen **14, 15** bestimmt bei einem Versagen der Lagerung die maximale Auslenkung des Rotors **27** aus seiner Solllage. Dementsprechend eng können auch die Abstände der pumpaktiven Flächen gewählt werden. Je kleiner diese Abstände sind, desto besser sind die Eigenschaften der Pumpe. Weiterhin hat die Tatsache, dass sich zwischen den Lagerringen **2, 3** zumindest des Lagers **35** ein enger, relativ langer Spalt **24** befindet, den Vorteil einer erheblichen Reduzierung der Rate der das Lager durchströmenden Sperrgase. Schließlich erlauben die Vorsprünge an den Lagerringen **2, 3** größere Auflageflächen, die eine Verbesserung der Wärmeabfuhr aus dem Lager bewirken.

[0019] Der Spalt **24** ist den Lagertoleranzen entsprechend zu wählen. Bei Pumpen der beschriebenen Art ist die Spaltweite zweckmäßig kleiner 0,1, vorzugsweise kleiner 0,05 mm. Die Größe der Notlaufflächen wird bestimmt durch die axiale Ausdehnung des Spaltes. Sie sollte nicht unter 1,5 mm liegen, bei geneigten oder stufenförmig ausgebildeten Notlaufflächen entsprechend größer.

[0020] Von Bedeutung ist, dass die im Fall des Versagens eines Lagers von den Notlaufflächen **14, 15** erzeugte Reibung hoch ist, damit der Antrieb des rotierenden Systems auf Störung schaltet. Das Reibverhalten der Notlaufflächen **14, 15** hängt vom Werkstoff ab (zweckmäßig gehärteter Wälzlagerstahl). Durch eine Beschichtung einer oder beider Notlaufflächen (z. B. mit MoS₂ Teflon) kann nicht nur die Reibung erhöht sondern auch die Fressneigung der gegebenen Materialpaarung reduziert werden.

dadurch gekennzeichnet, dass das Lager zur Drehachse (**6**) konzentrische Flächen (**14, 15**) aufweist, von denen eine Bestandteil des rotierenden Lagerringes und die andere Bestandteil des ortsfesten Lagerringes ist, dass die Flächen (**14, 15**) im Normalbetrieb mit relativ engem Spalt (**24**) einander gegenüberliegen und dass die Flächen (**14, 15**) im Versagensfall die Funktion von Notlaufflächen haben.

2. Lager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich die konzentrischen Flächen (**14, 15**) axial erstrecken.

3. Lager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die konzentrischen Flächen (**14, 15**) im Querschnitt die Form einer Stufe haben.

4. Lager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich die konzentrischen Flächen (**14, 14**) zur Achse (**6**) des Lagers geneigt erstrecken.

5. Lager nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorsprünge (**14, 15**) gleichzeitig die Funktion eines Lagerdeckels haben.

6. Lager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Spalt zwischen den Notlaufflächen < 0,1 mm, vorzugsweise < 0,05 mm ist.

7. Lager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Werkstoff der Oberflächen der Notlaufflächen so gewählt ist, dass der Antrieb des rotierenden Systems die bei einem Notlauf erzeugte Reibung nicht mehr überwinden kann und auf Störung schaltet.

8. Lager nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem Werkstoff für die Notlaufflächen (**14, 15**) um Stahl, vorzugsweise gehärteten Wälzlagerstahl, handelt.

9. Lager nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der beiden Notlaufflächen (**14, 15**) beschichtet ist.

10. Reibungsvakuumpumpe mit einem Stator (**6**) und einem Rotor (**27**), der sich auf Wälzlager (**35, 36**) abstützt, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eines der Wälzlager die Merkmale eines oder mehrerer der vorhergehenden Ansprüche aufweist.

11. Reibungsvakuumpumpe nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass sie mit einer Sperrgaseinrichtung ausgerüstet ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Patentansprüche

1. Kugellager (**1**) mit Innenring und Außenring,

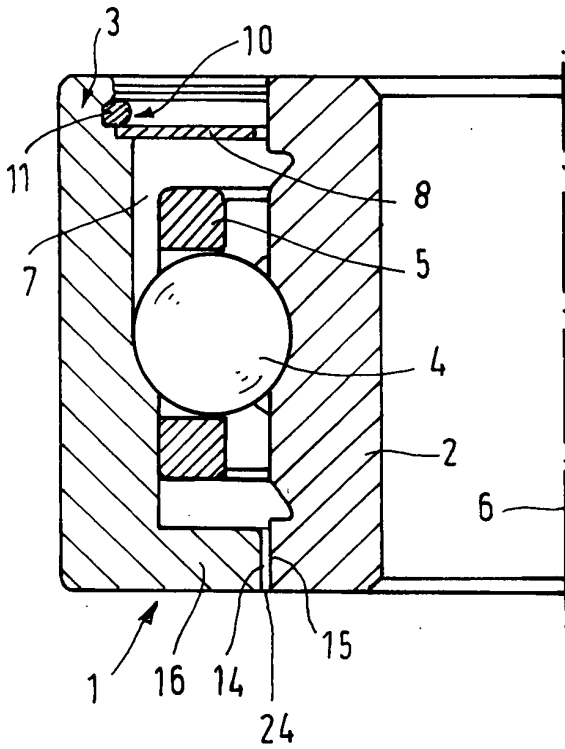


Fig.1

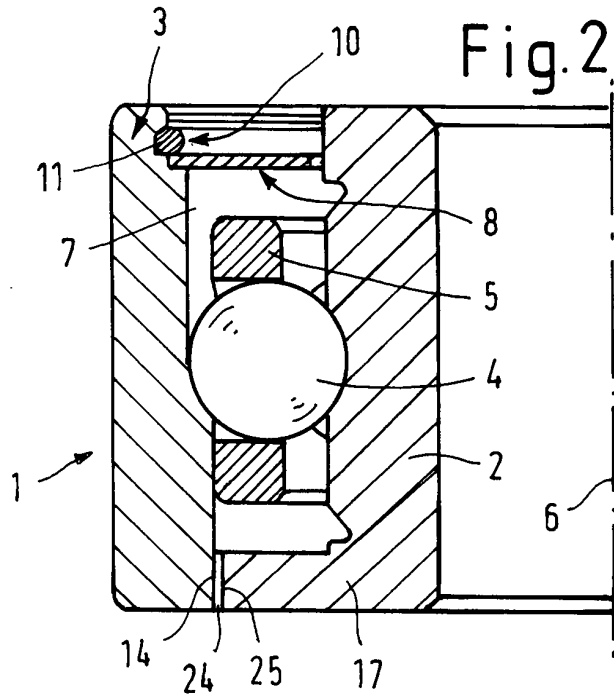


Fig.2

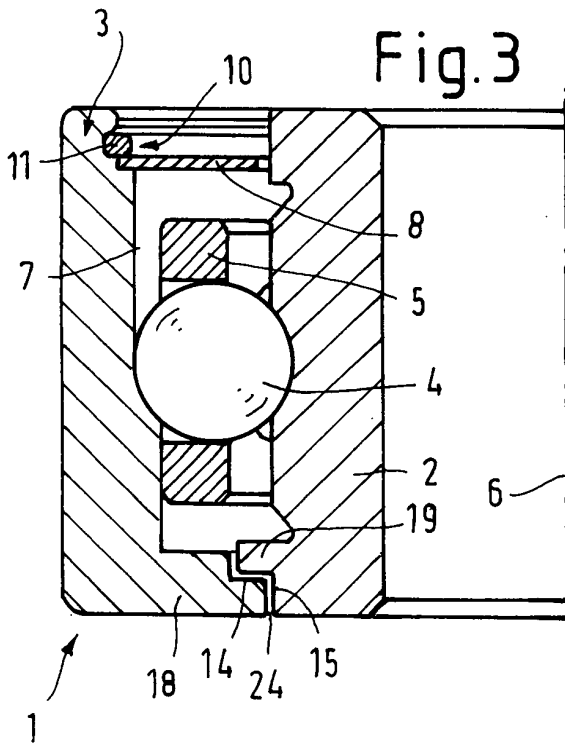


Fig.3

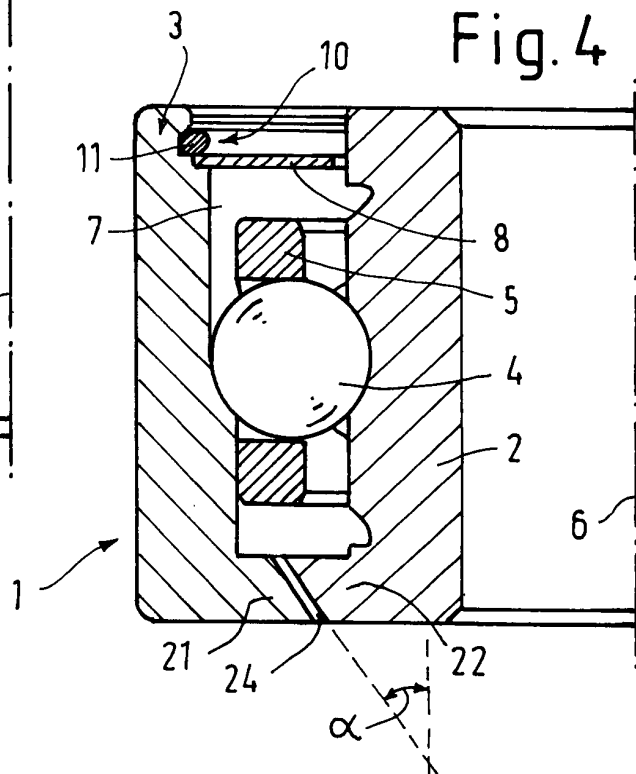


Fig.4

