



(10) **DE 10 2009 059 992 A1** 2011.01.13

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 059 992.4**

(22) Anmeldetag: **22.12.2009**

(43) Offenlegungstag: **13.01.2011**

(51) Int Cl.⁸: **F16C 17/10** (2006.01)

F16C 33/74 (2006.01)

F16J 15/44 (2006.01)

G11B 19/20 (2006.01)

H02K 5/167 (2006.01)

(66) Innere Priorität:
10 2009 031 936.0 07.07.2009

(71) Anmelder:
Minebea Co., Ltd., Kitasaku, Nagano, JP

(74) Vertreter:
**Riebling, P., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 88131
Lindau**

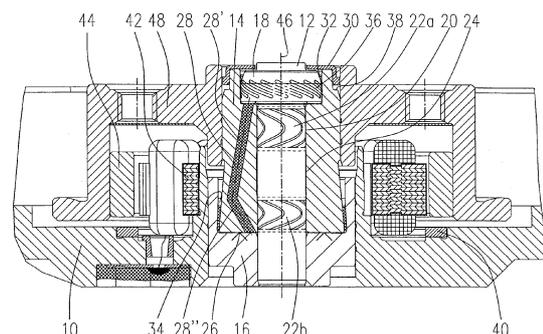
(72) Erfinder:
**Engesser, Martin, 78166 Donaueschingen, DE;
Schwamberger, Stefan, 02999 Lohsa, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Fluiddynamisches Lagersystem**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein fluiddynamisches Lagersystem mit mindestens einem feststehenden Bauteil sowie mindestens einem rotierenden Bauteil, das relativ zum feststehenden Bauteil um eine Rotationsachse drehbar gelagert ist. Das Lager weist mindestens einen Lagerspalt auf, der zwischen einander gegenüberliegenden Flächen der beiden Bauteile ausgebildet ist und mindestens zwei offene Enden aufweist, die durch Dichtungsmittel gegenüber der Umgebung abgedichtet sind. Es ist mindestens ein fluiddynamisches Radiallager im Bereich eines axialen Abschnittes des Lagerspaltes vorhanden, das durch einander zugeordnete Lagerflächen des feststehenden und rotierenden Bauteils gebildet ist. Ferner ist mindestens ein fluiddynamisches Axiallager im Bereich eines radialen Abschnittes des Lagerspaltes vorhanden, das durch einander zugeordnete Lagerflächen des feststehenden und rotierenden Bauteils gebildet ist. Ein Rezirkulationskanal mit zwei Öffnungen, der mit Lagerfluid gefüllt ist, verbindet voneinander entfernte Abschnitte des Lagerspaltes miteinander.

Erfindungsgemäß münden die Öffnungen des Rezirkulationskanals beide in demselben radialen Abstand von der Rotationsachse in den Lagerspalt bzw. einen mit dem Lagerspalt verbundenen Spalt, wobei Teile des Rezirkulationskanals einen größeren radialen Abstand zur Rotationsachse aufweisen als die Öffnungen.



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft ein fluiddynamisches Lagersystem gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1. Derartige fluiddynamische Lagersysteme werden beispielsweise zur Drehlagerung von Spindelmotoren eingesetzt, die wiederum zum Antrieb von Speicherplattenlaufwerken verwendet werden.

Stand der Technik

[0002] Fluiddynamische Lagersysteme umfassen in der Regel mindestens zwei relativ zueinander drehbare Lagerteile, die zwischen einander zugeordneten Lagerflächen einen mit einem Lagerfluid, z. B. einem Lageröl, gefüllten Lagerspalt ausbilden. In bekannter Weise sind auf den Lagerflächen Lagerrillenstrukturen aufgebracht. Die Lagerrillenstrukturen erzeugen bei relativer Drehung der Lagerteile zueinander innerhalb des Lagerspalt es einen hydrodynamischen Druck. Dieser hydrodynamische Druck macht das Lager tragfähig.

[0003] Aus dem Stand der Technik sind eine Reihe verschiedener Bauformen für fluiddynamische Lager bekannt.

[0004] Beispielsweise offenbart die DE 10 2006 002 286 A1 ein zweiseitig offenes Lagersystem, bei dem ein Rotorbauteil, beispielsweise eine Nabe, drehbar um eine feststehende Welle gelagert ist, wobei der Lagerspalt an beiden Seiten offen und durch Dichtungen abgedichtet ist. Oftmals umfasst ein solches Lager auch einen Rezirkulationskanal im Rotorbauteil, der die offenen Enden des Lagers miteinander verbindet und dafür sorgt, dass das Lagerfluid frei im Lagerspalt über den Rezirkulationskanal zirkulieren kann. Da der Rezirkulationskanal im rotierenden Bauteil angeordnet ist, wirken auf das darin befindliche Lagerfluid Zentrifugalkräfte, die insbesondere bei schräg zur Rotationsachse verlaufendem Rezirkulationskanal eine Pumpwirkung im Rezirkulationskanal und damit unterschiedliche Drücke an beiden Ende des Rezirkulationskanals erzeugen. Diese Drücke addieren bzw. subtrahieren sich zu den durch die Lagerstrukturen erzeugten Drücke und können je nach Drehzahl und Belastung zu unerwünschten Druckverteilungen führen. Fluidlager mit schräg zur Rotationsachse verlaufendem Rezirkulationskanal, wie z. B. auch in der DE 10 2008 052 469 A1 beschrieben, erzeugen einen Druckunterschied in Richtung des größeren Radius des Rezirkulationskanals. Je größer der radiale Abstand der Öffnungen des Rezirkulationskanals in Bezug auf die Rotationsachse ist, desto größer ist die Flussgeschwindigkeit durch den Kanal. Dieser Fluidfluss, der durch die Zentrifugalkräfte angetrieben wird, erzeugt ein niedrigeres

Druckniveau am kleineren Radius des Rezirkulationskanals bis hin zu einem Unterdruck und der Gefahr von Ansammlung von Luftbläschen. Ferner kann es vorkommen, dass sich der Rezirkulationskanal aufgrund der Fliehkräfte leert.

Offenbarung der Erfindung

[0005] Es ist die Aufgabe der Erfindung, ein fluiddynamisches Lager der eingangs genannten Art anzugeben, bei dem die Anordnung des Rezirkulationskanals optimiert ist, um eine bessere Druckverteilung im Inneren des Lagers zu erhalten.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein fluiddynamisches Lagersystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0007] Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung und weitere vorteilhafte Merkmale sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0008] Das fluiddynamische Lagersystem umfasst mindestens ein feststehendes Bauteil sowie mindestens ein rotierendes Bauteil, das relativ zum feststehenden Bauteil um eine Rotationsachse drehbar gelagert ist. Das Lager weist mindestens einen Lagerspalt auf, der zwischen einander gegenüberliegenden Flächen der beiden Bauteile ausgebildet ist und zwei offene Enden aufweist, die durch Dichtungsmittel gegenüber der Umgebung abgedichtet sind. Es ist mindestens ein fluiddynamisches Radiallager im Bereich eines axialen Abschnittes des Lagerspalt es vorhanden, das durch einander zugeordnete Lagerflächen des feststehenden und rotierenden Bauteils gebildet ist. Ferner ist mindestens ein fluiddynamisches Axiallager im Bereich eines radialen Abschnittes des Lagerspalt es vorhanden, das durch einander zugeordnete Lagerflächen des feststehenden und rotierenden Bauteils gebildet ist. Ein Rezirkulationskanal mit zwei Öffnungen, der mit Lagerfluid gefüllt ist, verbindet voneinander entfernte Abschnitte des Lagerspalt es miteinander.

[0009] Erfindungsgemäß münden die Öffnungen des Rezirkulationskanals beide in demselben radialen Abstand von der Rotationsachse in den Lagerspalt bzw. einen mit dem Lagerspalt verbundenen Spalt, wobei Teile des Rezirkulationskanals einen größeren radialen Abstand zur Rotationsachse aufweisen als die Öffnungen.

[0010] Dadurch, dass die beiden Öffnungen auf demselben radialen Durchmesser liegen, erzeugen die auf das Lagerfluid wirkende Zentrifugalkraft keine Strömung des Fluids innerhalb des Rezirkulationskanals. Somit erzeugt der Rezirkulationskanal keine Pumpwirkung auf das Lagerfluida, Vorzugsweise liegen Teile oder Abschnitte des Rezirkulationskanals auf einem größeren radialen Durchmesser als die

beiden Öffnungen, so dass der Transport von Gas aus dem Lager heraus durch den entstehenden Druckunterschied begünstigt wird.

[0011] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung umfasst das feststehende Bauteil eine Welle, die direkt oder indirekt an einer Basisplatte befestigt ist. Das rotierende Bauteil umfasst eine Lagerbuchse, die drehbar auf der Welle angeordnet ist, und mit einem äußeren, topfförmigen Rotorbauteil verbunden ist. Die Lagerbuchse kann einteilig mit dem Rotorbauteil ausgebildet sein.

[0012] Vorzugsweise sind an der Welle in einem Abstand voneinander zwei Lagerbauteile angeordnet, die zusammen mit Oberflächen der Lagerbuchse, die zwischen den Lagerbauteilen angeordnet ist, ein oder zwei Axiallager ausbilden.

[0013] In gleicher Weise bilden die Oberflächen der Welle und der Lagerbuchse das Radiallager, vorzugsweise jedoch zwei Radiallager, die in einem gegenseitigen Abstand entlang der Welle angeordnet sind.

[0014] Der Lagerspalt wird jeweils durch Dichtungsspalte abgedichtet, die durch Oberflächen der Lagerbuchse sowie den auf der Welle befestigten Lagerbauteilen gebildet sind.

[0015] Der Rezirkulationskanal ist in der Lagerbuchse angeordnet und rotiert mit dieser um die Rotationsachse. In einer Ausgestaltung der Erfindung verbindet der Rezirkulationskanal einen Abschnitt des Lagerspaltes im Bereich des Axiallagers mit einem zwischen dem zweiten Dichtungsspalt und einem Radiallager liegenden Abschnitt des Lagerspaltes miteinander. In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung sind an der Welle zwei Lagerbauteile angeordnet, die zusammen mit der Lagerbuchse zwei Axiallager ausbilden. In dieser Ausgestaltung der Erfindung verbindet der Rezirkulationskanal radial außerhalb der beiden Axiallager verlaufende Abschnitte des Lagerspaltes miteinander.

[0016] Der Rezirkulationskanal weist vorzugsweise zwei oder mehrere in unterschiedlichen Winkeln in Bezug auf die Rotationsachse verlaufende Abschnitte auf. In einer ersten Ausgestaltung verläuft jeder Abschnitt des Rezirkulationskanals ausgehend von der jeweiligen Öffnung ab der einer Stirnseite der Lagerbuchse schräg nach außen in Richtung des Außenumfangs der Lagerbuchse und vereint sich dort mit dem jeweils anderen Abschnitt des Rezirkulationskanals.

[0017] In einer andern Ausgestaltung der Erfindung umfasst der Rezirkulationskanal einen schräg oder parallel zur Rotationsachse verlaufenden Abschnitt und einen etwa senkrecht zur Rotationsachse verlaufenden Abschnitt.

fenden Abschnitt.

[0018] In allen beschriebenen Ausgestaltungen der Erfindung können die beiden Abschnitte des Rezirkulationskanals vorzugsweise in einen Freistich am Außenumfang der Lagerbuchse durchbrechen und sich dort miteinander verbinden. Der Freistich kann auch im Rotorbauteil angrenzend an die Lagerbuchse ausgebildet sein.

[0019] Im Bereich des zweiten Dichtungsspalt oder an beiden Dichtungsspalten kann zur Unterstützung des kapillaren Dichtungsspalts eine dynamische Pumpdichtung angeordnet sein, die durch einander gegenüberliegende, axial oder radial verlaufende Flächen der Lagerbuchse und des zweiten Lagerbauteils bzw. der Welle ausgebildet ist.

[0020] Das fluiddynamische Lager ist insbesondere zur Drehlagerung eines Spindelmotors geeignet, welcher einen Stator und einen Rotor aufweist, und von einem elektromagnetischen Antriebssystem angetrieben wird.

[0021] Der Spindelmotor kann zum Drehantrieb von mindestens einer magnetischen Speicherplatte eines Festplattenlaufwerkes verwendet werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0022] [Fig. 1](#) zeigt einen Schnitt durch einen Spindelmotor mit einer ersten Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Lagers.

[0023] [Fig. 2](#) zeigt einen Schnitt durch einen Spindelmotor mit einer zweiten Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Lagers.

[0024] [Fig. 3](#) zeigt einen Schnitt durch einen Spindelmotor mit einer dritten Ausgestaltung des fluiddynamischen Lagersystems.

[0025] [Fig. 4a](#) zeigt einen Schnitt durch einen Spindelmotor mit einer vierten Ausgestaltung des fluiddynamischen Lagersystems.

[0026] [Fig. 4b](#) zeigt einen Schnitt durch einen Spindelmotor mit einer fünften Ausgestaltung des fluiddynamischen Lagersystems.

Beschreibung von bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung

[0027] Die [Fig. 1](#) zeigt einen Spindelmotor mit einem fluiddynamischen Lager gemäß der Erfindung. Ein solcher Spindelmotor kann zum Antrieb von Speicherplatten eines Festplattenlaufwerkes verwendet werden.

[0028] Der Spindelmotor umfasst eine Basisplatte

10, die eine im Wesentlichen zentrale zylindrische Öffnung aufweist, in welcher ein erstes Lagerbauteil **16** aufgenommen ist. Das erste Lagerbauteil **16** ist etwa topfförmig ausgebildet und umfasst eine zentrale Öffnung, in welcher die Welle **12** befestigt ist. An dem freien Ende der feststehenden Welle **12** ist ein zweites Lagerbauteil **18** angeordnet, das vorzugsweise ringförmig und einteilig mit der Welle **12** ausgebildet ist. Die genannten Bauteile **10**, **12**, **16** und **18** bilden die feststehende Komponente des Spindel Motors. Das fluiddynamische Lager umfasst eine Lagerbuchse **14**, die in einem durch die Welle **12** und die beiden Lagerbauteile **16**, **18** gebildeten Zwischenraum relativ zu diesen Bauteilen drehbar angeordnet ist. Das obere Lagerbauteil **18** ist in einer ringförmigen Aussparung der Lagerbuchse **14** angeordnet. Aneinander angrenzende Flächen der Welle **12**, der Lagerbuchse **14** und der Lagerbauteile **16**, **18** sind durch einen beidseitig offenen Lagerspalt **20** voneinander getrennt, der mit einem Lagerfluid, beispielsweise einem Lageröl, gefüllt ist.

[0029] Die Lagerbuchse **14** hat eine zylindrische Bohrung an deren Innenumfang zwei zylindrische Lagerflächen ausgebildet sind, welche durch eine dazwischen umlaufende Separator-Nut **24** mit vergrößerter Spaltbreite getrennt sind. Diese Lagerflächen umschließen die stehende Welle **12** in einem Abstand von wenigen Mikrometern unter Bildung eines axial verlaufenden Abschnitts des Lagerspalts **20** und sind mit geeigneten Lagerrillenstrukturen versehen, so dass sie mit den jeweils gegenüberliegenden Lagerflächen der Welle **12** zwei fluiddynamische Radiallager **22a** und **22b** ausbilden.

[0030] An das untere Radiallager **22b** schließt sich ein radial verlaufender Abschnitt des Lagerspalts **20** an, der durch radial verlaufende Lagerflächen der Lagerbuchse **14** und entsprechend gegenüber liegende Lagerflächen des ersten Lagerbauteiles **16** gebildet wird. Diese Lagerflächen bilden ein fluiddynamisches Axiallager **26** mit Lagerflächen in Form von zur Drehachse **46** senkrechten Kreisringen. Das fluiddynamische Axiallager **26** ist in bekannter Weise durch spiralförmige Lagerrillenstrukturen gekennzeichnet, die entweder auf der Stirnseite der Lagerbuchse **14**, dem ersten Lagerbauteil **16** oder beiden Teilen angebracht werden können. Die Rillenstrukturen des Axiallagers **26** erstrecken sich vorzugsweise über die ganze Stirnfläche der Lagerbuchse **14**, also von inneren Rand bis zum äußeren Rand. Dadurch ergibt sich im Betrieb eine definierte Druckverteilung im gesamten Axiallagerspalt und Unterdruckzonen werden vermieden, da der Fluidruck von einer radial äußeren zu einer radial inneren Position des Axiallagers kontinuierlich zunimmt. In vorteilhafter Weise sind alle für die Radiallager **22a**, **22b** und das Axiallager **26** notwendigen Lagerrillenstrukturen an der Lagerbuchse **14** angeordnet, was die Herstellung des Lagers insbesondere der Welle **12** und des Lagerbauteils **16**

vereinfacht.

[0031] An den radialen Abschnitt des Lagerspalts **20** im Bereich des Axiallagers **26** schließt sich ein anteilig mit Lagerfluid gefüllter Dichtungsspalt **34** an, der durch einander gegenüberliegende Flächen der Lagerbuchse **14** und des Lagerbauteils **16** gebildet wird und das Ende des Fluidlagersystems an dieser Seite abdichtet. Der Dichtungsspalt **34** umfasst einen gegenüber dem Lagerspalt **20** verbreiterten radial verlaufenden Abschnitt, der in einen sich konisch öffnenden nahezu axial verlaufenden Abschnitt übergeht, der von einer inneren Umfangsfläche der Lagerbuchse **14** und einer äußeren 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 an der Lagerbuchse **14** und dem Lagerbauteil **16** können jeweils relativ zur Drehachse **46** nach innen geneigt sein. Dadurch wird das Lagerfluid bei einer Drehung des Lagers aufgrund der Fliehkraft nach innen in Richtung des Lagerspalts **20** gedrückt.

[0032] An der anderen Seite des Fluidlagersystems ist die Lagerbuchse **14** im Anschluss an das obere Radiallager **22a** so gestaltet, dass es eine radiale verlaufende Fläche ausbildet, die mit einer entsprechend gegenüberliegenden Fläche des zweiten Lagerbauteils **18** einen radialen Spalt bildet. An den radialen Spalt schließt sich ein axial verlaufender Dichtungsspalt **32** an, der das Fluidlagersystem an diesem Ende abschließt. Der Dichtungsspalt **32** umfasst eine durch entsprechende Rillen gekennzeichnete Pumpdichtung **36** und weitet sich am äußeren Ende mit vorzugsweise konischem Querschnitt auf. Der Dichtungsspalt **32** wird durch einander gegenüberliegende Oberflächen der Lagerbuchse **14** und des Lagerbauteils **18** begrenzt und kann von einer ringförmigen Abdeckkappe **30** abgedeckt sein. Die Abdeckkappe **30** ist an einer Stufe **38** der Lagerbuchse **14** gehalten und dort beispielsweise angeklebt. Der innere Rand der Abdeckkappe **30** kann zusammen mit dem Außenumfang der Welle **12** eine Spaltdichtung ausbilden. Dies erhöht die Sicherheit gegen ein Ausreten von Lagerfluid aus dem Dichtungsspalt **32**.

[0033] Die strukturierten Lagerflächen des Fluidlagersystems befinden sich vorzugsweise alle an einem Teil, vorzugsweise der Lagerbuchse **14**, so dass diese relativ einfach mit der geforderten Genauigkeit hergestellt werden können. Aufgrund der Montage des Lagers in dem ersten Lagerbauteil **16**, das als Flansch zur Verbindung mit der Basisplatte **10** dient, ist es möglich, das Fluidlager als Baueinheit zu montieren, mit Lagerfluid zu befüllen und zu testen, bevor

das Fluidlager als Baueinheit mit der Basisplatte **10** verbunden wird.

[0034] Das elektromagnetische Antriebssystem des Spindelmotors wird in bekannter Weise gebildet durch eine an der Basisplatte **10** angeordnete Statoranordnung **42** und einem die Statoranordnung in einem Abstand umgebenden, ringförmigen Permanentmagneten **44**, der an einer inneren Umfangsfläche einer an der Lagerbuchse befestigten Nabe **48** angeordnet ist.

[0035] Da der Spindelmotor nur ein fluiddynamisches Axiallager **26** aufweist, das eine Kraft in Richtung des zweiten Lagerbauteils **18** erzeugt, muss eine entsprechende Gegenkraft oder Vorspannkraft am beweglichen Lagerteil vorgesehen werden, die das Lagersystem axial im Gleichgewicht hält. Hierfür kann die Basisplatte **10** einen ferromagnetischen Ring **40** aufweisen, der dem Rotormagneten **44** axial gegenüberliegt und von diesem magnetisch angezogen wird. Diese magnetische Anziehungskraft wirkt entgegen der Kraft des Axiallagers **26** und hält das Lager axial stabil. Alternativ oder zusätzlich zu dieser Lösung können die Statoranordnung **42** und der Rotormagnet **44** axial zueinander versetzt angeordnet werden, und zwar so, dass der Rotormagnet **44** axial weiter entfernt von der Basisplatte **10** angeordnet wird als die Statoranordnung **42**. Dadurch wird durch das Magnetsystem des Motors eine axiale Kraft aufgebaut, die entgegengesetzt zum Axiallager **26** wirkt.

[0036] Um eine kontinuierliche Durchspülung des Lagersystems mit Lagerfluid sicherzustellen, ist in bekannter Weise ein Rezirkulationskanal **28** vorgesehen. Der Rezirkulationskanal **128** ist ebenfalls mit Lagerfluid gefüllt. Der Rezirkulationskanal **28** ist erfindungsgemäß in der Lagerbuchse **14** angeordnet und umfasst vorzugsweise zwei Abschnitte **28'** und **28''**. Ein erster Abschnitt **28'** verläuft ausgehend von einem radialen Abschnitt des Lagerspalt **20** im Bereich zwischen dem Dichtungsspalt **32** und dem ersten Radiallager **22a** schräg radial nach außen in Richtung des Axiallagers **26**, durchstößt jedoch die Lagerbuchse nicht vollständig sondern vereinigt sich mit dem zweiten Abschnitt **28''** des Rezirkulationskanals **28**. Der Abschnitt zweite **28''** verläuft ausgehend von der Vereinigung mit dem Abschnitt **28'** radial schräg nach innen und mündet radial innerhalb des Axiallagers **26** in den Lagerspalt. Dadurch, dass die beiden Öffnungen des Rezirkulationskanals **28** auf denselben radialen Durchmesser liegen, kann durch Fliehkräfte keine gerichtete Strömung des Lagerfluids im Rezirkulationskanal **28** entstehen. Der Rezirkulationskanal **28** verläuft ausgehend von einer Öffnung radial nach außen und dann wieder radial nach innen zur zweiten Öffnung. Dadurch wird die Ausleitung von Luftblasen aus dem Lagerfluid unterstützt.

[0037] [Fig. 2](#) zeigt einen Schnitt durch einen Spin-

delmotor entsprechend dem Spindelmotor in [Fig. 1](#). Hierbei sind gleiche Bauteile oder Bauteile mit denselben Funktionen mit denselben Bezugszeichen zu ersehen.

[0038] Ein wesentlicher Unterschied zum Spindelmotor gemäß [Fig. 1](#) ist, dass der Rezirkulationskanal **128** zwei Abschnitte **128'** und **128''** aufweist, die ausgehend von ihren Öffnungen zum Lagerspalt **20** am Außendurchmesser der Lagerbuchse **14** durchbrechen. Dies vereinfacht die Herstellung des Rezirkulationskanals, da die beiden Abschnitte **128'** und **128''** als einfache Durchgangsbohrungen ausgebildet werden können, die in einem Kanal **129** am Außenumfang der Lagerbuchse münden. Alternativ kann der Kanal **129** auch am Innenumfang des Rotorbauteils **48** ausgebildet sein. Ein Austreten des Lagerfluids aus dem Kanal und Rezirkulationskanal **28** ist ausgeschlossen, da die Lagerbuchse fest mit dem Rotorbauteil **48** verpresst ist.

[0039] [Fig. 3](#) zeigt einen Schnitt durch einen Spindelmotor mit einer dritten Ausgestaltung des fluiddynamischen Lagersystems.

[0040] Der Spindelmotor umfasst eine feststehende Basisplatte **110**. In einer Öffnung der Basisplatte **110** ist eine Welle **112** angeordnet und fest mit der Basisplatte verbunden. Ein ringförmiges Lagerbauteil **116** ist an dem oberen freien Ende der Welle **112** angeordnet. Am unteren, der Basisplatte **110** zugewandten Bereich der Welle **112** ist ein zweites Lagerbauteil **118** angeordnet. Zwischen den beiden Lagerbauteilen **116** und **118** wird ein ringförmiger Zwischenraum gebildet, in welchem eine Lagerbuchse **114** angeordnet ist. Die Lagerbuchse **114** besitzt eine zentrale Bohrung zur Aufnahme der Welle **112** und ist auf der Welle um eine Drehachse **146** drehbar gelagert. Die Bohrung der Lagerbuchse **114** hat einen Durchmesser, der geringfügig größer ist als der Außendurchmesser der Welle **112**, und die Lagerbuchse **114** hat eine axiale Länge, die geringfügig kleiner ist als die axiale Länge des Zwischenraums zwischen den beiden Lagerbauteilen **116**, **118**. Dadurch ergibt sich zwischen den sich gegenüberliegenden Oberflächen der Welle **112**, den beiden Lagerbauteilen **116**, **118** und der Lagerbuchse **114** ein Lagerspalt **120**, der mit einem Lagerfluid, vorzugsweise einem Lageröl gefüllt ist. Der Außenumfang der Lagerbuchse **114** weist verlängerte Enden auf, die Aussparungen zur Aufnahme der Lagerbauteile **116**, **118** bilden. Die Lagerbuchse **114** bildet das bewegliche Bauteil des Lagersystems, während die Welle **112** und die beiden Lagerbauteile **116**, **118** das feststehende Bauteil des Lagersystems bilden.

[0041] Die dargestellte Lageranordnung umfasst mindestens zwei Radiallager **122a**, **122b**. Die Radiallager **122a**, **122b** werden gebildet durch die aneinander angrenzenden und durch den Lagerspalt **20** von-

einander getrennten Oberflächen der Welle **112** und der Lagerbuchse **114**. Die Radiallager **122a**, **122b** umfassen in bekannter Weise Druck erzeugende Lagerrillenstrukturen, die auf mindestens einer der gepaarten Lageroberflächen, beispielsweise der Oberfläche der Lagerbuchse **114** aufgebracht sind.

[0042] Die axialen Kräfte des Lagersystems werden durch zwei zueinander entgegengesetzt wirkende Axiallager **126a**, **126b** aufgenommen. Das erste Axiallager **126a** wird gebildet durch sich gegenüberliegende Oberflächen der Stirnseite der Lagerbuchse **114** und dem ersten Lagerbauteil **116**. Das zweite Axiallager wird gebildet durch sich gegenüberliegenden Oberflächen der Stirnseiten der Lagerbuchse **114** und dem zweiten Lagerbauteil **118**. Auch die Axiallager sind definiert durch spiralförmige oder fischgrätenförmige Lagerrillenstrukturen, die entweder auf der Stirnfläche der Lagerbuchse **114** oder aber der beiden Lagerbauteile **116**, **118** aufgebracht sind.

[0043] Die offenen Enden des Lagerspaltes **120**, radial außerhalb der Axiallager **126a**, **126b**, sind durch entsprechende Dichtmittel abgedichtet. Der untere Bereich des Lagerspaltes **120** geht über in einen Dichtungsspalt **134**, der gebildet wird durch den Außenumfang des zweiten Lagerbauteils **118** und einen gegenüber liegenden Innenumfang der Lagerbuchse **114**. Der Dichtungsspalt **134** ist mit dem Lagerspalt verbunden und anteilig mit Lagerfluid gefüllt. Der Dichtungsspalt **134** bildet eine konische Kapillardichtung, die außerdem als ein Ausgleichsvolumen und Reservoir für das Lagerfluid dient.

[0044] Der obere Dichtungsbereich umfasst einen axial verlaufenden Dichtungsspalt **132**, der sich an das Axiallager **126a** anschließt. Der Dichtungsspalt **132** umfasst eine Pumpdichtung **136** und weitet sich am äußeren Ende mit vorzugsweise konischem Querschnitt auf. Der Dichtungsspalt **132** wird durch einander gegenüberliegende Oberflächen der Lagerbuchse **114** und der Lageplatte **118** begrenzt und kann von einer ringförmigen Abdeckkappe **130** abgedeckt sein. Die Abdeckkappe **130** ist an einer Stufe **138** der Lagerbuchse **114** gehalten und dort beispielsweise angeklebt. Der innere Rand der Abdeckkappe **130** kann zusammen mit dem Außenumfang der Welle **112** eine Spaltdichtung ausbilden. Dies erhöht die Sicherheit gegen ein Austreten von Lagerfluid aus dem Dichtungsspalt **132**.

[0045] Die Lagerbuchse **114** ist von einer Nabe **148** umgeben des Spindelmotors umgeben. Die Nabe **148** ist beispielsweise über eine Press-, Klebe- oder Schweißverbindung mit der Lagerbuchse **114** verbunden. Zum Drehantrieb des Spindelmotors ist ein elektromagnetisches Antriebssystem vorhanden. An der Basisplatte **110** ist eine Statoranordnung **142** angeordnet, die aus einer Mehrzahl von Statorwicklungen besteht. Die Statorwicklungen der Statoranord-

nung **142** sind in geringem Abstand von einem ringförmigen Permanentmagneten **144** umgeben, der an der Nabe **148** befestigt ist. Als magnetischer Rückschluss dient ein Joch **143**, welches den Magneten **144** umgibt.

[0046] Die beiden offenen Enden des Lagerspaltes **120**, insbesondere die Abschnitte des Lagerspaltes radial außerhalb der Axiallager **126a**, **126b**, sind durch einen Rezirkulationskanal **128** miteinander verbunden. Dadurch ergibt sich ein geschlossener Flüssigkeitskreislauf und das Lagerfluid kann im Lagerspalt **120** zirkulieren.

[0047] Der Rezirkulationskanal **128** umfasst wiederum zwei Abschnitte **128'** und **128''**, die ausgehend von Abschnitten des Lagerspaltes radial außerhalb der beiden Axiallager **126a** und **126b** schräg nach außen bis an den Außenumfang der Lagerbuchse **114** verlaufen. Am Außenumfang der Lagerbuchse treffen sich die beiden Abschnitte **128'** und **128''**. Auch hier sind die Öffnungen des Rezirkulationskanals **128** auf demselben radialen Durchmesser angeordnet, während andere Bereiche des Rezirkulationskanals sich bis zu einem größeren radialen Durchmesser, insbesondere bis zum Durchmesser der Lagerbuchse **114** erstrecken.

[0048] Die [Fig. 4a](#) und [Fig. 4b](#) zeigen weitere Ausgestaltungen eines erfindungsgemäßen Lagersystems und Spindelmotors. Diese Ausgestaltungen des Motors entsprechen im Wesentlichen den Ausgestaltungen aus den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#), wobei hier kein oberes Lagerbauteil vorhanden ist, sondern die Welle durchgehend zylindrisch ausgebildet ist. Für den Grundaufbau des Spindelmotors und Lagersystems gilt die Beschreibung von [Fig. 1](#), wobei in den [Fig. 4a](#) und [Fig. 4b](#) gleiche Bauteile mit denselben Bezugszeichen versehen sind unter Voranstellung der Ziffer „2“.

[0049] [Fig. 4a](#) zeigt einen Rezirkulationskanal **228**, der einen ersten Abschnitt **228'** aufweist, der senkrecht zur Rotationsachse **246** verläuft, sowie einen zweiten Abschnitt **228''**, der schräg zur Rotationsachse **246** verläuft. Der erste Abschnitt verläuft ausgehend vom Lagerspalt im Bereich zwischen dem Radiallager **228a** und der Pumpdichtung **236** radial nach außen bis in einen Kanal **229**, der im Übergangsbereich zwischen dem Rotorbauteil **248** und der Lagerbuchse **214** angeordnet ist. Der zweite Abschnitt **228''** des Rezirkulationskanals **228** verläuft ausgehend von einem Bereich des Lagerspaltes radial innerhalb des Axiallagers **226** schräg nach außen und mündet ebenfalls in dem Kanal **229**. Der obere Dichtungsbereich bzw. Dichtungsspalt **232** wird in diesem Ausführungsbeispiel gebildet durch Oberflächen der Welle **212** und der Lagerbuchse **214**. Gleichermäßen wird auch die Pumpdichtung **236** durch Oberflächen der Welle **212** und der Lagerbuchse **214** gebildet. Die

beiden in den Lagerspalt **20** mündenden Öffnungen des Rezirkulationskanals sind im Wesentlichen auf demselben radialen Durchmesser angeordnet. Die in den Kanal **229** mündenden Bereiche des Rezirkulationskanals **228** sind auf einem wesentlich größeren radialen Durchmesser angeordnet als die beiden Öffnungen.

[0050] [Fig. 4b](#) zeigt einen Rezirkulationskanal **328**, der einen ersten, radial nach außen verlaufenden Abschnitt **328'** aufweist, sowie einen zweiten schräg zur Rotationsachse **246** gerichteten Abschnitt **328''**. Der erste Abschnitt **328'** verläuft wiederum ausgehend vom Lagerspalt **220** zwischen dem Radiallager **222a** und der Pumpdichtung **236** radial nach außen und trifft innerhalb der Lagerbuchse **214** auf den zweiten Abschnitt **328''**, der schräg zur Drehachse **236** die Lagerbuchse durchläuft und radial innerhalb des Axiallagers **226** in den Lagerspalt mündet.

Bezugszeichenliste

10, 110, 210	Basisplatte
12, 112, 212	Welle
14, 114, 214	Lagerbuchse
16, 116, 216	Lagerbauteil
18, 118	Lagerbauteil
119	Lagerbauteil
20, 120, 220	Lagerspalt
22a, 22b; 122a, 122b, 222a, 222b	Radiallager
24, 124, 224	Separator
26, 126a, 126b, 226	Axiallager
28, 128, 228, 328	Rezirkulationskanal
28', 128', 228', 328'	Abschnitt des Rezirkulationskanals
28'', 128'', 228'', 328''	Abschnitt des Rezirkulationskanals
129, 229	Kanal
30, 130	Abdeckkappe
32, 132, 232	zweiter Dichtungsspalt
34, 134, 234	erster Dichtungsspalt
36, 136, 236	Pumpdichtung
38, 138	Stufe
40, 240	ferromagnetischer Ring
42, 142, 242	Statoranordnung
143	Joch
44, 144, 244	Magnet
46, 146, 246	Rotationsachse
48, 148, 248	Nabe

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 102006002286 A1 [\[0004\]](#)
- DE 102008052469 A1 [\[0004\]](#)

Patentansprüche

1. Fluidodynamisches Lagersystem, welches aufweist:

mindestens ein feststehendes Bauteil, mindestens ein rotierendes Bauteil, das relativ zum feststehenden Bauteil um eine Rotationsachse (**46; 146; 246**) drehbar gelagert ist, mindestens einen Lagerspalt (**20; 120; 220**), der zwischen einander gegenüberliegenden Flächen des feststehenden und rotierenden Bauteils ausgebildet ist und mindestens zwei offene Enden aufweist, die durch Dichtungsmittel gegenüber der Umgebung abgedichtet sind, mindestens ein fluidodynamisches Radiallager (**22a, 22b; 122a, 122b; 222a, 222b**) im Bereich eines axialen Abschnitts des Lagerspalts (**20; 120; 220**), gebildet durch einander zugeordnete Lagerflächen des feststehenden und rotierenden Bauteils, mindestens ein fluidodynamisches Axiallager (**26; 126a, 126b; 226**) im Bereich eines radialen Abschnitts des Lagerspalts (**20; 120; 220**), gebildet durch einander zugeordnete Lagerflächen des feststehenden und rotierenden Bauteils, und einen Rezirkulationskanal (**28; 128; 228; 328**) mit zwei Öffnungen, der mit Lagerfluid gefüllt ist und von einander entfernte Abschnitte des Lagerspalts (**20; 120; 220**) miteinander verbindet, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Öffnungen des Rezirkulationskanals (**28; 128; 228; 328**) in demselben radialen Abstand von der Rotationsachse (**46; 146; 246**) in den Lagerspalt (**20; 120; 220**) oder einen mit dem Lagerspalt verbundenen Spalt münden, wobei Abschnitte des Rezirkulationskanals (**28; 128; 228; 328**) einen größeren radialen Abstand zur Rotationsachse aufweisen als die Öffnungen.

2. Fluidodynamisches Lagersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das feststehende Bauteil eine Welle (**12; 112; 212**) umfasst, die direkt oder indirekt an einer Basisplatte (**10; 110; 210**) befestigt ist.

3. Fluidodynamisches Lagersystem nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das rotierende Bauteil eine Lagerbuchse (**14; 114; 214**) und ein Rotorbauteil (**48; 148; 248**) umfasst.

4. Fluidodynamisches Lagersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Lagerbuchse ein Teil des Rotorbauteils bildet.

5. Fluidodynamisches Lagersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle (**12; 112; 212**) mittels eines ersten Lagerbauteils (**16; 119; 216**) an der Basisplatte (**10; 110; 210**) befestigt ist.

6. Fluidodynamisches Lagersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass an einem Ende der Welle (**12; 112**) ein zweites Lagerbauteil (**18; 118**) angeordnet ist.

7. Fluidodynamisches Lagersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Rezirkulationskanal (**28; 128; 228; 328**) in der Lagerbuchse angeordnet ist.

8. Fluidodynamisches Lagersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Rezirkulationskanal (**28**) einen Abschnitt des Lagerspalts im Bereich des Axiallagers (**26**) mit einem zwischen dem zweiten Dichtungsspalt (**32**) und einem Radiallager (**22a**) liegenden Abschnitt des Lagerspalts (**20**) verbindet.

9. Fluidodynamisches Lagersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass an der Welle (**112**) zwei Lagerbauteile (**116; 119**) angeordnet sind, die zusammen mit der Lagerbuchse zwei Axiallager (**128a; 128b**) ausbilden.

10. Fluidynamisches Lagersystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Rezirkulationskanal (**128**) radial außerhalb der beiden Axiallager (**126a, 126b**) verlaufende Abschnitte des Lagerspalts (**120**) miteinander verbindet.

11. Fluidynamisches Lagersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Rezirkulationskanal (**28; 128; 228; 328**) zwei oder mehrere in unterschiedlichem Winkel in Bezug auf die Rotationsachse (**48; 148; 248**) verlaufende Abschnitte (**28'; 128'; 228'; 328'; 28''; 128''; 228''; 328''**) aufweist.

12. Fluidynamisches Lagersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Abschnitt (**28'; 128'; 228'; 28''; 128''; 228''**) des Rezirkulationskanals (**28; 128; 228**) ausgehend von einer Stirnseite der Lagerbuchse (**14; 114; 214**) radial nach außen in Richtung des Außenumfangs der Lagerbuchse verläuft und sich dort mit dem jeweils anderen Abschnitt vereint.

13. Fluidynamisches Lagersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Rezirkulationskanal (**228; 328**) einen schräg oder parallel zur Rotationsachse (**246**) verlaufenden Abschnitt (**228''; 328''**) und einen senkrecht zur Rotationsachse verlaufenden Abschnitt (**228'; 328'**) aufweist.

14. Fluidynamisches Lagersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Abschnitte (**128'; 128''; 228'; 228''**) des Rezirkulationskanals (**128; 228**) in einen Freistich (**129; 229**) am Außenumfang der Lagerbuchse (**114; 214**)

durchbrechen.

15. Fluiddynamisches Lagersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Lagerbuchse (**14; 114; 214**) Oberflächen aufweist, die derart geformt sind, dass sie zusammen mit Oberflächen des ersten Lagerbauteils (**16; 116; 119; 216**) einen ersten Dichtungsspalt (**34; 124; 234**) einer kapillaren Spaltdichtung bilden.

16. Fluiddynamisches Lagersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Lagerbuchse (**14; 114; 214**) Oberflächen aufweist, die derart geformt sind, dass sie zusammen mit Oberflächen des zweiten Lagerbauteils (**18; 118**) oder der Welle (**212**) einen zweiten Dichtungsspalt (**32; 132; 232**) einer kapillaren Spaltdichtung bilden.

17. Fluiddynamisches Lagersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass eine dynamische Pumpdichtung (**36; 136; 236**) zwischen einander gegenüber liegenden axial verlaufenden Flächen der Lagerbuchse (**14; 114; 214**) und des zweiten Lagerbauteils (**18; 118**) oder der Welle (**212**) ausgebildet ist.

18. Spindelmotor mit einem Stator und einem Rotor, der mittels des fluiddynamischen Lagersystems gemäß den Ansprüchen 1 bis 17 gegenüber dem Stator drehgelagert ist, und einem elektromagnetischen Antriebssystem zum Antrieb des Rotors.

19. Festplattenlaufwerk mit einem Spindelmotor gemäß Anspruch 18 zum Drehantrieb von mindestens einer magnetischen Speicherplatte, sowie einer Schreib- und Lesevorrichtung zum Schreiben und Lesen von Daten auf oder von der magnetischen Speicherplatte.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

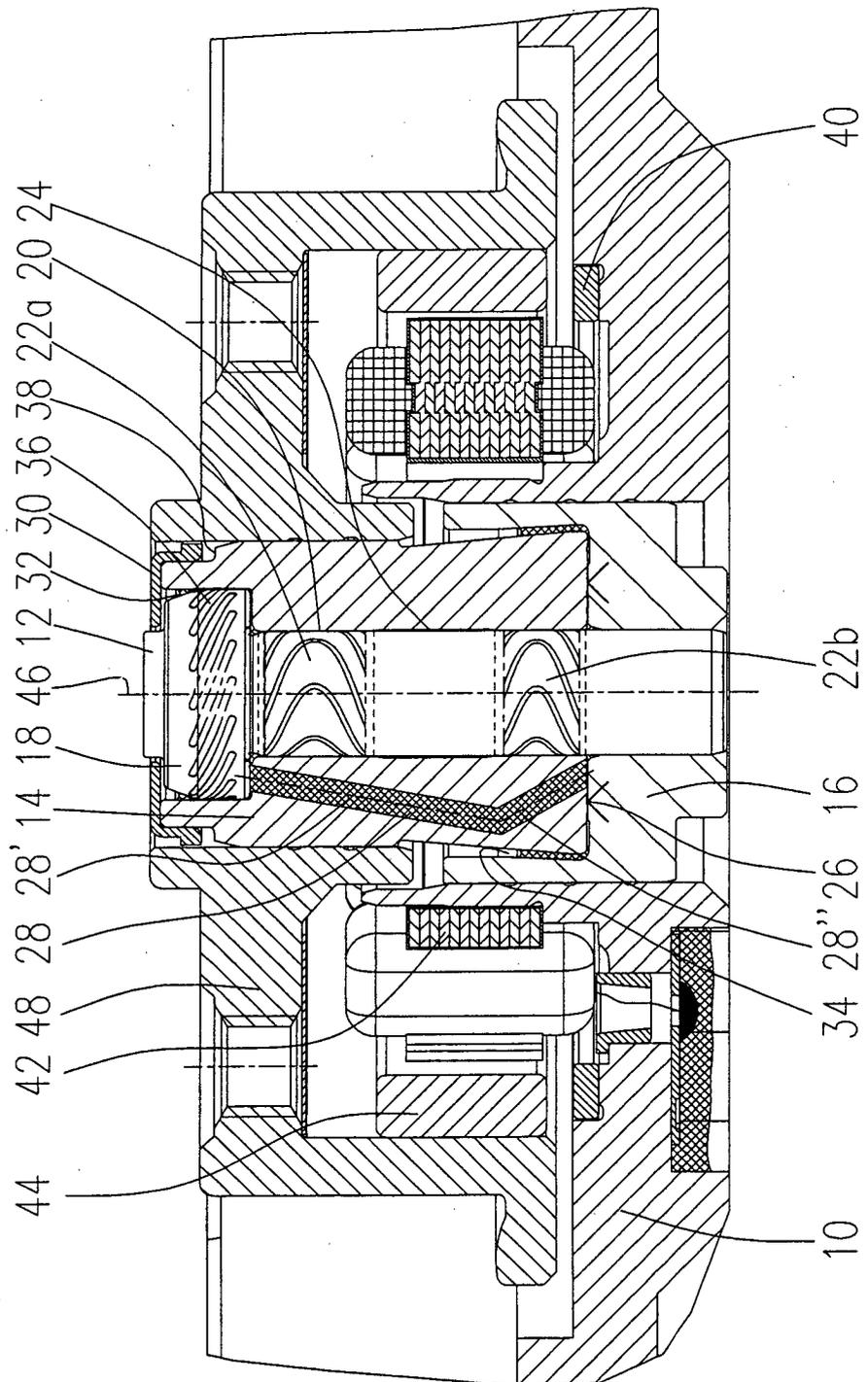


Fig. 1

Fig. 2

