

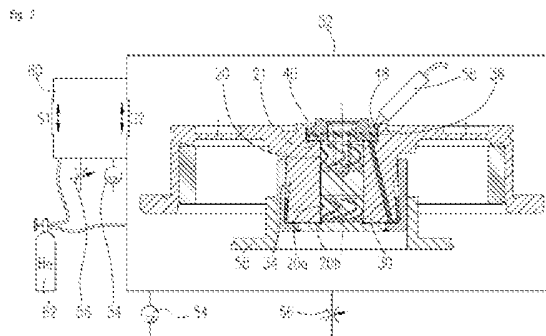
(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21)	Anmeldenummer:	A 50144/2016	(51)	Int. Cl.:	F16C 33/10	(2006.01)
(22)	Anmeldetag:	26.02.2016			F16C 33/74	(2006.01)
(43)	Veröffentlicht am:	15.09.2017			F16N 37/00	(2006.01)

(56) Entgegenhaltungen: US 2007227616 A1 AT 505381 B1 US 2007000132 A1 AT 515840 B1 AT 508513 B1	(71) Patentanmelder: Minebea Co., Ltd. Nagano-ken Kitasaku-gun, Nagano-ken (JP) (72) Erfinder: Efinger Wolfgang 78054 Obereschach (DE) (74) Vertreter: Gibler & Poth Patentanwälte KG Wien (AT)
--	--

(54) **Verfahren zum Befüllen eines fluiddynamischen Lagers mit einem Lagerfluid**

(57) Die Erfindung betrifft Verfahren und eine Vorrichtung zum Befüllen eines fluiddynamischen Lagers mit einem Lagerfluid (48), wobei das Lagerfluid (48) in einen Lagerspalt (40) zwischen einem feststehenden Lagerbauteil (12, 16, 18) und einem rotierenden Lagerbauteil (14) des Lagers eingebracht wird. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass das Verfahren zumindest zeitweise unter einer durch ein Gas mit einer geringeren molaren Masse als von Luft gebildeten Atmosphäre durchgeführt wird. Dadurch wird verhindert, dass Luft zusammen mit dem Lagerfluid (48) in den Lagerspalt (40) gelangt. Als Gas können Helium oder Neon verwendet werden. Nach dem Absenken des Druckes in der Füllkammer (52) auf einen Druck p_0 wird eine vorgegebene Menge an Lagerfluid in eine Öffnung (40) des Lagerspaltes (20) eingebracht. Anschließend wird das Gas mit der geringeren molaren Masse als von Luft in die Füllkammer geleitet und der Druck in der Füllkammer (52) auf den Druck p_1 erhöht. Danach wird die Füllkammer (52) mit Luft belüftet und auf Atmosphärendruck gebracht.



Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft Verfahren und Vorrichtungen zum Befüllen eines

- 5 fluiddynamischen Lagers mit einem Lagerfluid (48), wobei das Lagerfluid in einen Lagerspalt (40) zwischen einem feststehenden Lagerbauteil (12, 16, 18) und einem rotierenden Lagerbauteil (14) eingebracht wird.

Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass das Verfahren zumindest zeitweise unter einer durch ein Gas mit einer geringeren molaren Masse als von Luft

- 10 gebildeten Atmosphäre durchgeführt wird. Dadurch wird verhindert, dass Luft zusammen mit dem Lagerfluid in den Lagerspalt gelangt.

Fig.1

15

Verfahren zum Befüllen eines fluiddynamischen Lagers mit einem Lagerfluid

5 Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Befüllen eines fluiddynamischen Lagers mit einem Lagerfluid. Allgemein können alle Arten von fluiddynamischen Lagersystemen mit dem beschriebenen Verfahren befüllt werden.

10

Stand der Technik

Aus dem Stand der Technik sind Verfahren zum Befüllen eines fluiddynamischen Lagers mit einem Lagerfluid bekannt.

15

Die AT 505 381 A1 offenbart ein Verfahren, bei dem das fluiddynamische Lager in einer Füllkammer angeordnet wird und die Füllkammer auf einen vorgegebenen geringen Druck evakuiert wird. In einem weiteren Schritt wird eine vorgegebene Menge an Lagerfluid in einem mit dem Lagerspalt verbundenen Freiraum

20 (Einfüllreservoir) eingebracht. Danach wird der Druck in der Füllkammer bis auf Umgebungsdruck erhöht, so dass das Lagerfluid durch den außerhalb des Lagers kurzzeitig herrschenden Überdruck in den Lagerspalt gedrückt wird. Dabei ist bekannt, den Schritt des Erhöehens des Druckes bis auf Umgebungsdruck durch Belüftung der Füllkammer, gemäß einer vorgegebenen Druck-Zeit-Funktion
25 durchzuführen, so dass auch bei schnellem Befüllen des Lagers mit Lagerfluid keine Luft zusammen mit dem Lagerfluid in den Lagerspalt gelangt.

Die AT 508 513 A1 beschreibt ein verbessertes Verfahren, bei dem das Belüften der Füllkammer in mehreren Schritten durchgeführt wird, wobei bei der Belüftung der
30 Füllkammer mehrere Druckniveaus durchlaufen werden. Dieses Verfahren soll das Risiko von Lufteinschlüssen im Lagerspalt nochmals verringern.

Es zeigt sich in der Praxis, dass es selbst bei den oben beschriebenen Verfahren zum Befüllen eines Lagers mit Lagerfluid vorkommen kann, dass Luft zusammen mit dem Lagerfluid in den Lagerspalt gelangt, was eine Fehlfunktion der Lager bewirken kann, so dass diese Lager aussortiert werden müssen. Im Lagerspalt befindliche Luft
5 kann sich an bestimmten Stellen des Lagerspalts in Form von größeren Bläschen sammeln und entweicht nur langsam oder gar nicht mehr aus dem Lagerspalt.

Die oben beschriebenen Befüllverfahren werden mit unterschiedlichem Erfolg bei verschiedenen Bauweisen von fluiddynamischen Lagern eingesetzt.

10 Insbesondere bei Lagersystemen, die einen Lagerspalt mit zwei offenen Enden aufweisen, ist die Gefahr von Lufteinschlüssen während des Befüllens mit Lagerfluid relativ groß, so dass man bestrebt ist, die Verfahren für die Befüllung mit Lagerfluid zu verbessern.

15 Offenbarung der Erfindung

Es ist die Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Befüllen eines fluiddynamischen Lagersystems mit Lagerfluid zu verbessern, um Lufteinschlüsse während des Befüllprozesses zu vermeiden.

20

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren gemäß den Merkmalen der unabhängigen Verfahrensansprüche 1 gelöst.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des beanspruchten Verfahrens ist im unabhängigen Vorrichtungsanspruch angegeben.

25

Erfindungsgemäß wird das Verfahren zeitweise unter einer durch ein Gas mit einer geringeren molaren Masse als von Luft gebildeten Atmosphäre durchgeführt, so dass während des Befüllens keine Luft in das Lager gelangen kann. Vorteilhaft wird ein reaktionsträges Gas verwendet, das eine molare Masse von weniger als 21 g/mol, vorzugsweise weniger als 5 g/mol, aufweist. Geeignete Gase sind z.B. Helium (4,003
30 g/mol) und Neon (20,183 g/mol), die zudem unbrennbar und ungiftig sind. Ferner lösen sich diese Gase nur schlecht in Flüssigkeiten. Gewöhnliche Luft hat im Vergleich dazu eine molare Masse von etwas über 28 g/mol.

Gemäß einer ersten bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist ein Verfahren zum Befüllen eines fluiddynamischen Lagers mit einem Lagerfluid beschrieben, das folgende Schritte aufweist:

- 5 In einem ersten Schritt
 - a) wird das fluiddynamische Lager in einer unter Atmosphärendruck p_{Atm} stehenden Füllkammer angeordnet. In einem weiteren Schritt
 - b) wird der Druck in der Füllkammer auf einen vorgegebenen Druck p_0 verringert. In einem weiteren Schritt
 - 10 c) wird bei bestehendem Druck p_0 eine vorgegebene Menge an Lagerfluid in eine Öffnung des Lagerspalts des Lagers eingebracht, in einem weiteren Schritt
 - d) wird in die Füllkammer ein Gas mit einer geringeren molaren Masse als von Luft eingeleitet, so dass sich ein Druck p_1 einstellt bei dem das Lagerfluid in den Lagerspalt gedrückt wird, wobei $p_0 < p_1 \leq p_{\text{Atm}}$,
 - 15 in einem weiteren Schritt
 - e) wird die Füllkammer mit Luft belüftet, so dass sich Atmosphärendruck p_{Atm} einstellt, und in einem weiteren Schritt
 - f) wird das Lager aus der Füllkammer entnommen.
- 20 Diese Verfahrensvariante zeichnet sich dadurch aus, dass die Füllkammer mit Ausnahme der Zeiten, in denen ein sehr geringer Druck p_0 nahe Vakuum herrscht, abwechselnd mit Luft und dem Gas gefüllt ist, wobei das Einlegen und Entnehmen des Lagers vorzugsweise unter Luftatmosphäre erfolgt, so dass keine spezielle Schleuse zum Einschleusen und Ausschleusen des Lagers notwendig ist, während
- 25 das Befüllen des Lagers unter Vakuum bzw. der Gasatmosphäre erfolgt. Im Sinne der Erfindung wird als Vakuum ein Druck von kleiner oder gleich 100 Pascal verstanden.

- Das verwendete Gas wird beim abschließenden Belüften der Füllkammer in die
- 30 Atmosphäre entlassen und geht verloren. Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann das Gas aber auch größtenteils zurückgewonnen werden. Um einen möglichst großen Anteil des verwendeten Gases zurückzugewinnen ist vorgesehen, dass in einem Zwischenschritt d1), der zwischen den Schritten d) und e)

durchgeführt wird, das Gas aus der Füllkammer ausgeleitet oder abgesaugt und die Füllkammer bis auf einen Druck p_x evakuiert wird, wobei $p_0 \leq p_x \leq p_1$. Durch die Absaugung des Gases kann das Gas beim Befüllen des nächsten Lagers wiederverwendet werden. Dadurch werden Kosten eingespart und die Umwelt
5 geschont, da bei jedem Befüllprozess jeweils nur eine geringe Menge des Gases verloren geht.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens umfasst eine Füllkammer, Mittel zum kontrollierten Evakuieren der Füllkammer, Mittel zum kontrollierten Einbringen
10 einer vorgegebenen Menge an Lagerfluid in ein Einfüllreservoir des Lagerspalts des fluiddynamischen Lagers, Mittel zum kontrollierten Einleiten eines Gases mit einer geringeren molaren Masse als von Luft in die Füllkammer und Mittel zum kontrollierten Belüften der Füllkammer. Ferner können Mittel zum Ausleiten oder Absaugen des Gases aus der Füllkammer und zum Zwischenspeichern des Gases
15 vorgesehen sein.

Gemäß einer zweiten bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist ein Verfahren zum Befüllen eines fluiddynamischen Lagers mit einem Lagerfluid beschrieben, das ausschließlich in einem Vakuum und einer durch ein Gas mit einer geringeren
20 molaren Masse als von Luft gebildeten Atmosphäre durchgeführt wird. Als Vakuum wird ein Druck von 100 Pascal oder weniger verstanden. In dieser Ausgestaltung ist die Füllkammer weitgehend frei von Luft.

In einem ersten Schritt
25 a) dieses zweiten Verfahrens wird das fluiddynamische Lager über ein Schleusensystem in eine Füllkammer eingeschleust, die unter der durch das Gas gebildeten Atmosphäre und einem Druck p_x steht, wobei $p_x \leq p_1$. In einem weiteren Schritt
b) wird der Druck in der Füllkammer auf einen vorgegebenen Druck p_0 verringert,
30 indem das Gas beispielsweise abgesaugt wird. In einem weiteren Schritt
c) wird bei bestehendem Druck p_0 eine vorgegebene Menge an Lagerfluid in eine Öffnung des Lagerspalts des Lagers eingebracht. In einem weiteren Schritt

- d) wird das Gas in die Füllkammer eingeleitet, so dass sich der Druck p_1 einstellt bei dem das Lagerfluid in den Lagerspalt gedrückt wird, in einem weiteren Schritt
- e) kann der Druck in der Füllkammer auf einen vorgegebenen Druck p_x verringert werden, indem das Gas beispielsweise abgesaugt wird. In einem weiteren Schritt
- 5 e) wird das Lager aus der Füllkammer über das Schleusensystem ausgeschleust.

- Diese Verfahrensvariante zeichnet sich dadurch aus, dass die Füllkammer fast ausschließlich mit dem Gas gefüllt ist, mit Ausnahme der Zeiten, in denen ein Vakuum herrscht, wobei das Einlegen und Entnehmen des Lagers in eine
- 10 Dosiervorrichtung in der Füllkammer ebenfalls unter der Gasatmosphäre oder unter Vakuum erfolgt. Hierbei ist mindestens ein spezielles Schleusensystem zum Einschleusen und Ausschleusen des Lagers notwendig, so dass bei Einschleusen und Ausschleusen möglichst kein Gas verloren geht bzw. der in der Füllkammer herrschende Druck p_x während des Ein- und Ausschleusens aufrechterhalten
- 15 erhalten werden kann.

Der Druck p_1 kann dem Atmosphärendruck p_{Atm} entsprechen, aber auch größer oder geringer sein. Vorzugsweise gilt $p_0 < p_1 \leq p_{\text{Atm}}$.

- 20 Die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß den oben beschriebenen Ausgestaltungen umfasst zumindest eine Füllkammer, Mittel zum kontrollierten Evakuieren der Füllkammer, Mittel zum kontrollierten Einbringen einer vorgegebenen Menge an Lagerfluid in eine Öffnung des Lagerspalts des fluiddynamischen Lagers, Mittel zum kontrollierten Einbringen eines Gases mit einer geringeren molaren Masse
- 25 als von Luft in die Füllkammer sowie Mittel zum kontrollierten Ausleiten oder Absaugen des Gases aus der Füllkammer.

- In einer speziellen Ausgestaltung der Erfindung kann die Vorrichtung zusätzlich Mittel zum Einschleusen des Lagers in die Füllkammer und zum Ausschleusen des Lagers
- 30 aus der Füllkammer aufweisen.

Hierzu sind vorzugsweise entsprechende Schleusensysteme vorgesehen, in welchen dieselbe Atmosphäre und derselbe Druck hergestellt werden können wie in der Füllkammer.

- 5 Nachfolgend wird die Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele näher beschrieben. Hierbei ergeben sich weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

- 10 Fig. 1 zeigt einen Schnitt durch einen Spindelmotor mit fluiddynamischem Lagersystem.
Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch ein fluiddynamisches Lagersystem eines Spindelmotors, der in einer schematisch dargestellten Füllkammer angeordnet ist.
15 Fig. 3 zeigt ein Ablaufdiagramm einer ersten bevorzugten Verfahrensvariante.
Fig. 4 zeigt ein Ablaufdiagramm einer zweiten bevorzugten Verfahrensvariante.

Beschreibung von bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung

- 20 Die Fig. 1 zeigt beispielhaft einen Spindelmotor mit fluiddynamischem Lagersystem. Ein solcher Spindelmotor kann zum Antrieb eines Festplattenlaufwerks verwendet werden. Das Lagersystem wird während der Montage mit Lagerfluid befüllt. Hierfür kann das erfindungsgemäße Verfahren eingesetzt werden. Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich ebenso zum Befüllen von Lagersystemen anderer Bauart, wie
25 beispielsweise SP-, STT-, STTCA-, SYOV- und FCC-Lagersysteme, wie sie beispielsweise in AT 505 381 A1, AT 508 513 A1 oder DE 10 2013 009 491 A1 beschrieben sind.

- Der Spindelmotor umfasst eine Basisplatte 10, die eine im Wesentlichen zentrale
30 zylindrische Öffnung aufweist, in welcher ein feststehendes Lagerbauteil 16 aufgenommen ist. Das feststehende Lagerbauteil 16 ist im Querschnitt etwa U-förmig ausgebildet und weist eine zentrale Öffnung auf. Das feststehende Lagerbauteil 16 ist beispielsweise mit einer engen Spielpassung in der Öffnung der Basisplatte 10

angeordnet und vorzugsweise mit Klebstoff befestigt. Der verwendete Klebstoff kann teilweise ein elektrisch leitfähiger Klebstoff sein, um statische Aufladungen einzelner Lagerbauteile zu vermeiden.

- 5 Es ist eine zylindrische Welle 12 vorgesehen, die an einem Ende einen Flansch 12a aufweist, so dass die Welle 12 im Querschnitt etwa T-förmig ist. Der Flansch 12a der Welle 12 ist in der zentralen Öffnung des feststehenden Lagerbauteils 16 angeordnet, wobei der Flansch 12a mit seinem Außenumfang am Innenumfang des Lagerbauteils 16 angrenzt und vorzugsweise stoffschlüssig mit diesem verbunden
10 ist. Diese stoffschlüssige Verbindung kann eine Schweißverbindung sein. Das feststehende Lagerbauteil 16 kann auch einteilig mit dem Flansch 12a der Welle 12 ausgebildet sein.

- Der zylindrische Teil der Welle 12 erstreckt sich von der radial verlaufenden
15 Grundfläche des Flansches 12a in axialer Richtung nach oben. An dem freien Ende der Welle 12 ist ein ringförmiges Stopperbauteil 18 angeordnet, dessen Durchmesser wesentlich größer als der Durchmesser der Welle 12 ist und das vorzugsweise kraftschlüssig oder stoffschlüssig an der Welle 12 befestigt ist. Das Stopperbauteil 18 liegt auf einer durch die Welle 12 gebildeten Stufe auf. Die Stufe der Welle 12
20 definiert einen Anschlag für die untere Stirnfläche des Stopperbauteils. Dadurch ist das Stopperbauteil 18 exakt an der vorgesehenen axialen Position der Welle 12 angeordnet und ausgerichtet und es ist eine Haltekraft in axialer Richtung nach unten gewährleistet. Das Stopperbauteil 18 wird vorzugsweise auf die Welle 12 aufgedrückt, bis es auf der Stufe der Welle 12 aufliegt.

- 25 Die Welle 12 mit dem Flansch 12a bilden zusammen mit dem Lagerbauteil 16 und dem Stopperbauteil 18 eine kompakte Anordnung und das feststehende Lagerbauteil.

- 30 Der Spindelmotor umfasst ferner ein Rotorbauteil 14, das eine zylindrische Lagerbuchse 14a umfasst. Das Rotorbauteil 14, genauer gesagt die Lagerbuchse 14a des Rotorbauteils 14, ist in einem durch die Welle 12, 12a und die beiden Bauteile 16, 18 gebildeten Zwischenraum relativ zu diesen Bauteilen 12, 12a, 16, 18

drehbar um eine Rotationsachse 32 angeordnet. Das Stopperbauteil 18 liegt zumindest teilweise in einer ringförmigen Aussparung des Rotorbauteils 14.

- Oberflächen der Welle 12, des Flansches 12a und der beiden Bauteile 16, 18 sind durch einen beidseitig offenen Lagerspalt 20 von angrenzenden Oberflächen des Rotorbauteils 14 bzw. der Lagerbuchse 14a getrennt. Der Lagerspalt 20 ist mit einem Lagerfluid, beispielsweise einem Lageröl, gefüllt.

- Die am Rotorbauteil 14 angeordnete, vorzugsweise einteilig ausgebildete Lagerbuchse 14a hat eine zylindrische Lagerbohrung, an deren Innenumfang zwei zylindrische Radiallagerflächen ausgebildet sind. Die Lagerflächen der Lagerbuchse 14a bilden mit jeweils gegenüberliegenden Lagerflächen der Welle 12 zwei fluiddynamische Radiallager 22, 24, die entlang eines axial verlaufenden Abschnitts 20a des Lagerspalts 20 angeordnet sind. Die Lagerflächen der beiden Radiallager 22, 24 sind beispielsweise mit sinus-, chevron- oder parabelförmigen (herringbone) Lagerrillenstrukturen versehen. Das obere Radiallager 22 ist dabei weitgehend symmetrisch ausgebildet, was bedeutet, dass der Teil der Lagerrillenstrukturen, der oberhalb des Apex angeordnet ist, etwa genauso lang ausgebildet ist, wie der untere Teil der Lagerrillenstrukturen. Die Pumpwirkung beider Teile der Radiallagerrillen weist in Richtung zum Apex, d.h. zur Lagermitte, so dass das Radiallager 22 tragfähig wird. Es gibt aufgrund der symmetrischen Ausbildung der Radiallagerrillen des oberen Radiallagers 22 jedoch keine definierte Pumprichtung, die auf das Lagerfluid im Lagerspalt 20 wirkt.

- Demgegenüber ist das untere Radiallager 24 asymmetrisch ausgebildet insofern, als dass der Teil der Lagerrillenstrukturen, der unterhalb des Apex angeordnet ist, länger ausgebildet ist als der obere Teil der Radiallagerrillen. Hierdurch entsteht einerseits eine Drucksteigerung innerhalb des Lagerfluids in Richtung zum Apex des Radiallagers 24, wodurch das Radiallager 24 tragfähig wird, andererseits wird eine definierte Pumpwirkung auf das in Lagerspalt 20 befindliche Lagerfluid ausgeübt, welche das Lagerfluid axial nach oben in Richtung des oberen Radiallagers 22 befördert. Zwischen den beiden Radiallagern 22, 24 ist ein Separatorspalt 26 angeordnet. Der Separatorspalt 26 weist eine im Vergleich zum axial verlaufenden Abschnitt 20a des Lagerspalts 20 deutlich größere Spaltbreite auf.

Unterhalb des unteren Radiallagers 24 geht der axial verlaufende Abschnitt des Lagerspalts 20 in einen radial verlaufenden Abschnitt 20b über, entlang dessen ein fluiddynamisches Axiallager 28 angeordnet ist. Das Axiallager 28 ist durch radial verlaufende Lagerflächen auf der Stirnseite der Lagerbuchse 14a und entsprechend gegenüberliegende Lagerflächen des Flansches 12a der Welle 12 gebildet. Die Lagerflächen des Axiallagers 28 sind als zur Rotationsachse 32 senkrechte Kreisringe ausgebildet. Das fluiddynamische Axiallager 28 ist in bekannter Weise durch beispielsweise spiralförmige Lagerrillenstrukturen gekennzeichnet, die entweder auf der Stirnseite der Lagerbuchse 14a, dem Flansch 12a oder auf beiden Teilen angebracht werden können.

Vorzugsweise ist die Axiallagerfläche lediglich zwischen der radial verlaufenden Oberfläche des Flansches 12a und der gegenüberliegenden Unterseite der Lagerbuchse 14a angeordnet. Die angrenzende und ebenfalls radial verlaufende Oberfläche des feststehenden Lagerbauteils 16 ist um etwa 10 bis 100 Mikrometer tiefer angeordnet als die radial verlaufende Oberfläche des Flansches 12a, wodurch sich im zusammengebauten Zustand des fluiddynamischen Lagers ein entsprechend größerer Spaltabstand zwischen den radial verlaufenden Flächen der Lagerbuchse 14a und dem feststehenden Lagerbauteil 16, der sogenannte Ringspalt, ergibt.

In vorteilhafter Weise sind alle für die Radiallager 22, 24 und das Axiallager 28 notwendigen Lagerrillenstrukturen an entsprechenden Lagerflächen der Lagerbuchse 14a angeordnet, was die Herstellung des Lagers, insbesondere der hochgenauen Lagerflächen an der Welle 12 und dem Flansch 12a, vereinfacht. Vorzugsweise münden die Axiallagerrillen radial außen in den Ringspalt, der eine größere Spaltbreite aufweist als der Axiallagerspalt. Dieser Ringspalt beginnt etwa an der Stelle, an welcher ein Rezirkulationskanal 30, der innerhalb des Rotorbauteils 14 vorgesehen ist, in die radiale Verlängerung des radial verlaufenden Abschnitts 20b des Lagerspalts 20 mündet.

An den radialen Abschnitt 20a des Lagerspalts 20 im Bereich des Axiallagers 28 bzw. des Ringspalts schließt sich ein anteilig mit Lagerfluid gefüllter erster kapillarer

- Dichtungsspalt 34 an, der etwa parallel zur Rotationsachse 32 und radial außerhalb des axialen Abschnitts 20a des Lagerspalts verläuft. Der Dichtungsspalt 34 ist durch einander gegenüberliegende im Wesentlichen axial verlaufende Flächen der Lagerbuchse 14a und des Lagerbauteils 16 gebildet und dichtet den Lagerspalt 20 an dieser Seite ab. Der Dichtungsspalt 34 umfasst den gegenüber dem Lagerspalt 20 verbreiterten kurzen radial verlaufenden Abschnitt des Ringspalts, der radial außerhalb des Axiallagers 28 angeordnet ist. Der kurze radial verlaufende Abschnitt des Dichtungsspalts 34 geht in einen längeren, sich konisch aufweitenden und nahezu axial verlaufenden Abschnitt über, der von einer äußeren Umfangsfläche der Lagerbuchse 14a und einer inneren Umfangsfläche des Lagerbauteils 16 begrenzt wird. Neben der Funktion als kapillare Dichtung dient der Dichtungsspalt 34 als Fluidreservoir und stellt die für die Lebensdauer des Lagersystems benötigte Fluidmenge bereit. Ferner können Fülltoleranzen und eine eventuelle thermische Ausdehnung des Lagerfluids ausgeglichen werden. Die beiden den konischen Abschnitt des Dichtungsspalts 34 bildenden Flächen der Lagerbuchse 14a und des Lagerbauteils 16 können jeweils im Verlauf des Dichtungsspalts zum Lageräußeren hin relativ zur Rotationsachse 32 nach innen geneigt sein. Der Neigungswinkel beträgt vorzugsweise zwischen 0 Grad und 5 Grad. Dabei ist der Neigungswinkel der äußeren Umfangsfläche des Rotorbauteils 14 größer als der Neigungswinkel der inneren Umfangsfläche des Lagerbauteils 16, wodurch sich eine konische Erweiterung der Kapillardichtung ergibt. Dadurch wird das Lagerfluid bei einer Drehung des Lagers aufgrund der Fliehkraft nach innen in Richtung des Lagerspalts 20 gedrückt.
- Am oberen Ende des ersten Dichtungsspalts 34, an welchem der Dichtungsspalt 34 seine größte Breite aufweist, verengt sich der Spalt zwischen dem feststehenden Lagerbauteil 16 und dem Außenumfang der Lagerbuchse 14a wieder deutlich und bildet einen engen Luftspalt in Form einer Labyrinthdichtung. Dieser Luftspalt verhindert zum einen ein Austreten von Lagerfluid aus dem Dichtungsspalt 34 und zudem eine übermäßige Abdampfung des Lagerfluids aus dem Bereich des Dichtungsspalts 34, was die Lebensdauer des Fluidlagers erhöht.

Auf der anderen Seite des Lagersystems ist das Rotorbauteil 14 bzw. die Lagerbuchse 14a im Anschluss an das obere Radiallager 22 so gestaltet, dass eine radial verlaufende Fläche ausgebildet wird, die mit einer entsprechend gegenüberliegenden Fläche des Stopperbauteils 18 einen radial verlaufenden Spalt 21 bildet. An den radialen Spalt 21 schließt sich ein axial verlaufender zweiter Dichtungsspalt 36 an, der in axialer Richtung verläuft und den Lagerspalt 20 an diesem Ende abdichtet. Der zweite Dichtungsspalt 36 ist anteilig mit Lagerfluid gefüllt und wird durch einander gegenüberliegende Oberflächen des Rotorbauteils 14 und des Stopperbauteils 18 begrenzt, wobei er sich am äußeren Ende mit vorzugsweise konischem Querschnitt aufweitet.

Der zweite Dichtungsspalt 36 kann vorzugsweise durch eine Pumpdichtung 38 ergänzt sein, die unterhalb der Kapillardichtung angeordnet ist. Die Pumpdichtung 38 ist vorzugsweise zwischen dem Außenumfang des Stopperbauteils 18 und der gegenüberliegenden Oberfläche des Rotorbauteils 14 gebildet. Die Pumpdichtung 38 umfasst Rillenstrukturen, die auf der Oberfläche des Stopperbauteils 18 oder vorzugsweise des Rotorbauteils 14 angeordnet sind. Während sich das Lager dreht, erzeugen die Rillenstrukturen der Pumpdichtung 38 eine Pumpwirkung auf das im Dichtungsspalt 36 befindliche Lagerfluid. Diese Pumpwirkung ist in das Innere des Lagerspalts, also in Richtung des Radiallagers 22, gerichtet. Dabei kann es vorgesehen sein, dass die Pumprillenstrukturen bis in den unteren Bereich der Kapillardichtung partiell herein reichen. Vorzugsweise reichen die Pumprillenstrukturen jedoch nicht bis in den radial verlaufenden Spalt, der zwischen der Unterseite des Stopperbauteils 18 und der Lagerbuchse 14a gebildet ist.

Der Rezirkulationskanal 30 verläuft ausgehend von dem radialen Spalt 21 zwischen der Stirnfläche des Rotorbauteils 14 und einer gegenüberliegenden Stirnfläche des Stopperbauteils 18 schräg nach unten durch das Rotorbauteil 14 und mündet radial außerhalb des Axiallagers 28 in den radial verlaufenden Abschnitt des Dichtungsspalts 34 (Ringspalt).

Am axial äußeren Ende des Dichtungsspalts 36 weitet sich der Dichtungsspalt in einen Freiraum auf, der als Kapillardichtung sowie als Einfüllreservoir 40 dient und dessen Volumen vorzugsweise so groß ist, dass er das gesamte im Lager

befindliche Volumen an Lagerfluid aufnehmen kann. Dieses Einfüllreservoir 40 wird lediglich zum Befüllen des Lagers mit Lagerfluid benötigt, wie es in den nachfolgend erläuterten Verfahren beschrieben ist.

- 5 Der zweite Dichtungsspalt 36 und das Einfüllreservoir 40 werden nach dem Befüllen mit Lagerfluid von einer ringförmig profilierten Abdeckung (nicht in der Zeichnung dargestellt) abgedeckt. Die Abdeckung wird auf einen Rand des Rotorbauteils 14 aufgesteckt und dort beispielsweise angeklebt, wobei die Abdeckung auf einem umlaufenden Rand des Rotorbauteils 14 aufliegt.

10

Der Spindelmotor weist ein elektromagnetisches Antriebssystem auf, das in bekannter Weise gebildet ist durch eine an der Basisplatte 10 angeordnete Statoranordnung 42 und einem die Statoranordnung in einem Abstand konzentrisch umgebenden, ringförmigen Permanentmagneten 44, der an einer inneren

- 15 Umfangsfläche des Rotorbauteils 14 angeordnet ist. Dargestellt ist somit ein Außenläufermotor, jedoch kann ohne Einschränkung alternativ ein Innenläufermotor verwendet werden, bei welchem die Statoranordnung radial außerhalb des Rotormagneten angeordnet ist.

- 20 Da der Spindelmotor vorzugsweise lediglich ein einziges fluiddynamisches Axiallager 28 aufweist, das auf das Rotorbauteil 14 eine Kraft in Richtung des Stopperbauteils 18 erzeugt, ist eine entsprechende Gegenkraft oder Vorspannkraft notwendig, die das Rotorbauteil 14 axial im Kräftegleichgewicht hält. Hierzu sind die Statoranordnung 42 und der Rotormagnet 44 axial zueinander versetzt angeordnet, 25 und zwar so, dass die magnetische Mitte des Rotormagneten 44 axial weiter entfernt von der Basisplatte 10 angeordnet wird als die axiale Mitte der Statoranordnung 42. Zudem kann ein ferromagnetischer Zugring 46 an der Basisplatte 10 unterhalb des Rotormagneten 44 angeordnet sein, der von diesem in axialer Richtung magnetisch angezogen wird. Dadurch wird vom Magnetsystem des Motors eine axiale Kraft auf 30 das Rotorbauteil 14 ausgeübt, die entgegengesetzt zur Lagerkraft des Axiallagers 28 (im Betrieb desselben) wirkt.

Im Fig. 2 ist beispielhaft ein fluiddynamischen Lager dargestellt, das zum Befüllen mit Lagerfluid einer Füllkammer 52 angeordnet ist. Gegebenenfalls kann die Füllkammer 52 mindestens ein Schleusensystem 60 zum Einschleusen und Ausschleusen des Lagers bzw. des Spindelmotors aufweisen. Die Füllkammer 52 ist mit einer

5 Vakuumpumpe 54 verbunden, durch welche die Füllkammer 52 auf einen vorbestimmen Druck evakuiert werden kann. Ferner weist die Füllkammer ein Ventil 56 auf, über welches die Füllkammer 52 belüftet werden kann. Das Ventil 56 ist vorzugsweise steuerbar ausgebildet. Das Schleusensystem 60 ist gleichermaßen ausgestattet.

10

Ferner ist die Füllkammer 52 und das Schleusensystem 60 mit einer Gasquelle 62 verbunden, durch welche die Füllkammer 52 mit einem Gas gefüllt werden kann. Das Gas ist vorzugsweise ein reaktionsträges Gas mit einer molaren Masse kleiner als Luft, vorzugsweise kleiner als 5 g/mol, wie beispielsweise Helium oder Neon.

15

Über eine in der Füllkammer 52 angeordnete Dosiervorrichtung 58 wird das Lager festgehalten und das Lagerfluid 48 in das Lager eingebracht.

Fig. 3 zeigt schematisch einen Verfahrensablauf gemäß einer ersten

20 Ausführungsform der Erfindung.

Nach dem Start des Verfahrens wird in einem ersten Verfahrensschritt 100 das Lager in die Füllkammer 52 eingebracht.

25 Da die Füllkammer 52 sich unter Atmosphärendruck befindet und mit Luft gefüllt ist, kann auf ein spezielles Schleusensystem 60 zum Einschleusen und Ausschleusen des Lagers in die Füllkammer 52 verzichtet werden.

In einem zweiten Verfahrensschritt 102 wird nun der Druck in der Füllkammer bis auf

30 einen Druck p_0 verringert, indem die Vakuumpumpe 54 in Betrieb genommen wird. Der Druck p_0 entspricht vorzugsweise einem sehr geringen Druck von 100 Pascal oder weniger.

In einem nächsten Schritt 104 wird mittels der Dosiervorrichtung 58 das Lagerfluid in das Einfüllreservoir 40 des Lagers eingefüllt. Vorzugsweise wird die für das fluiddynamische Lager benötigte Gesamtmenge des Lagerfluids 48 in das Einfüllreservoir 40 eingebracht. Durch Kapillarwirkung dringt nun das im

5 Einfüllreservoir 40 befindliche Lagerfluid 48 vom Einfüllreservoir 40 in den Dichtungsspalt 36 ein und weiter in den Rezirkulationskanal 30 und über den radial verlaufenden Spalt 21 in den Lagerspalt 20.

Gemäß Schritt 106 wird die Füllkammer 52 nach einer bestimmten Wartezeit,

10 beispielsweise einigen Sekunden oder mehr, über die Gasquelle 62 mit dem Gas, beispielsweise Helium, befüllt, bis sich ein vorbestimmter Druck p_1 einstellt. Der Druck p_1 ist deutlich größer als der Druck p_0 , und ist vorzugsweise kleiner oder gleich dem Atmosphärendruck p_{Atm} .

Durch die Druckerhöhung in der Füllkammer 52 durch Einleiten des Gases erhöht

15 sich der Druck an den Öffnungen des Lagerspalts im Bereich des Einfüllreservoirs 40 und des unteren Dichtungsspalts 34 und ist zumindest kurzzeitig höher als der Druck im Inneren des Lagerspalts.

Durch diesen Druckunterschied im Lagerspalt wird das Lagerfluid durch den außen herrschenden höheren Druck in die noch nicht mit Lagerfluid befüllten Abschnitte des

20 Lagerspalts 20 gedrückt, wo noch ein niedrigerer Druck herrscht, und dadurch das Lager vollständig mit Lagerfluid gefüllt.

In einem bevorzugten optionalen Schritt 108 wird das Gas zunächst wieder aus der Füllkammer 52 abgesaugt, bis sich ein Druck p_x einstellt, bevor die Füllkammer

25 letztlich wieder im Schritt 110 belüftet und auf Atmosphärendruck p_{Atm} gebracht wird. Dadurch wird verhindert, dass das verwendete Gas in die Atmosphäre entweicht. Das abgesaugte und zurück gewonnene Gas kann für den nächsten Befüllvorgang wieder verwendet werden. So werden Kosten gespart und die Umwelt geschont. Der Druck p_x ist vorzugsweise kleiner als der Druck p_1 , jedoch größer oder gleich

30 dem Druck p_0 .

In einem nächsten Schritt 110 wird die Füllkammer 52 mit Luft belüftet und wieder auf Atmosphärendruck p_{Atm} gebracht.

Im nächsten Schritt 112 kann das mit Lagerfluid befüllte Lager aus der Füllkammer 52 entnommen werden.

- 5 Durch das beschriebene Verfahren wird erreicht, dass keine Luft zusammen mit dem Lagerfluid in den Lagerspalt des Lagers gelangt, da während des Befüllvorgangs in der Füllkammer 52 entweder Vakuum herrscht oder ein Gas mit geringer molarer Masse enthalten ist. Dieses Gas löst sich vorzugsweise sehr schlecht in Flüssigkeiten und entweicht durch seine geringe molare Masse sehr leicht aus dem Lagerfluid und dem Lagerspalt.

Eine andere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist schematisch in Fig. 4 dargestellt.

- 15 Nach dem Start des Verfahrens wird in einem ersten Schritt 200 das Lager in die Füllkammer 52 eingeschleust, wobei in der Füllkammer ein Druck p_x herrscht, der vorzugsweise gleich oder kleiner ist als der zum Füllen bestimmte Druck p_1 . Hierbei wird ein Schleusensystem 60 verwendet, welches eine Anpassung des Druckes an den in der Füllkammer 52 herrschenden Druck p_x durchführt. Hierbei wird das Lager in die geöffnete Schleuse S1 in das Schleusensystem 60 eingebracht, wobei das Schleusensystem 60 mit Luft unter Atmosphärendruck p_{Atm} gefüllt ist. Nach dem Verschließen der Schleuse S1 wird die Luft abgesaugt, bis im Schleusensystem 60 ein Druck p_x herrscht. Alternativ kann die Luft abgesaugt werden bis ein Vakuum mit Druck p_0 herrscht und dann mit eingeleitetem Gas ein Druck p_x eingestellt werden.
- 20 Daraufhin wird die zweite Schleuse S2 geöffnet und das Lager wird in die Füllkammer 52 überführt, wobei in der Füllkammer 52 eine Atmosphäre bestehend aus dem in der Gasquelle 62 enthaltenen Gas, beispielsweise Helium, mit einem Druck p_x herrscht, der vorzugsweise kleiner als der zum Füllen bestimmte Druck p_1 ist.

In einem nächsten Schritt 202 wird der Druck in der Füllkammer 52 wieder auf einen Druck p_0 verringert, der vorzugsweise gleich oder kleiner 100 Pascal beträgt.

Im nächsten Schritt 204 wird nun das Lagerfluid in den Lagerspalt bzw. das Einfüllreservoir 40 eingebracht, entsprechend dem gemäß Fig. 2, Schritt 104, beschriebenen Vorgang.

5

Nach einer bestimmten Wartezeit wird im Schritt 206 die Füllkammer 52 über die Gasquelle 62 mit dem entsprechenden Gas gefüllt und auf den Druck p_1 gebracht, der vorzugsweise gleich oder kleiner dem Atmosphärendruck ist.

- 10 In einem nächsten Schritt 208 wird der Druck in der Füllkammer 52 wieder auf einen Druck p_x verringert, der vorzugsweise kleiner als p_1 ist.

Im letzten Schritt 210 erfolgt nun ein Ausschleusen des Lagers aus der Füllkammer 52 mittels des Schleusensystems 60 oder einem weiteren nicht dargestellten

- 15 Schleusensystem. Nach der Überführung des mit Lagerfluid gefüllten Lagers in das Schleusensystem 60 wird die Schleuse S2 geschlossen und das Schleusensystem 60 wird mit Luft bis auf Atmosphärendruck p_{Atm} belüftet. Dann wird die Schleuse S1 geöffnet und das Lager kann entnommen werden.

- 20 Dieses Verfahren wird ausschließlich in einem Vakuum oder einem durch das Gas mit geringer molarer Masse gebildeten Atmosphäre durchgeführt. In der Füllkammer ist lediglich eine sehr geringe Menge Luft enthalten. Ein weiterer Vorteil ist hierbei, dass in der Füllkammer 52 maximal der Druck p_1 herrscht und nicht der Atmosphärendruck p_{Atm} , der auf ein vergleichsweise geringes Druckniveau p_0
- 25 reduziert werden muss, was die Taktzeit des Verfahrensschritts 202 deutlich reduziert.

- Weitere mögliche Verfahrensabläufe sind z.B. in der AT 506 678 B beschrieben, wobei dann das Vakuum in der Füllkammer anstatt aus einer Luftatmosphäre aus
- 30 einer Atmosphäre aus einem vorzugsweise reaktionsträgen Gas mit einer molaren Masse kleiner als Luft, vorzugsweise kleiner als 5 g/mol, wie beispielsweise Helium oder Neon besteht.

Liste der Bezugszeichen

	10	Basisplatte
	12	Welle
5	12a	Flansch
	14	Rotorbauteil
	14a	Lagerbuchse
	16	Lagerbauteil
	18	Stopperbauteil
10	20	Lagerspalt
	20a	axialer Abschnitt d. Lagerspalts
	20b	radialer Abschnitt d. Lagerspalts
	21	Spalt
	22	Radiallager
15	24	Radiallager
	26	Separatorspalt
	28	Axiallager
	30	Rezirkulationskanal
	32	Rotationsachse
20	34	Dichtungsspalt
	36	Dichtungsspalt
	38	Pumpdichtung
	40	Einfüllreservoir
	42	Statoranordnung
25	44	Rotormagnet
	46	Zugring
	48	Lagerfluid
	52	Füllkammer
	54	Pumpe
30	56	Ventil
	58	Dosiervorrichtung
	60	Schleusensystem
	62	Gasquelle

35703

18

100 - 112 Verfahrensschritte des ersten Verfahrens
200 - 210 Verfahrensschritte des zweiten Verfahrens

5

Patentansprüche

1. Verfahren zum Befüllen eines fluiddynamischen Lagers mit einem Lagerfluid (48), wobei das Lagerfluid (48) in einen Lagerspalt (20) zwischen einem
5 feststehenden Lagerbauteil (12, 18) und einem rotierenden Lagerbauteil (14) eingebracht wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren zeitweise unter einer durch ein Gas mit einer geringeren molaren Masse als von Luft durchgeführt wird.
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das fluiddynamische Lager in einer Füllkammer (52) angeordnet, in welcher ein Druck p_0 herrscht, wobei $p_0 < p_{\text{Atm}}$ und dass in einem weiteren Schritt eine vorgegebene Menge an Lagerfluid in eine Öffnung (40) des Lagerspalts (20) des fluiddynamischen Lagers eingebracht wird und dass in einem weiteren
15 Schritt das Gas in die Füllkammer (52) eingebracht wird, so dass sich ein Druck p_1 einstellt, wobei $p_0 < p_1$.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Druck p_1 so groß ist, dass das Lagerfluid infolge der Druckerhöhung von dem Druck p_0 auf
20 den Druck p_1 in die noch nicht mit Lagerfluid befüllten Abschnitte des Lagerspalts (20) gedrückt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass für den Druck p_1 gilt: $p_1 \leq p_{\text{Atm}}$.
- 25 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass
 - a) in einem ersten Schritt das fluiddynamische Lager in einer unter Atmosphärendruck p_{Atm} stehenden Füllkammer (52) angeordnet wird,
 - b) in einem weiteren Schritt der Druck in der Füllkammer (52) auf einen
30 vorgegebenen Druck p_0 verringert wird,
 - c) in einem weiteren Schritt bei bestehendem Druck p_0 eine vorgegebene Menge an Lagerfluid in eine Öffnung (40) des Lagerspalts (20) des Lagers eingebracht wird,

- d) in einem weiteren Schritt das Gas in die Füllkammer (52) eingebracht wird, so dass sich ein Druck p_1 einstellt,
- e) in einem weiteren Schritt die Füllkammer (52) mit Luft belüftet wird, so dass sich wieder Atmosphärendruck p_{Atm} einstellt, und
- 5 f) in einem weiteren Schritt das Lager aus der Füllkammer (52) entnommen wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Zwischenschritt d1), der zwischen den Schritten d) und e) durchgeführt wird,
- 10 das Gas aus der Füllkammer (52) abgesaugt und der Druck in der Füllkammer bis auf einen Druck p_x verringert wird, wobei gilt: $p_0 \leq p_x \leq p_1$,
7. Verfahren nach Anspruch 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass
- a) in einem ersten Schritt das fluiddynamische Lager über eine Schleuse (60)
- 15 in eine Füllkammer (52) eingeschleust wird, die unter der durch das Gas gebildeten Atmosphäre und einem Druck p_x steht, wobei gilt:
- $p_0 \leq p_x \leq p_1$,
- b) in einem weiteren Schritt der Druck in der Füllkammer (52) auf einen vorgegebenen Druck p_0 verringert wird,
- 20 c) in einem weiteren Schritt bei bestehendem Druck p_0 eine vorgegebene Menge an Lagerfluid in eine Öffnung (40) des Lagerspalts (52) des Lagers eingebracht wird,
- d) in einem weiteren Schritt das Gas in die Füllkammer (52) eingeleitet wird, so dass sich ein Druck p_1 einstellt,
- 25 e) in einem weiteren Schritt das Lager aus der Füllkammer (52) ausgeschleust wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Gas eine molare Masse von weniger als 22 g/mol, vorzugsweise weniger
- 30 als 5 g/mol aufweist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass als Gas Helium oder Neon verwendet wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Druck p_0 kleiner oder gleich 100 Pascal beträgt.
- 5 11. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß den Ansprüchen 1 bis 10, welche folgende Elemente aufweist:
eine Füllkammer (52),
Mittel (54) zum kontrollierten Evakuieren der Füllkammer (52),
Mittel (58) zum kontrollierten Einbringen einer vorgegebenen Menge an
10 Lagerfluid (48) in eine Öffnung (40) des Lagerspalts (20) des
fluidodynamischen Lagers, und
Mittel (62) zum kontrollierten Einbringen eines Gases mit einer geringeren
molaren Masse als von Luft in die Füllkammer (52).
- 15 12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel (56) zum kontrollierten Belüften der Füllkammer (52) vorgesehen sind.
- 20 13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel (54) zum Ausleiten oder Absaugen des Gases aus der Füllkammer (52) und zum Zwischenspeichern des Gases vorgesehen sind.
- 25 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass sie Mittel (60) zum Einschleusen des Lagers in die Füllkammer (52) und zum Ausschleusen des Lagers aus der Füllkammer (52) aufweist.

1/4

Fig. 1

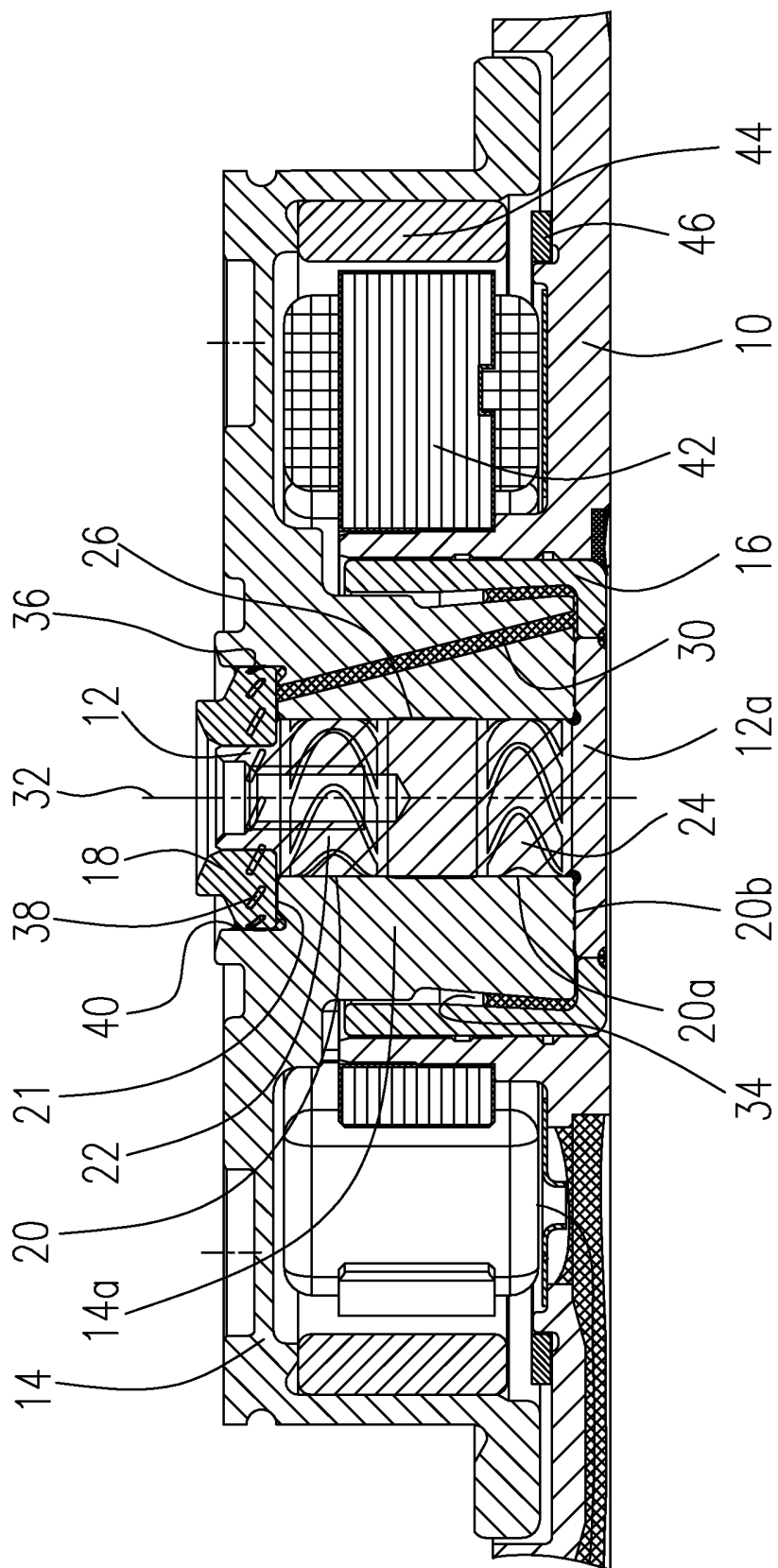


Fig. 2

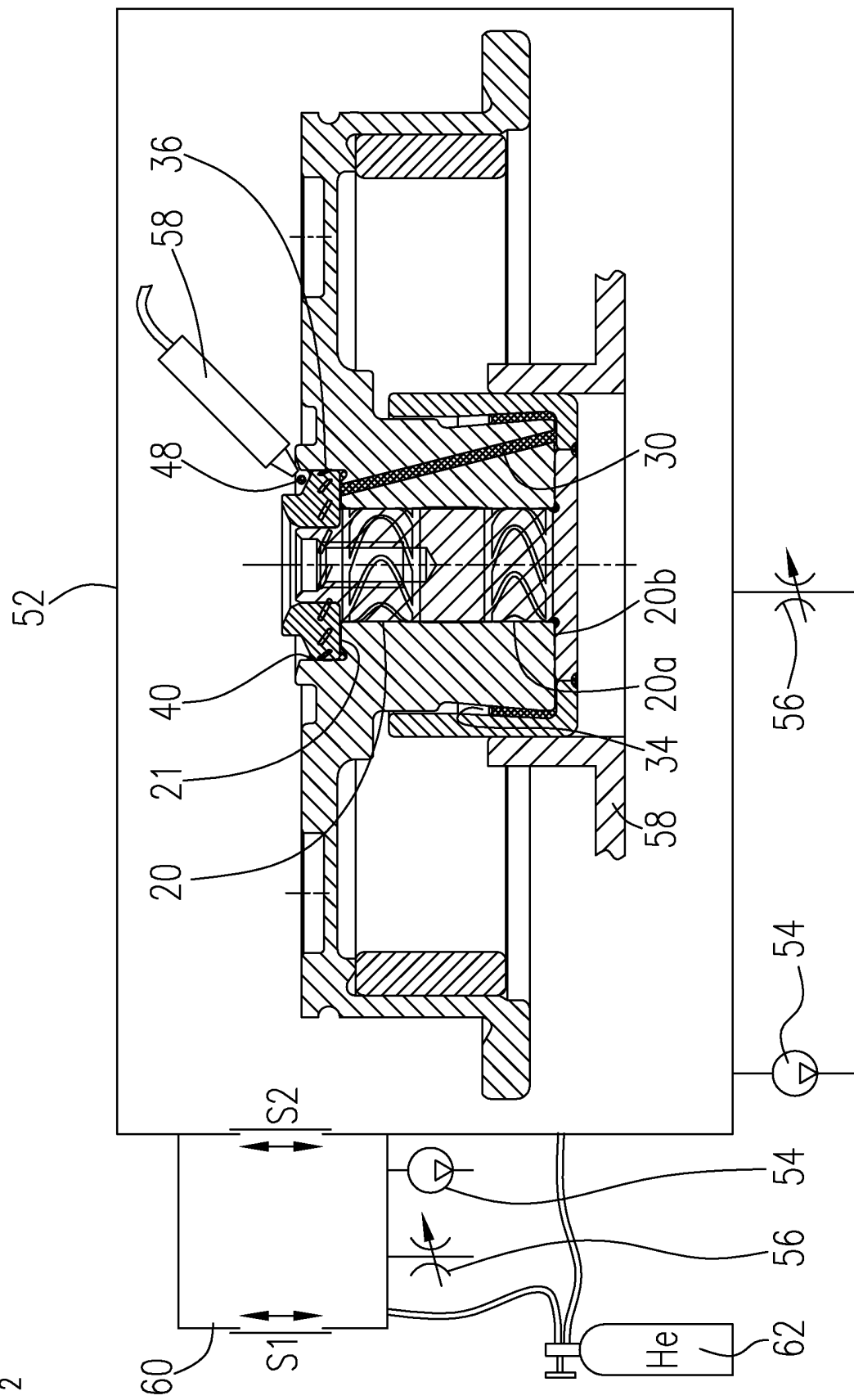


Fig. 3

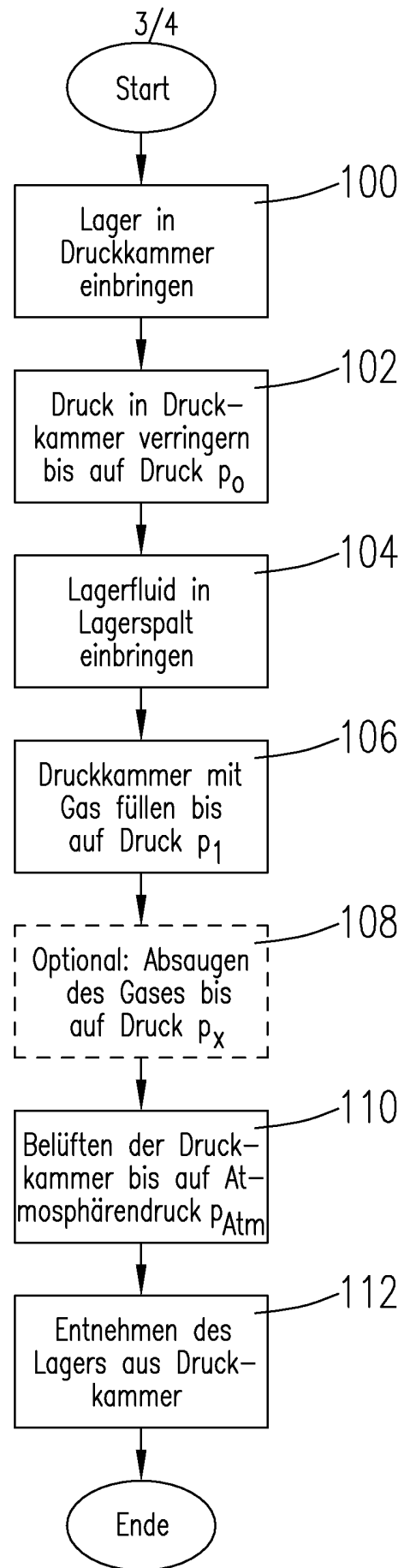
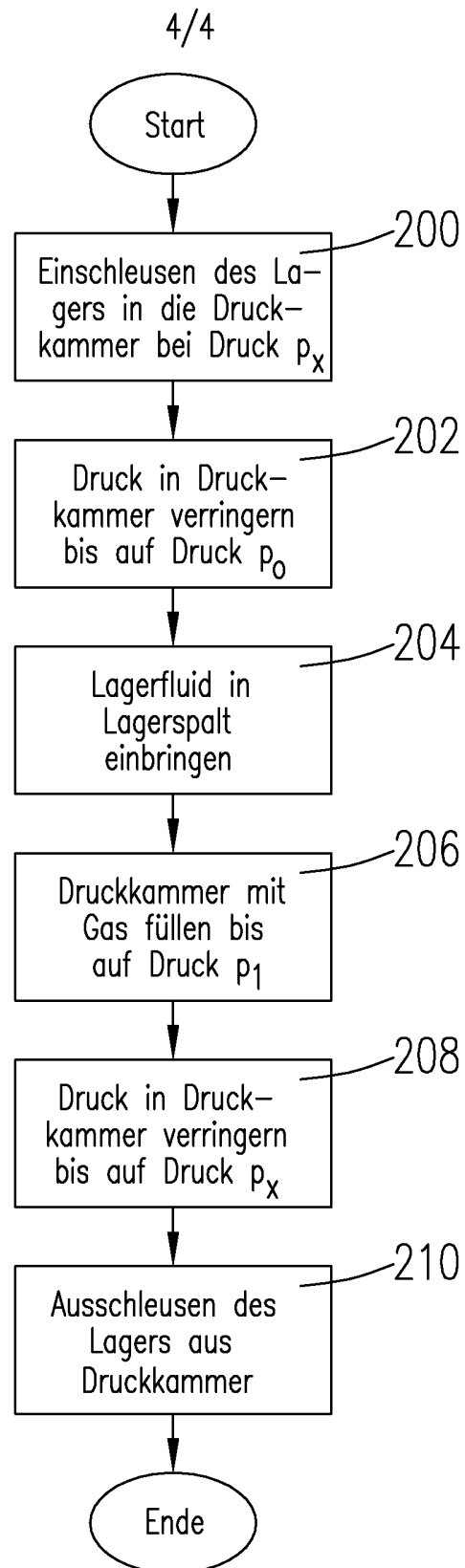


Fig. 4



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
F16C 33/10 (2006.01); **F16C 33/74** (2006.01); **F16N 37/00** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
F16C 33/103 (2013.01); **F16C 33/107** (2013.01); **F16C 33/745** (2013.01); **F16N 37/003** (2013.01);
F16C 2370/12 (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
F16C, F16N

Konsultierte Online-Datenbank:
FULLTEXT

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **26.02.2016** eingereichten Ansprüchen **1-14** erstellt.

Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	US 2007227616 A1 (LIM ET AL.) 04. Oktober 2007 (04.10.2007) Fig. 1, 2, Absätze [0062], [0065]	1-4, 10-12
Y	AT 505381 B1 (MINEBEA CO LTD) 15. Mai 2009 (15.05.2009) Fig. 1-3, Figurenbeschreibung	1-4, 8-12, 14
Y	US 2007000132 A1 (SHIMOTAKE) 04. Januar 2007 (04.01.2007) Fig. 1A-C, 2A, B, Absatz [0047]-[0053], insbes. [0053] letzter Satz	1-4, 8-12, 14
A	AT 515840 B1 (MINEBEA CO LTD) 15. Januar 2016 (15.01.2016) Fig. 2, Absätze [0041]-[0045]	14
A	AT 508513 B1 (MINEBEA CO LTD) 15. April 2011 (15.04.2011) Fig. 2, 4, 5, Zusammenfassung	1-14

Datum der Beendigung der Recherche:
27.01.2017

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

EHRENDORFER Kurt

¹⁾ **Kategorien** der angeführten Dokumente:

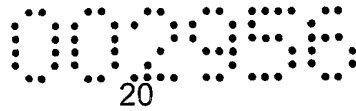
- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

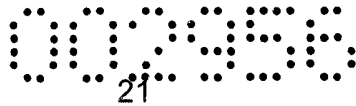


Neue Patentansprüche

1. Verfahren zum Befüllen eines fluiddynamischen Lagers mit einem Lagerfluid (48), wobei das Lagerfluid (48) in einen Lagerspalt (20) zwischen einem
5 feststehenden Lagerbauteil (12, 18) und einem rotierenden Lagerbauteil (14) eingebracht wird, wobei das Verfahren zeitweise unter einer durch ein Gas mit einer geringeren molaren Masse als von Luft gebildeten Atmosphäre durchgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass
 - a) in einem ersten Schritt das fluiddynamische Lager in einer unter
10 Atmosphärendruck p_{Atm} stehenden Füllkammer (52) angeordnet wird,
 - b) in einem weiteren Schritt der Druck in der Füllkammer (52) auf einen vorgegebenen Druck $p_0 < p_{\text{Atm}}$ verringert wird,
 - c) in einem weiteren Schritt bei bestehendem Druck p_0 eine vorgegebene Menge an Lagerfluid in eine Öffnung (40) des Lagerspalts (20) des Lagers
15 eingebracht wird,
 - d) in einem weiteren Schritt das Gas in die Füllkammer (52) eingebracht wird, so dass sich ein Druck p_1 einstellt, wobei $p_0 < p_1 < p_{\text{Atm}}$
 - e) in einem weiteren Schritt die Füllkammer (52) mit Luft belüftet wird, so dass sich wieder Atmosphärendruck p_{Atm} einstellt, und
20 f) in einem weiteren Schritt das Lager aus der Füllkammer (52) entnommen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Druck p_1 so groß ist, dass das Lagerfluid infolge der Druckerhöhung von dem Druck p_0 auf
25 den Druck p_1 in die noch nicht mit Lagerfluid befüllten Abschnitte des Lagerspalts (20) gedrückt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Zwischenschritt d1), der zwischen den Schritten d) und e) durchgeführt wird,
30 das Gas aus der Füllkammer (52) abgesaugt und der Druck in der Füllkammer bis auf einen Druck p_x verringert wird, wobei gilt: $p_0 \leq p_x \leq p_1$,



4. Verfahren zum Befüllen eines fluiddynamischen Lagers mit einem Lagerfluid (48), wobei das Lagerfluid (48) in einen Lagerspalt (20) zwischen einem feststehenden Lagerbauteil (12, 18) und einem rotierenden Lagerbauteil (14) eingebracht wird, wobei das Verfahren zeitweise unter einer durch ein Gas mit einer geringeren molaren Masse als von Luft gebildeten Atmosphäre durchgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass
- a) in einem ersten Schritt das fluiddynamische Lager über eine Schleuse (60) in eine Füllkammer (52) eingeschleust wird, die unter der durch das Gas gebildeten Atmosphäre und einem Druck p_x steht, wobei der Druck p_x kleiner oder gleich dem Atmosphärendruck p_{Atm} ist, ,
 - b) in einem weiteren Schritt der Druck in der Füllkammer (52) auf einen vorgegebenen Druck $p_0 \leq p_x$ verringert wird,
 - c) in einem weiteren Schritt bei bestehendem Druck p_0 eine vorgegebene Menge an Lagerfluid in eine Öffnung (40) des Lagerspalts (52) des Lagers eingebracht wird,
 - d) in einem weiteren Schritt das Gas in die Füllkammer (52) eingeleitet wird, so dass sich ein Druck $p_1 \leq p_{\text{Atm}}$ einstellt,
 - e) in einem weiteren Schritt das Lager aus der Füllkammer (52) ausgeschleust wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Gas eine molare Masse von weniger als 22 g/mol, vorzugsweise weniger als 5 g/mol aufweist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass als Gas Helium oder Neon verwendet wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Druck p_0 kleiner oder gleich 100 Pascal beträgt.
8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß den Ansprüchen 1 bis 7, welche folgende Elemente aufweist:
eine Füllkammer (52),



- Mittel (54) zum kontrollierten Evakuieren der Füllkammer (52),
Mittel (58) zum kontrollierten Einbringen einer vorgegebenen Menge an
Lagerfluid (48) in eine Öffnung (40) des Lagerspalts (20) des
fluidodynamischen Lagers, und
- 5 Mittel (62) zum kontrollierten Einbringen eines Gases mit einer geringeren
molaren Masse als von Luft in die Füllkammer (52).
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel (56) zum
kontrollierten Belüften der Füllkammer (52) vorgesehen sind.
- 10
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet,
dass Mittel (54) zum Ausleiten oder Absaugen des Gases aus der Füllkammer
(52) und zum Zwischenspeichern des Gases vorgesehen sind.
- 15
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet,
dass sie Mittel (60) zum Einschleusen des Lagers in die Füllkammer (52) und
zum Ausschleusen des Lagers aus der Füllkammer (52) aufweist.