



(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2023/113952**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜbkG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2022 005 959.1**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2022/049632**  
(86) PCT-Anmeldetag: **10.11.2022**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **22.06.2023**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **17.10.2024**

(51) Int Cl.: **F04D 29/046** (2006.01)  
**F04D 29/06** (2006.01)  
**F16C 37/00** (2006.01)  
**F16C 17/24** (2006.01)  
**F16C 33/16** (2006.01)

(30) Unionspriorität:  
**17/549,628**                      **13.12.2021**      **US**

(71) Anmelder:  
**Championx LLC, Sugar Land, TX, US**

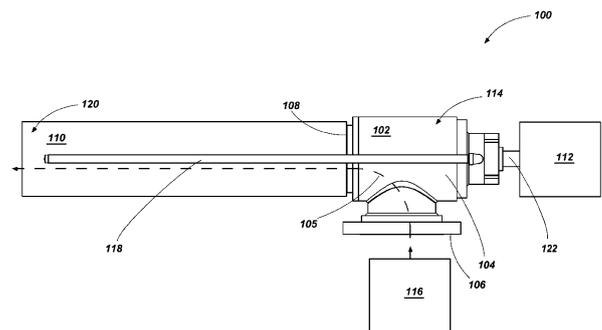
(74) Vertreter:  
**HERTIN & Partner Rechts- und Patentanwälte  
PartG mbB, 10707 Berlin, DE**

(72) Erfinder:  
**Champlin, Brett, Frederick, CO, US; Witt, Joey,  
Frederick, CO, US; Hicks, Brian, Frederick, CO,  
US; Hagemann, Alex, Frederick, CO, US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **LAGERBAUGRUPPEN, GERÄTE, VORRICHTUNGEN, SYSTEME UND VERFAHREN  
EINSCHLIESSLICH LAGER**

(57) Zusammenfassung: Lager-Baugruppen, -Vorrichtungen, -Systeme und -Verfahren umfassen Lagerbaugruppen mit einem oder mehreren Lagerelementen in einem Lagergehäuse zur Lagerung einer Welle, die sich durch mindestens einen Teil des Lagergehäuses erstreckt. Die Lagerbaugruppe umfasst eine Rezirkulationsleitung zur Zuführung von Fluid in das Lagergehäuse an einer von einem Fluideinlass des Lagergehäuses getrennten Stelle, um das eine oder die mehreren Lagerelemente während des Betriebs der Welle zumindest teilweise thermisch zu regulieren, zu schmieren und/oder zu spülen.



**Beschreibung**QUERVERWEIS AUF VERWANDTE  
ANMELDUNGEN

**[0001]** Diese Anmeldung beansprucht die Vorteile des Anmeldedatums der vorläufigen US-Patentanmeldung Nr. 17/549,628 mit dem Titel „BEARING ASSEMBLIES, APPARATUSES, DEVICES, SYSTEMS, AND METHODS INCLUDING BEARINGS“, die am 13. Dezember 2021 eingereicht wurde und deren Offenbarung hiermit durch diesen Verweis in vollem Umfang einbezogen wird.

## TECHNISCHES GEBIET

**[0002]** Diese Anwendung bezieht sich auf Lagerbaugruppen (z. B. Axiallagerbaugruppen) zur Verwendung mit Geräten und Baugruppen, wie z. B. Systeme zur Handhabung von Fluiden (Fluid-Handling-Systeme). Eine oder mehrere Ausführungsformen der Offenbarung können beispielsweise eine Axiallagerbaugruppe umfassen, die einen Teil einer Welle einer anderen Komponente eines Systems trägt und einen Fluidpfad zur Wärmeregulierung (z. B. Kühlung) der Lager umfasst, während Fluid zur Schmierung und/oder Spülung von Feststoffen um die Lagerbaugruppe herum zirkuliert wird. In einigen Ausführungsformen können die Lagerbaugruppen eine Welle einer Pumpe aufnehmen, wie z. B. eine horizontale Oberflächenpumpe und zugehörige Baugruppen, Vorrichtungen, Systeme und Verfahren.

## HINTERGRUND

**[0003]** Druck- und Lagervorrichtungen werden häufig in einer Vielzahl von mechanischen Anwendungen eingesetzt. So können beispielsweise unterirdische Bohrsysteme, Turbomaschinen (z. B. Kompressoren), Wasserkraftwerke, Windmühlen, Kräne, Turbinengeneratoren, Pumpen und Kraftwerksmaschinen Lagerbaugruppen verwenden.

**[0004]** Systeme und Vorrichtungen (z. B. Systeme zur Handhabung von Fluiden) können ein oder mehrere Axiallager- und/oder Lagervorrichtungen umfassen, die mit der Antriebsmaschine (z. B. Motor oder Triebwerk) verbunden sind, um die während des Betriebs (z. B. Rotation) erzeugten Lasten zu tragen. Die in solchen Systemen verwendeten Lagervorrichtungen können jeweils einen Stator, der nicht rotiert, und einen Rotor umfassen, der von dem Stator umgeben ist und an der Abtriebswelle befestigt ist, um mit der Abtriebswelle zu rotieren. Der Stator und der Rotor können jeweils eine Vielzahl von superharten Lagerelementen oder Lagereinlagen in axialer und/oder radialer Ausrichtung enthalten, die während der Rotation der Welle als Verschleißflächen wirken.

**[0005]** Wie bereits erwähnt, können Axiallagerbaugruppen in horizontalen Oberflächenpumpen verwendet werden, die eine mit einer Pumpe (z. B. einer Tauchpumpe) gekoppelte Axiallagerbaugruppe umfassen. Solche Tauchpumpen werden typischerweise eingesetzt, um Fluide in Bohrlöchern wie Öl-, Wasser- oder Gasbohrlöchern künstlich an die Oberfläche zu befördern. Fluide können jedoch auch unter Druck gesetzt und zwischen Orten an der Oberfläche bewegt und/oder durch eine Versorgungsleitung zu einem Tank transportiert werden. In solchen Fällen können Unterwasserpumpen als Oberflächenpumpen in horizontalen Pumpsystemen eingesetzt werden. Horizontale Oberflächenpumpen können auch für hydraulische Hebevorgänge (z. B. Strahlpumpen), Salzwasserentsorgung, Wassereinspritzung und andere Fluidtransferanwendungen verwendet werden. Horizontale Pumpenbaugruppen umfassen in der Regel eine mehrstufige Zentrifugalpumpe, die horizontal an einem Gestell montiert ist und von einem Elektromotor über eine Welle angetrieben wird. Solche horizontalen Pumpenbaugruppen sind in U.S. Pat. Nr. 10,036,398 offenbart, dessen Offenbarung hier in vollem Umfang durch diesen Verweis aufgenommen wird.

**[0006]** Um den Druck der Pumpe zu bewältigen, wird üblicherweise eine eigenständige Druckkammer zwischen der Antriebsmaschine und dem Einlass der horizontalen Pumpenbaugruppe angeordnet. Die Axiallager in der Druckkammer sind in einer Kavität in Öl eingetaucht und tragen die Druckkraft der Pumpe und halten die Wellenausrichtung aufrecht. Eine herkömmliche horizontale Oberflächenpumpe enthält in der Regel hydrodynamische Lager und Wälzlager als Axiallager. Wälzlager verschleißten jedoch aufgrund der hohen Drehzahlen und Belastungen, denen die horizontalen Pumpen ausgesetzt sind, relativ schnell. Außerdem verfügen herkömmliche Lager oft nicht über eine ausreichende Oberfläche, um die für horizontale Oberflächenpumpen erforderlichen Lasten zu tragen. Darüber hinaus sind herkömmliche hydrodynamische Lager häufig von Verunreinigungen und einer Deteriorierung des Öls in der Druckkammer betroffen. Verunreinigungen führen häufig zu Lagerausfällen, bei denen die gesamte Druckkammer einer konventionellen horizontalen Pumpenbaugruppe ausgetauscht werden muss, was zeitaufwändig und teuer ist. Die Deteriorierung wird in der Regel durch geplante vorbeugende Wartung (z. B. Ölaustausch oder Überwachung) kontrolliert, was die Betriebszeit der Anlage verringern und die Wartungskosten erhöhen kann.

## ZUSAMMENFASSUNG

**[0007]** Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung können sich auf Lagerbaugruppensysteme, Lagervorrichtungen und zugehörige Verfahren beziehen. Gemäß einigen Ausführungsformen kann eine

Lagervorrichtung ein Lagergehäuse umfassen, das einen Fluideinlass zur Aufnahme eines Fluids von einer stromaufwärts gelegenen Fluidquelle und einen Fluidauslass zum Abführen des Fluids an eine stromabwärts gelegene, mit dem Lagergehäuse verbundene, Komponente aufweist. Das Lagergehäuse kann einen Fluidpfad zwischen dem Fluideinlass und dem Fluidauslass definieren. Die Lagervorrichtung kann ferner ein oder mehrere Lagerelemente enthalten, die ein superhartes Material und eine Welle umfassen, die sich durch mindestens einen Teil des Lagergehäuses erstreckt, wobei die Welle derart konfiguriert ist, dass diese von einer Antriebsmaschine angetrieben wird. Das eine oder die mehreren Lagerelemente können derart konfiguriert sein, dass diese die Welle in einer axialen und radialen Richtung stützen, wenn die Welle durch den Motor betrieben wird. Die Lagervorrichtung kann ferner eine Rezirkulationsleitung umfassen, die sich in das Lagergehäuse erstreckt. Die Rezirkulationsleitung kann ein anderes Fluid in das Lagergehäuse an einer vom Fluideinlass getrennten Stelle zuführen, wobei die Rezirkulationsleitung derart positioniert ist, dass diese das Fluid durch das eine oder die mehreren Lagerelemente leitet.

**[0008]** Gemäß einigen Ausführungsformen kann ein System zur Handhabung von Fluiden eine stromabwärts gelegene Komponente und eine mit der stromabwärts gelegenen Komponente gekoppelte Lagerbaugruppe umfassen. Die Lagerbaugruppe umfasst ein Lagergehäuse, das einen Fluideinlass zur Aufnahme eines Fluids von einer stromaufwärts gelegenen Fluidquelle und einen Fluidauslass zum Abführen des Fluids an die mit dem Lagergehäuse verbundene stromabwärts gelegene Komponente umfasst, wobei das Lagergehäuse einen Fluidpfad zwischen dem Fluideinlass und dem Fluidauslass definiert. Die Lagervorrichtung kann ferner eine Welle umfassen, die sich durch mindestens einen Teil des Lagergehäuses erstreckt. Ein oder mehrere Lagerelemente können ein superhartes Material umfassen, wobei das eine oder die mehreren Lagerelemente derart konfiguriert sind, dass diese die Welle in einer oder mehreren axialen Richtungen oder in einer radialen Richtung stützen, während die Welle betrieben wird. Die Lagervorrichtung kann ferner eine Rezirkulationsleitung umfassen, die sich von der stromabwärts gelegenen Komponente in das Lagergehäuse erstreckt. Die Rezirkulationsleitung dient dazu, ein anderes Fluid in das Lagergehäuse entlang eines sekundären Fluidpfads zuzuführen, der vom Fluidpfad des Lagergehäuses getrennt ist, wobei die Rezirkulationsleitung derart angeordnet ist, dass diese das Fluid durch das eine oder die mehreren Lagerelemente leitet.

**[0009]** Gemäß einigen Ausführungsformen können Verfahren zur Verwendung einer Lagerbaugruppe Folgendes umfassen: Rotation einer Welle, welche

sich durch ein Lagergehäuse erstreckt; Stützen der Welle mit Lagerelementen, die ein superhartes Material umfassen; Leiten von Quellfluid durch das Lagergehäuse entlang eines ersten Fluidpfads, der sich zwischen einem Fluideinlass und einem Fluidauslass erstreckt; Zuführen eines Lagerfluids entlang eines zweiten Fluidpfads in Fluidverbindung mit den Lagerelementen; wobei der erste Fluidpfad aus dem Lagergehäuse abgeführt wird, ohne auf die Lagerelemente zu treffen; und Vereinigung des Lagerfluids und des Quellfluids nach dem Zuführen des Lagerfluids entlang des zweiten Fluidpfads in Fluidverbindung mit den Lagerelementen.

**[0010]** Merkmale jeder der in der vorliegenden Offenbarung betrachteten Ausführungsformen können ohne Einschränkung in Übereinstimmung mit den hierin beschriebenen allgemeinen Prinzipien in Kombination miteinander verwendet werden. Diese und andere Ausführungsformen, Merkmale und Vorteile werden beim Lesen der folgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen und Ansprüchen besser verstanden.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0011]** Die beigefügten Zeichnungen veranschaulichen eine Reihe von beispielhaften Ausführungsformen und sind Teil der Beschreibung. Zusammen mit der folgenden Beschreibung demonstrieren und erläutern diese Zeichnungen verschiedene Prinzipien der vorliegenden Offenbarung.

**Fig. 1** ist eine vereinfachte Seiten- oder Draufsicht eines Systems zur Handhabung von Fluiden (Fluid-Handling-System) mit einer Lagervorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung.

**Fig. 2** ist eine Querschnittsansicht einer Lagervorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung.

**Fig. 3** ist eine Querschnittsansicht einer Lagervorrichtung, die Fluidpfade gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung zeigt.

**Fig. 4** ist eine Querschnittsansicht einer Lagervorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung.

**Fig. 5** ist eine Querschnittsansicht einer Lagervorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung.

**Fig. 6** ist eine perspektivische Explosionsdarstellung einer Lagerbaugruppe gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung.

**Fig. 7** ist eine perspektivische Explosionsansicht einer Lagerbaugruppe gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung.

**Fig. 8** ist eine perspektivische Ansicht einer horizontalen Oberflächenpumpenbaugruppe gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

**[0012]** Die hier verwendeten Begriffe „superabrasiv“ und „superhart“ können sich auf jedes Material mit einer Härte beziehen, die mindestens der Härte von Wolframkarbid entspricht. Ein superharter Gegenstand kann beispielsweise ein Erzeugnis sein, von dem zumindest ein Teil eine Härte aufweist, die gleich oder größer ist als die Härte von Wolframkarbid.

**[0013]** Die hier verwendeten relationalen Begriffe, wie z. B. „erster“, „zweiter“, „oberer“, „unterer“ usw., dienen im Allgemeinen der Klarheit und dem besseren Verständnis der Offenbarung und der beigefügten Zeichnungen und bedeuten nicht, dass eine bestimmte Präferenz, Ausrichtung oder Reihenfolge erforderlich ist, es sei denn, aus dem Kontext geht eindeutig etwas anderes hervor.

**[0014]** Wie hierin verwendet, bedeutet der Begriff „und/oder“ alle Kombinationen von einem oder mehreren der aufgeführten Punkte.

**[0015]** Die hier verwendeten Begriffe „vertikal“, „lateral“ und „radial“ beziehen sich auf die in den Abbildungen dargestellten Ausrichtungen.

**[0016]** Wie hierin verwendet, bedeutet der Begriff „im Wesentlichen“ oder „ungefähr“ in Bezug auf einen bestimmten Parameter, dass der gegebene Parameter, die Eigenschaft oder die Bedingung mit einer geringen Abweichung, z. B. innerhalb akzeptabler Fertigungstoleranzen, erfüllt wird. Ein Parameter, der im Wesentlichen erfüllt ist, kann zum Beispiel zu mindestens 90 %, zu mindestens 95 %, zu mindestens 99 % oder sogar zu 100 % erfüllt sein.

**[0017]** Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung beziehen sich auf beispielhafte Lagerbaugruppen und Lagervorrichtungen mit superharten Lagerelementen. Diese Lagervorrichtungen können Radiallager, Axiallager und andere Lager umfassen, die ohne Einschränkung in einem Gehäuse (z. B. in einem kombinierten Einlass- und Axialgehäuse oder -kammer) angeordnet sind. Solche Lagerbaugruppen und Lagervorrichtungen können in einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt werden, z. B. in Pumpen (z. B. horizontalen Oberflächenpumpen), Bohrsystemen, Turbinen, Windrädern, Kränen, Maschinen, Pumpen und allen anderen geeigneten Anwendungen, ohne Einschränkung.

**[0018]** Wie weiter unten näher erläutert, können die Lagerbaugruppen und Lagervorrichtungen eine

Rezirkulationsfunktion aufweisen (z. B. eine Spülfunktion, eine Schmierfunktion, eine Wärmeregulierungsfunktion, eine Funktion zur Zuführung von Chemikalien zur Behandlung von Prozessfluid in die Pumpenbaugruppe durch die Rezirkulationsleitung und/oder usw.). Beispielsweise kann das Gehäuse der Lagerbaugruppe einen Rezirkulationsströmungspfad aufweisen, der von einem oder mehreren Rohren gespeist wird und einen unabhängigen Fluidstrom bereitstellt (z. B. entlang eines von einem primären Fluidpfad durch die Baugruppe getrennten Strömungspfads), der zum Kühlen, Schmieren und/oder Spülen der Lager Elemente der Lagerbaugruppe dient. In einigen Ausführungsformen kann das Fluid ein beliebiges geeignetes Arbeitsfluid sein, wie z. B. Öl, Wasser, Kohlenwasserstoffe, Brom, Kombinationen davon oder jedes andere Arbeitsfluid, das durch das System gepumpt werden kann und das zum Kühlen, Schmieren und/oder Spülen der Lager des Systems dient.

**[0019]** Wie bereits erwähnt, können verschleißfeste, superharte Materialien für Lager Elemente in den Lagerbaugruppen verwendet werden. In einigen Ausführungsformen können solche Lager Elemente, die superharte Materialien enthalten, einen oder mehrere polykristalline Diamantkompakte (PDKs) umfassen. Die Lager Elemente können beispielsweise Rotor- und Statorlagerringe (z. B. aus einem metallischen Material wie Stahl) umfassen, die jeweils derart konfiguriert sind, dass diese eine Reihe von superharten Lager Elementen aufnehmen können. Jedes superharte Lager Element kann eine Schicht aus superhartem Material (z. B. polykristalliner Diamant (PKD)) enthalten, die auf einem Substrat, z. B. einem zementierten Wolframkarbidsubstrat, ausgebildet ist. Ein oder mehrere superharte Lager Elemente können an einem Lagerrotor oder -stator durch Einpressen, Löten oder durch andere geeignete Befestigungsmethoden angebracht werden. In einigen Ausführungsformen haben in einem Radiallager die an einem Lagerrotor befestigten Lager Elemente superharte Lagerflächen, die derart konfiguriert und radial nach außen ausgerichtet sind, dass diese an den gegenüberliegenden superharten Lagerflächen von Lager Elementen anliegen, die an einem Lagerstator befestigt sind, der den Lagerrotor radial umgibt (oder umgekehrt).

**[0020]** Im Allgemeinen bezieht sich die vorliegende Offenbarung auf die Verwendung von superharten Gleitlagern zwischen einem Antriebsmechanismus (z. B. einem Elektromotor) und einer Pumpe. Beispielsweise beziehen sich einige Ausführungsformen der Offenbarung auf ein oder mehrere superharte Axiallager und/oder ein oder mehrere superharte Radiallager, die mit einer Welle gekoppelt sind, wobei die Welle einen Antriebsmechanismus mit einer Pumpe (z. B. einer Zentrifugalpumpe, einer mehrstufigen Zentrifugalpumpe oder einer

beliebigen geeigneten Pumpe, ohne Einschränkung) verbindet. Einige Ausführungsformen der Offenbarung können eine Lagervorrichtung bereitstellen, die als druckabsorbierende Kammer in Kombination mit dem Einlass einer horizontal montierten Tauchpumpe (z. B. einer elektrischen Tauchpumpe) wirkt. Lager aus polykristallinem Diamant (PKD) können eingesetzt werden, um schmutzige Fluide zu handhaben, die Feststoffe und andere Verunreinigungen enthalten, die herkömmliche Lager nicht aufnehmen können. Mit einer solchen Lagervorrichtung können die PCD-Lager durch ein Prozessfluid gekühlt werden, so dass die Lager nicht isoliert werden müssen (z. B. in einem abgedichteten Ölbad), um effizient zu laufen. Durch die Kühlung mit dem Prozessfluid können die Druckkammer und der Einlass kombiniert werden. In einigen Ausführungsformen kann eine solche Konfiguration einen Rezirkulationskreislauf zur Kühlung, Schmierung und/oder Spülung der Lager nutzen. Dieser Rezirkulationskreislauf entnimmt Fluid aus dem Auslass einer anderen Komponente des Systems (z. B. einer Pumpe, die sich stromabwärts im Prozessfluss befindet) und leitet dieses (z. B. stromaufwärts) zurück durch den Lagerraum, so dass ein positiver Fluss durch die Lager entsteht. Der Rezirkulationsstrom trifft dann auf das Saugfluid im primären Strömungspfad und wird wieder in den Einlass der Pumpe geleitet. In einigen Ausführungsformen kann der Rezirkulationsstrom aufgeteilt werden, um etwaige Spülanforderungen für die am Ende der Kammer angebrachte Gleitringdichtung zu erfüllen.

**[0021]** Einige Ausführungsformen der Offenbarung können Lager bereitstellen, die durch das Prozessfluid gekühlt, geschmiert und/oder gespült werden, so dass die Notwendigkeit, den Ölstand der Lager regelmäßig zu überprüfen oder das Öl zu wechseln, reduziert oder beseitigt wird. Die Kombination von Komponenten und die Verwendung des Prozessfluids zur Kühlung und/oder Schmierung kann die anfänglichen Material- und/oder Arbeitskosten reduzieren. Durch die Verwendung einer Rezirkulationsströmung kann die durch die Lagerflächen geleitete Fluidmenge gesteuert werden. Eine solche Konfiguration kann verhindern, dass eine zu geringe Durchflussmenge (z. B. Überhitzung der Lager und vorzeitiger Ausfall) und/oder eine zu große Durchflussmenge (z. B. Erosion der Lageroberflächen und vorzeitiger Ausfall) entsteht. Darüber hinaus kann optional ein Rezirkulationsstrom unter Druck gesetzt werden, so dass das in die Kammer eintretende Prozessfluid nicht mit dem einen oder den mehreren superharten Lagern in Kontakt kommt. In einigen Ausführungsformen kann der Durchfluss des rezirkulierten Fluids manuell und/oder elektrisch über einen Antrieb mit variabler Frequenz (VFD) gesteuert werden. In einem weiteren optionalen Aspekt der vorliegenden Offenbarung kann das rezirkulierte Fluid gefiltert werden, bevor

dieses durch die superharten Lager geleitet wird. Eine solche Konfiguration kann die Lebensdauer der superharten Lagervorrichtung verlängern.

**[0022]** Fig. 1 ist eine vereinfachte Draufsicht auf ein System zur Handhabung von Fluiden 100 mit einer Lagerbaugruppe oder -vorrichtung 102. Wie in Fig. 1 dargestellt, umfasst die Lagervorrichtung 102 ein Lagergehäuse 104 mit einem oder mehreren Fluideinlässen 106 und Fluidauslässen 108, wobei das Lagergehäuse 104 einen Fluidpfad 105 (z. B. einen primären Fluidpfad, der ein Primär- oder Quellfluid bereitstellt) zwischen dem Fluideinlass 106 und dem Fluidauslass 108 definiert. In einigen Ausführungsformen kann die Lagervorrichtung 102 (z. B. direkt oder indirekt) mit einer anderen fluidführenden Komponente des Systems 100 (z. B. einer Pumpe 110) gekoppelt sein. Wie dargestellt, kann das System 100 ein horizontales Pumpsystem umfassen, welches die Pumpe 110 einschließt, die eine horizontale Oberflächenpumpe (z. B. eine mehrstufige Pumpe, eine mehrstufige Tauchpumpe usw.) ist, die im Wesentlichen in einer horizontalen Richtung (z. B. in Bezug auf eine Erdoberfläche) ausgerichtet ist.

**[0023]** Es wird darauf hingewiesen, dass sich die hier im Detail erörterten Ausführungsformen zwar allgemein auf Systeme zur Handhabung von Fluiden einschließlich horizontaler Oberflächenpumpen beziehen, dass aber auch andere Vorrichtungen zur Handhabung von Fluiden (z. B. andere Pumpen, Turbinen, Kompressoren usw.) oder Vorrichtungen mit Komponenten, die durch ein oder mehrere Fluide thermisch reguliert (z. B. gekühlt) werden, in zusätzlichen Ausführungsformen eingesetzt werden können.

**[0024]** Ein Motor 112 (z. B. ein Oberflächenmotor, ein Elektromotor, ein Hydraulikmotor, ein Verbrennungsmotor, eine andere Art von Antriebsmaschine usw.) kann mit der Pumpe 110 in einer horizontalen Oberflächenkonfiguration über eine Welle arbeiten, die von der Lagervorrichtung 102 getragen wird und sich durch diese hindurch erstreckt (z. B. im Gegensatz zu einem Tauchmotor, der mit Tauchpumpen in einem Bohrloch in einer vertikalen Pumpenkonfiguration arbeitet). Beispielsweise kann der Motor 112 die Pumpe 110 betreiben, indem dieser eine oder mehrere Wellen rotiert, die durch die Länge der Pumpe 110 verlaufen und mit Laufrädern gekoppelt sind, die in entsprechenden Diffusoren der Pumpe 110 angeordnet sind.

**[0025]** Wie bereits erwähnt, kann das Lagergehäuse 104 der Lagervorrichtung 102 nicht nur ein Axialgehäuse bilden, sondern auch eine Einlasskammer 114, die zwischen Motor 112 und Pumpe 110 angeordnet ist. Die Einlasskammer 114 kann den Fluidpfad 105 zwischen dem Fluideinlass 106, der dem System 100 ein Fluid von einer stromaufwärts

gelegenen Fluidquelle 116 zuführt, und dem Fluidauslass 108, der das Fluid aus der Lagervorrichtung 102 in eine stromabwärts gelegenen Komponente (z. B. der Pumpe 110) abführt, definieren. Das Fluid kann durch den Fluideinlass 106 in die Lagervorrichtung 102 gelangen. Der Fluideinlass 106 kann mit Schläuchen, Rohrleitungen, einem Behälter und/oder einer anderen Fluidquelle verbunden sein. Sobald das Fluid durch den Fluideinlass 106 in die Einlasskammer 114 gelangt ist, kann dieses in den Einlass der Pumpe 110 eintreten.

**[0026]** Die Lagervorrichtung 102 kann eine sekundäre Fluidquelle (z.B. über eine Rezirkulationsleitung 118) enthalten, die zumindest teilweise von dem primären Fluidstrom (z.B. über den Fluidpfad 105) getrennt ist, der dem System 100 von der Fluidquelle 116 durch den Fluideinlass 106, durch die Lagervorrichtung 102 und zur Pumpe 110 zugeführt wird. Wie weiter unten näher erläutert, kann das von der Rezirkulationsleitung 118 gelieferte Arbeitsfluid in der Lagervorrichtung 102 verwendet werden (z. B. zur Wärmeregulierung und/oder Schmierung einer oder mehrerer Komponenten des Systems 100) und kann von einer stromabwärts gelegenen Stelle des Systems 100 (z. B. von der Pumpe 110) rezirkuliert werden. Beispielsweise kann ein Fluid, das auch durch die Lagervorrichtung geleitet wurde und zumindest einen Teil der Pumpe 110 durchlaufen hat, zur Lagervorrichtung 102 rezirkuliert werden, um den Betrieb der Lagervorrichtung 102 zu unterstützen.

**[0027]** Ein solches Sekundärfluid kann der Lagervorrichtung 102 über einen anderen Fluidpfad zugeführt werden. Zum Beispiel kann ein Teil des Fluids, das der Pumpe 110 zugeführt wird (z. B. um von der Pumpe 110 unter Druck gesetzt zu werden), vom primären Fluidpfad 105 getrennt werden. In einigen Ausführungsformen kann die Rezirkulationsleitung 118 an einer stromabwärts gelegenen Stelle im System 100 (z. B. in der Nähe eines Auslasses 120 der Pumpe 110) in den primären Fluidpfad 105 einmünden und Fluid aus diesem ableiten. In einer solchen Ausführungsform, in der die Pumpe 110 das Fluid unter Druck setzt, kann das über die Rezirkulationsleitung 118 zugeführte Fluid einen relativ höheren Druck aufweisen als das verbleibende Fluid in der Einlasskammer 114 (z. B. das Fluid, das durch die Einlasskammer 114 außerhalb der Lagerpatrone 132 fließt und von der Fluidquelle 116 zugeführt wird). Das Fluid mit dem relativ höheren Druck kann zur Wärmeregulierung in der Lagervorrichtung 102 verwendet werden und kann dann wieder in den primären Fluidpfad 105 zurückgeführt werden, um erneut durch die Pumpe 110 zu fließen.

**[0028]** Fig. 2 ist eine Querschnittsansicht einer Lagervorrichtung (z. B. die Lagervorrichtung 102 von Fig. 1). Wie in Fig. 1 und 2 dargestellt, erstreckt sich eine Welle 122 durch mindestens einen Teil des

Lagergehäuses 104 der Lagervorrichtung 102. Wie oben beschrieben, kann die Welle 122 mit einer Vorrichtung zum Bewegen der Welle 122 (z. B. dem Motor 112) an einem Ende der Welle 122 verbunden sein. Die Welle 122 kann sich durch das Lagergehäuse 104 erstrecken und aus dem Lagergehäuse 104 austreten (z. B. am Fluidauslass 108), um mit einer anderen Komponente des Systems 100 (z. B. der Pumpe 110) gekoppelt zu werden, die mit dem Lagergehäuse 104 am Fluidauslass 108 verbunden ist, so dass der Motor 112 Komponenten der Pumpe 110 über die Welle 122 antreiben kann.

**[0029]** Wie in den Abb. 1 und 2 dargestellt, können Lagerbaugruppen oder -elemente die Welle 122 im Lagergehäuse 104 während des Betriebs der Welle 122 stützen (z. B. wenn Rotationskräfte durch den Motor 112 auf die Welle 122 ausgeübt werden). Zum Beispiel können ein erster Satz von Lagern 124 und ein zweiter Satz von Lagern 126 die Welle 122 im Lagergehäuse 104 abstützen. In einigen Ausführungsformen kann der erste Satz von Lagern 124 als hauptsächlich radiale Lager konfiguriert sein, die relativ näher an der Kupplung zwischen der Lagervorrichtung 102 und der Pumpe 110 angeordnet sind. Der zweite Satz von Lagern 126 kann zumindest teilweise oder hauptsächlich als Axiallager ausgeführt sein, die relativ näher an der Kupplung zwischen der Lagervorrichtung 102 und dem Motor 112 angeordnet sind.

**[0030]** Wie weiter unten näher erläutert, kann jeder Satz von Lagern 124, 126 komplementäre Stützstrukturen (z. B. Ringe oder Körper, die derart konfiguriert sind, dass diese superharte Lagermaterialien oder superharte Verschleißoberflächen positionieren und halten) umfassen, die jeweils mit der Welle 122 und der Lagervorrichtung 102 gekoppelt sind, um eine relative Bewegung zwischen der Welle 122 und der Lagervorrichtung 102 zu ermöglichen. Beispielsweise können die Lagerringe des mit der Welle 122 gekoppelten Lagersatzes 124, 126 rotieren, während weitere Lagerringe des Lagersatzes 124, 126 im Lagergehäuse 104 stationär gehalten werden können.

**[0031]** Die kombinierten Axial-/Radiallager 126 können die Welle 122 in einer Konfiguration abstützen, in der die Axial-/Radiallager 126 einen Teil der Welle 122 (z. B. einen Druckring 128) in erster Linie in axialer Richtung (entlang der Rotationsachse 123) abstützen und berühren. Wie unten erläutert, können die Axial-/Radiallager 126 in einigen Ausführungsformen auch eine radiale Komponente aufweisen, bei der die Lager 126 die Welle 122 in radialer Richtung stützen (z. B. in Bezug auf die Verschiebung der Mittelachse der Welle 122 von der Rotationsachse 123). In einer solchen Ausführungsform können die Lager 126 die Welle 122 sowohl in einer Axial- als auch in einer Radialkonfiguration abstützen.

**[0032]** In einigen Ausführungsformen kann die Lagervorrichtung 102 ein zusätzliches Lager oder eine Verschleißfläche (z. B. einen Auftriebsverschleißring 130) aufweisen, um die Bewegung der Welle 122 (z. B. die Bewegung in axialer Richtung zur Pumpe 110) zumindest teilweise einzuschränken und/oder zu verhindern. Beispielsweise kann der Aufwärtsverschleißring 130 die Bewegung der Welle 122 in dem Fall einschränken, dass die Welle 122 in Richtung der Pumpe 110 gedrückt wird (z. B. während eines Ereignisses, wie einem Start, bei dem sich die Welle 122 mit größerer Wahrscheinlichkeit gegen die Kräfte des Fluidstroms und/oder des durch die Pumpe 110 gebildeten Druckgradienten bewegt).

**[0033]** Die Welle 122 kann im Lagergehäuse 104 positioniert werden, wobei ein Teil der Welle 122 teilweise von einer Lagerpatrone 132 umschlossen oder umgeben ist, die eines oder mehrere der Lager 124, 126 enthält. Die Welle 122 kann in der Lagerpatrone 132 durch einen Lagerhalter 134 (z. B. einen Glockenhalter, der mit dem Lagergehäuse 104 verschraubt ist und die von der Welle 122 ausgeübten Axiallasten trägt) gesichert werden. Wie dargestellt, kann ein Großteil der Lager 124, 126 von dem Lagerhalter 134 und der Lagerpatrone 132 um die Welle 122 herum eingeschlossen sein. Die Lagerpatrone 132 und der Lagerhalter 134 können zumindest teilweise sekundäre Fluidpfade 136 definieren, welche sich entlang und um die Welle 122 und die Lager 124, 126 erstrecken. Wie dargestellt, kann die Lagerpatrone 132 in das Lagergehäuse 104 gleiten, wo ein Flansch der Lagerpatrone 132 am Lagergehäuse 104 anliegt und die Lagerpatrone 132 durch den Lagerhalter 134 an ihrem Platz gesichert ist.

**[0034]** Wie oben beschrieben, kann ein sekundärer Fluidpfad 136, der in Bezug auf den primären Fluidpfad 105 sekundär und getrennt ist, den Lagern 124, 126 von einer sekundären Fluidquelle (z. B. der Rezirkulationsleitung 118) zugeführt werden. Das Fluid kann dem Lagergehäuse 104 über die Rezirkulationsleitung 118 entlang des sekundären Fluidpfads 136 an einer Stelle nahe der Kupplung des Motors 112 mit der Lagervorrichtung 102 zugeführt werden. Beispielsweise kann sich die Rezirkulationsleitung 118 in den Lagerhalter 134 an einem Hohlraum 138 (z. B. definiert durch den Lagerhalter 134) erstrecken, der eine Gleitringdichtung 142 zwischen dem Motor 112 und der Lagervorrichtung 102 aufnehmen kann. Beispielsweise kann sich die Gleitringdichtung 142 um die Welle 122 herum erstrecken, wobei sich die Welle 122 durch den Hohlraum 138 erstreckt. Der Hohlraum 138 kann einen Teil des sekundären Fluidkanals 136 bilden, der sich um die Gleitringdichtung 142 herum erstreckt, während die Gleitringdichtung 142 die Welle 122 umschließt.

**[0035]** Wie oben erwähnt, kann ein Teil des Fluids zur Kühlung und/oder Schmierung der Gleitringdichtung 142 verwendet werden.

**[0036]** Nachdem dieses dem Hohlraum 138 zugeführt wurde, kann das rezirkulierte Fluid entlang der Welle 122 in die Lagerpatrone 132 und zu den Axial-/Radiallagern 126 fließen (z. B. um die Axial-/Radiallager 126 zumindest teilweise thermisch zu regulieren (z. B. zu kühlen und/oder zu schmieren) und/oder zu schmieren). Das rezirkulierte Fluid kann dann zu den Radiallagern 124 geleitet werden (z. B. um den Druckring 128 herum, um die Radiallager 124 zumindest teilweise thermisch zu regulieren und/oder zu schmieren). Das rezirkulierte Fluid kann die Lagerpatrone 132 an der Öffnung 140 verlassen und sich wieder mit dem Fluid im primären Fluidpfad 105 verbinden.

**[0037]** Fig. 3 ist eine Querschnittsansicht einer Lagervorrichtung (z.B. Lagervorrichtung 102, wie in Fig. 1 gezeigt), in der die Fluidpfade dargestellt sind. Unter Bezugnahme auf Fig. 1 und 3 bewegt sich ein gepumptes Fluid (z. B. Quellfluid) entlang des primären Fluidpfads 105. Das gepumpte Fluid tritt durch den Fluideinlass 106 ein, gelangt in die Einlasskammer 114 und kann direkt in die Pumpe 110 gelangen. An einer stromabwärts gelegenen Stelle (z. B. in der Nähe eines Auslasses der Pumpe 110) kann ein Teil des gepumpten Fluids (z. B. das Lagerfluid), das sich im primären Fluidpfad 105 bewegt, entlang des sekundären Fluidpfads 136 durch die Rezirkulationsleitung 118 zurück zur Lagervorrichtung 102 geleitet werden. Das rezirkulierte Fluid fließt durch die Lagerpatrone 132 und/oder durch die Lager 124, 126 und schmiert und kühlt den Lagersatz 124, 126. Nach dem Passieren des Lagersatzes 124, 126 kann das rezirkulierte Lagerfluid die Lagerpatrone 132 an der Öffnung 140 verlassen und sich wieder mit dem gepumpten Fluid verbinden, das entlang des primären Fluidpfads 105 fließt, wenn das Fluid in die Pumpe 110 eintritt.

**[0038]** Fig. 4 ist eine Querschnittsansicht einer Lagervorrichtung 200, die ähnlich oder im Wesentlichen gleich sein kann wie die anderen hier offengelegten Lagervorrichtungen und eine oder mehrere ihrer Komponenten enthält. Wie in Fig. 4 dargestellt, kann das Sekundärfluid (z. B. Lagerfluid) nicht im Kreislauf geführt werden, sondern wird aus der sekundären Fluidzufuhrleitung 202 zugeführt. Bei diesem Lagerfluid kann es sich um Wasser, Öl und/oder ein anderes geeignetes Fluid handeln, das von einer externen Quelle 204 (z. B. einem Reservoir, einer Pumpe usw.) bereitgestellt wird. Dieses Lagerfluid kann derart ausgewählt werden, dass es mit dem im primären Fluidpfad 205 fließenden Quellfluid kompatibel ist und/oder von dem Quellfluid getrennt werden kann. Beispielsweise kann das Lagerfluid fähig und/oder geeignet sein, durch eine stromab-

wärts gelegene Komponente (z. B. die Pumpe 110 (**Fig. 1**)) mit dem Quellfluid im primären Fluidpfad 205 bereitgestellt zu werden. Als weiteres Beispiel kann das Lagerfluid gefiltert oder anderweitig stromabwärts abgetrennt und entsorgt werden oder nach der Abtrennung über die sekundäre Fluidzufuhrleitung 202 wieder der Lagervorrichtung 200 zugeführt werden.

**[0039]** **Fig. 5** ist eine Querschnittsansicht einer Lagervorrichtung 300, die ähnlich oder im Wesentlichen gleich sein kann wie die anderen hier offengelegten Lagervorrichtungen und eine oder mehrere ihrer Komponenten enthält. Wie in **Fig. 5** gezeigt, kann die Lagervorrichtung 300 einen Filter 302 enthalten, der dazu verwendet werden kann, das rezirkulierte Fluid (z. B. von der Rezirkulationsleitung 318 zugeführt) zu filtern, bevor dieses den Lagern 324, 326 zugeführt wird (z. B. in die Lagerpatrone 332). Beispielsweise kann der Filter 302 (z. B. ein Zyklonabscheider, ein Wäscher und/oder eine andere Art der Filtration) das Fluid aus der Rezirkulationsleitung 318 aufnehmen und das rezirkulierte Fluid in mehrere Fluidströme trennen. Die getrennten Fluidströme können eine Leitung für verschmutztes Fluid 305 (das z. B. bestimmte oder andere Verunreinigungen enthält) und eine Leitung für im Wesentlichen sauberes Fluid 306 umfassen. Die Leitung für sauberes Fluid 306 kann sauberes, gefiltertes Fluid, das durch den Filter 302 aufbereitet wurde, in das Lagergehäuse 304 und die Lagerpatrone 332 leiten, um mit den Lagern 324, 326 zusammenzuwirken. Die Schmutzfluidleitung 305 kann das schmutzige Fluid zu anderen Teilen des Systems zurückführen oder das Schmutzfluid aus dem Kreislauf entfernen. Beispielsweise kann die Schmutzfluidleitung 305 das Schmutzfluid zurück in eine Einlasskammer 314 der Lagervorrichtung 300 leiten.

**[0040]** **Fig. 6** ist eine perspektivische Explosionsansicht einer Lagerbaugruppe 400, die in den oben besprochenen Systemen und/oder Komponenten verwendet werden kann (z. B. mit den Lagern 124, 126 (**Fig. 2**)). Wie in **Fig. 6** dargestellt, kann die Lagerbaugruppe 400 als Radiallager konfiguriert sein, wobei die Lagerbaugruppe 400 derart konfiguriert ist, dass diese in erster Linie Lasten in radialer oder lateraler Richtung aufnimmt.

**[0041]** Die Lagerbaugruppe 400 kann eine erste Stützstruktur 402 und eine zweite Stützstruktur 404 umfassen. In einigen Ausführungsformen kann die erste Stützstruktur 402 und/oder die zweite Stützstruktur 404 ein metallisches Material (z. B. Kohlenstoffstahl, Titan oder Titanlegierungen, Wolfram oder Wolframlegierungen, Aluminium oder Aluminiumlegierungen oder Edelstahl usw.), ein Karbidmaterial (z. B. Wolframkarbid, Siliziumkarbid usw.) oder ein anderes geeignetes Material umfassen. In einigen Ausführungsformen kann die erste Stützstruktur

402 und/oder die zweite Stützstruktur 404 ein Material mit relativ hoher Wärmeleitfähigkeit umfassen (z. B. einer Wärmeleitfähigkeit, die gleich oder höher ist als die von Wolframkarbid oder kobalthaltigem Wolframkarbid), um die Fähigkeit der Stützstrukturen 402, 404 zu verbessern, Wärmeenergie von den Verschleißelementen der Lagerbaugruppe 400 abzuleiten.

**[0042]** Wie oben beschrieben, kann die erste Stützstruktur 402 eine innere Struktur umfassen, die mit der Welle 122 (**Fig. 2**) verbunden ist und relativ zur zweiten Stützstruktur 404 rotiert, die eine äußere Struktur umfasst, die mit einem Teil des Lagergehäuses 104 (z. B. der Lagerpatrone 132) verbunden ist.

**[0043]** Die Lagerelemente 406, 408 (z. B. Verschleißflächen oder -elemente) können sowohl mit der ersten Stützstruktur 402 als auch mit der zweiten Stützstruktur 404 verbunden sein. Wie oben beschrieben, können eines oder mehrere der Lagerelemente 406, 408 Verschleißflächen aus polykristallinem Diamant (PKD) aufweisen. Beispielsweise können die Lagerelemente 406, 408 polykristalline Diamantkompakte (PDK) umfassen, die eine superharte Platte auf einem Substrat aufweisen, das mit der ersten Stützstruktur 402 oder der zweiten Stützstruktur 404 verbunden ist. In mindestens einer Ausführungsform kann das Substrat aus einem zementierten Karbidmaterial umfassen, wie z. B. ein kobaltzementiertes Wolframkarbidmaterial und/oder ein anderes geeignetes Material. Die superharte Platte kann aus jedem geeigneten superabrasiven und/oder superharten Material oder einer Kombination von Materialien, einschließlich z. B. PKD, gebildet werden. Jeder der hierin offengelegten superharten Platten kann auch polykristalline Diamantmaterialien umfassen, wie z. B. die in U.S. Pat. Nr. 7,866,418 offenbart sind, dessen Offenbarung hier in vollem Umfang durch diesen Verweis aufgenommen wird. Gemäß weiteren Ausführungsformen kann die superharte Platte kubisches Bornitrid, Siliziumkarbid, polykristallinen Diamant und/oder Mischungen oder Verbundwerkstoffe umfassen, die eines oder mehrere der vorgenannten Materialien enthalten, ohne Einschränkung.

**[0044]** **Fig. 7** ist eine perspektivische Explosionsdarstellung einer Lagerbaugruppe 500 oder einer Baugruppe, die in den oben erörterten Systemen und/oder Vorrichtungen verwendet werden kann (z. B. mit den Lagern 124, 126 (**Fig. 2**)). Wie in **Fig. 7** dargestellt, kann die Lagerbaugruppe 500 sowohl als Radial- als auch als Axiallager konfiguriert sein, wobei die Lagerbaugruppe 500 Belastungen sowohl in radialer oder lateraler Richtung als auch in axialer Richtung aufnimmt. In weiteren Ausführungsformen kann der äußere Umfang der Lagerelemente 507 weggelassen werden, um eine Lagerbaugruppe zu

schaffen, die hauptsächlich in einer Axialkonfiguration verwendet wird.

**[0045]** Die Lagerbaugruppe 500 kann eine erste Stützstruktur 502 und eine zweite Stützstruktur 504 umfassen, die den oben beschriebenen Stützstrukturen ähnlich sein können. Wie oben beschrieben, kann die erste Stützstruktur 502 eine innere Struktur umfassen, die mit der Welle 122 (**Fig. 2**) verbunden ist und relativ zur zweiten Stützstruktur 504 rotiert, die eine äußere Struktur umfasst, die mit einem Teil des Lagergehäuses 104 (z. B. dem Lagerhalter 134) verbunden ist.

**[0046]** Die Lagerelemente 506, 507, 508, 510 können sowohl mit der ersten Stützstruktur 502 als auch mit der zweiten Stützstruktur 504 verbunden sein. Wie oben beschrieben, können eines oder mehrere der Lagerelemente 506, 507, 508, 510 Verschleißflächen aus polykristallinem Diamant (PKD) aufweisen und den oben beschriebenen ähnlich sein. Zum Beispiel können die Lagerelemente 506, 507, 508, 510 polykristalline Diamantkompakte sein, die eine superharte Platte umfassen, die auf einem Substrat gebildet wird, das mit der ersten Stützstruktur 502 oder der zweiten Stützstruktur 504 verbunden ist.

**[0047]** Wie dargestellt, kann die erste Stützstruktur 502 die Lagerelemente 507, 506 sowohl am Umfang der ersten Stützstruktur 502 (z. B. Radiallager) als auch an einem axialen Ende der ersten Stützstruktur 502 (z. B. Axiallager) enthalten.

**[0048]** Die zweite Stützstruktur 504 kann komplementäre Lagerelemente 508 enthalten, die mit den Radial- und Axiallagern der ersten Stützstruktur 502 ausgerichtet sind. Wie dargestellt, kann die zweite Stützstruktur 504 zwei separate Teile 512, 514 umfassen, wobei ein erster Teil 512 die Radiallagerelemente 508 und der zweite Teil 514 die Axiallagerelemente 510 trägt. In einigen Ausführungsformen kann die zweite Stützstruktur 504 eine einheitliche Struktur sein, bei der sowohl die Radiallagerelemente 508 als auch die Axiallagerelemente 510 von einer einzigen Stützstruktur 504 getragen werden, die eine Kombination der Teile 512, 514 ist.

**[0049]** **Fig. 8** ist eine perspektivische Ansicht einer horizontalen Oberflächenpumpenbaugruppe 600. Wie in **Fig. 8** dargestellt, ist die horizontale Oberflächenpumpenbaugruppe 600 im Wesentlichen horizontal auf der Oberfläche 602 ausgerichtet, so dass die Länge der Baugruppe 600 auf der Oberfläche 602 ruht (z. B. im Wesentlichen parallel dazu). Die Pumpenbaugruppe 600 kann auf einem oder mehreren Skids 604, wie z. B. einem Pumpenskid und/oder einem Motorskid, montiert und in Sätteln 612 befestigt werden. Eine Antriebsmaschine (z. B. ein Motor 606) kann die Wellen, die durch die Mitte der Länge der Pumpenbaugruppe 600 verlaufen, rotieren.

**[0050]** Die horizontale Oberflächenpumpenbaugruppe 600 kann eine elektrische Tauchpumpe 608 enthalten, die als mehrstufige Zentrifugalpumpe konfiguriert ist, die üblicherweise in elektrischen Tauchpumpenbaugruppen (ESP) im Bohrloch verwendet wird, hier jedoch in einer horizontalen Oberflächenpumpenanwendung eingesetzt wird.

**[0051]** Die Einlasskammer 614 kann sich zwischen dem Motor 606 und der Pumpe 608 erstrecken, kann mit dem Motor 606 über eine flexible oder scheibenförmige Kupplung verbunden sein und kann als Einlass für die Pumpe 608 dienen. Die Einlasskammer 614 kann ähnlich oder im Wesentlichen gleich sein wie die hier offengelegte Lagervorrichtung (z. B. Lagervorrichtung 102, 200, 300) und eine oder mehrere ihrer Komponenten enthalten, einschließlich einer Rezirkulationsleitung 610. Wie oben beschrieben, kann die Einlasskammer 614 auch Lager zur Übertragung von Druck und zur radialen Abstützung enthalten, die in einer doppelten Einlass- und Druckfunktion dienen. Die Motorkupplungsabdeckung 620 kann den Motor 606 und die Einlasskammer 614 miteinander verbinden, während die Einlasskammerhalterung 622 die Einlasskammer 614 stützen und dabei helfen kann, die Einlasskammer 614 in Position zu halten.

**[0052]** Das gepumpte Fluid kann durch den Fluideinlass 616 der Einlasskammer 614 in die Baugruppe 600 gelangen. Der Fluideingang 616 kann mit Schläuchen, Rohrleitungen, einem Behälter und/oder einer Fluidquelle verbunden sein. Sobald das Fluid durch den Fluideinlass 616 in die Einlasskammer 614 gelangt ist, kann dieses zum Pumpeneinlass 626 gelangen. Auf dem Weg vom Fluideinlass 616 zum Pumpeneinlass 626 kann das Arbeitsfluid um, über und/oder durch die Axiallager der dargestellten Ausführungsformen fließen. Vom Pumpeneinlass 626 kann das Fluid durch die Pumpe 608 zum Pumpenauslass 624 fließen, von wo aus dieses zu seinem Bestimmungsort transportiert wird. Ein Teil des Fluids aus dem Auslass 624 kann über die Rezirkulationsleitung 610 zurück in die Einlasskammer 614 geleitet werden. Das aus der Rezirkulationsleitung 610 in die Einlasskammer 614 abgeführte Fluid kann zum Kühlen, Spülen und/oder Schmieren von Radiallagern, Axiallagern und/oder Gleitringdichtungen in der Einlasskammer 614 oder in Verbindung mit dieser verwendet werden.

**[0053]** Begriffe wie z. B. „ungefähr“, „im Wesentlichen“, „im Allgemeinen“ usw. bezeichnen strukturell oder funktionell unbedeutende Abweichungen. Wenn eine solche Angabe beispielsweise in einem Begriff enthalten ist, der eine Menge angibt, wird die entsprechende Angabe derart interpretiert, dass sie  $\pm 10\%$ ,  $\pm 5\%$  oder  $+ 2\%$  des Begriffs bedeutet, der die Menge angibt. Wenn die Angabe zur Modifizie-

zung einer Form verwendet wird, zeigt sie beispielsweise an, dass die durch die Angabe modifizierte Form das Aussehen der offenbarten Form hat. Zum Beispiel kann eine solche Angabe verwendet werden, um anzuzeigen, dass die Form abgerundete Ecken anstelle von scharfen Ecken, gekrümmte Kanten anstelle von geraden Kanten, einen oder mehrere Vorsprünge hat, länglich ist, die gleiche wie die offenbarte Form hat, et cetera.

**[0054]** Obwohl die vorliegende Offenbarung hier in Bezug auf bestimmte illustrierte Ausführungsformen beschrieben wurde, werden Fachleute erkennen und schätzen, dass diese nicht so beschränkt ist. Vielmehr können viele Ergänzungen, Streichungen und Änderungen an den dargestellten Ausführungsformen vorgenommen werden, ohne dass der Umfang der Offenbarung, wie dieser im Folgenden beansprucht wird, einschließlich ihrer rechtlichen Äquivalente, verlassen wird. Ferner sind die Wörter „einschließlich“, „mit“ und Varianten davon (z. B. „umfasst“ und „hat“), wie sie hierin, einschließlich der Ansprüche, verwendet werden, offen und haben dieselbe Bedeutung wie das Wort „umfassend“ und Varianten davon (z. B. „umfassen“ und „umfasst“). Darüber hinaus können Merkmale einer Ausführungsform mit Merkmalen einer anderen Ausführungsform kombiniert werden, während sie immer noch in den Anwendungsbereich der Offenbarung fallen, wie von den Erfindern vorgesehen.

**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**

- US 17549628 [0001]
- US 7866418 [0043]

**Patentansprüche**

1. Eine Lagervorrichtung, umfassend:

ein Lagergehäuse mit:

einen Fluideinlass zur Aufnahme eines Fluids von einer stromaufwärts gelegenen Fluidquelle; und einen Fluidauslass zum Abführen des Fluids zu einer stromabwärts gelegenen Komponente, die mit dem Lagergehäuse verbunden ist, wobei das Lagergehäuse einen Fluidpfad zwischen dem Fluideinlass und dem Fluidauslass definiert;

eine Welle, die sich durch mindestens einen Teil des Lagergehäuses erstreckt, wobei die Welle derart konfiguriert ist, dass diese von einem Motor angetrieben wird;

ein oder mehrere Lagerelemente, welche ein superhartes Material umfassen, wobei das eine oder die mehreren Lagerelemente derart konfiguriert sind, dass diese die Welle in einer axialen und radialen Richtung stützen, während die Welle durch den Motor betrieben wird; und

eine Rezirkulationsleitung, die sich in das Lagergehäuse erstreckt, wobei die Rezirkulationsleitung dazu dient, ein anderes Fluid in das Lagergehäuse an einer vom Fluideinlass getrennten Stelle zuzuführen, wobei die Rezirkulationsleitung derart angeordnet ist, dass diese das Fluid durch das eine oder die mehreren Lagerelemente leitet.

2. Die Lagervorrichtung nach Anspruch 1, wobei die stromabwärts gelegene Komponente eine Pumpe mit einem niedrigeren Druck am Fluideinlass und einem höheren Druck am Fluidauslass umfasst, wobei die Rezirkulationsleitung derart konfiguriert ist, dass diese das andere Fluid von einer Stelle in der Nähe des Fluidauslasses mit dem höheren Druck zum Lagergehäuse leitet, wobei das andere Fluid einen relativ höheren Druck aufweist als das Fluid, das durch den Fluideinlass des Lagergehäuses eintritt.

3. Die Lagervorrichtung nach Anspruch 2, ferner umfassend die Pumpe umfassend eine mehrstufige Druckpumpe.

4. Die Lagervorrichtung nach Anspruch 1, wobei das eine oder die mehreren Lagerelemente mindestens ein Axiallager und mindestens ein Radiallager umfassen, die in einer Lagerpatrone angeordnet sind, die einen Teil der Welle zumindest teilweise umgibt, wobei die Lagerpatrone derart konfiguriert ist, dass diese das andere Fluid entlang der Welle sowohl zu dem mindestens einen Axiallager als auch zu dem mindestens einen Radiallager leitet.

5. Die Lagervorrichtung nach Anspruch 4, wobei die Lagerpatrone derart konfiguriert ist, dass das andere Fluid die Lagerpatrone verlassen und in den Fluidpfad eintreten und sich mit dem Fluid vermischen kann, nachdem dieses das mindestens

eine Axiallager und das mindestens eine Radiallager passiert hat.

6. Die Lagervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Fluideinlass des Lagergehäuses in einer Richtung quer zum Fluidauslass des Lagergehäuses ausgerichtet ist.

7. Die Lagervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Rezirkulationsleitung derart konfiguriert ist, dass diese das andere Fluid einem Lagerraum an einer Stelle in der Nähe einer Kupplung zwischen der Lagervorrichtung und dem Motor zuführt.

8. Die Lagervorrichtung nach Anspruch 7, wobei das andere Fluid von der Stelle in der Nähe der Kupplung zwischen der Lagervorrichtung und dem Motor entlang der Welle und dem einen oder den mehreren Lagerelementen in einer Lagerpatrone die einen Teil der Welle umschließt, zu einem Ausgang der Lagerpatrone und in den Fluidpfad geleitet wird.

9. Die Lagervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das eine oder die mehreren Lagerelemente eine Kombination aus Axiallagerelementen und Radiallagerelementen umfassen, die jeweils an einem inneren Lagerring und an einem äußeren Lagerring angeordnet sind, wobei der innere Lagerring und der äußere Lagerring derart konfiguriert sind, dass diese sich relativ zueinander bewegen.

10. Die Lagervorrichtung nach Anspruch 9, wobei die Axiallagerelemente und die Radiallagerelemente polykristalline Diamantkompakte umfassen, die auf dem inneren Lagerring und dem äußeren Lagerring angeordnet sind.

11. Die Lagervorrichtung nach Anspruch 9, wobei die Radiallagerelemente auf einer ersten Radiallagerbaugruppe und einer zweiten Radiallagerbaugruppe angeordnet sind, wobei die erste Radiallagerbaugruppe und die zweite Radiallagerbaugruppe entlang der Welle angeordnet sind.

12. Ein System zur Handhabung von Fluiden, das Folgendes umfasst:

eine stromabwärts gelegene Komponente; und

eine mit der stromabwärts gelegenen Komponente gekoppelte Lagerbaugruppe, wobei die Lagerbaugruppe Folgendes umfasst:

ein Lagergehäuse mit:

einen Fluideinlass zur Aufnahme eines Fluids von einer stromaufwärts gelegenen Fluidquelle; und einen Fluidauslass zum Abführen des Fluids zu der mit dem Lagergehäuse verbundenen stromabwärts gelegenen Komponente, wobei das Lagergehäuse einen Fluidpfad zwischen dem Fluideinlass und

dem Fluidauslass definiert;  
 eine Welle, die sich durch mindestens einen Teil des Lagergehäuses erstreckt;  
 ein oder mehrere Lager Elemente, die ein superhartes Material umfassen, wobei das eine oder die mehreren Lager Elemente derart konfiguriert sind, dass diese die Welle in einer oder mehreren axialen oder radialen Richtungen stützen, während die Welle in Betrieb ist; und  
 eine Rezirkulationsleitung die sich von der stromabwärts gelegenen Komponente in das Lagergehäuse erstreckt, wobei die Rezirkulationsleitung dazu dient, ein anderes Fluid in das Lagergehäuse entlang eines sekundären Fluidpfads zuzuführen, der von dem Fluidpfad des Lagergehäuses getrennt ist, wobei die Rezirkulationsleitung derart angeordnet ist, dass diese das Fluid durch das eine oder die mehreren Lager Elemente leitet.

13. Das System zur Handhabung von Fluiden nach Anspruch 12, wobei die stromabwärts gelegene Komponente eine Pumpe umfasst.

14. Das System zur Handhabung von Fluiden nach Anspruch 13, wobei die Rezirkulationsleitung derart konfiguriert ist, dass diese das andere Fluid von der Pumpe zum Lagergehäuse mit einem Druck zuführt, welcher größer ist als der Druck des Fluids beim Durchgang durch das Lagergehäuse.

15. Das System zur Handhabung von Fluiden nach Anspruch 13, wobei die Pumpe eine mehrstufige horizontale Oberflächenpumpe umfasst.

16. Das System zur Handhabung von Fluiden nach einem der Ansprüche 13 bis 15, wobei das eine oder die mehreren Lager Elemente eine Kombination aus Axiallagern und Radiallagern umfassen, die auf einem inneren Lagerring und einem äußeren Lagerring angeordnet sind, wobei der innere Lagerring und der äußere Lagerring derart konfiguriert sind, dass diese sich relativ zueinander bewegen.

17. Ein Verfahren zur Verwendung einer Lagerbaugruppe, wobei das Verfahren Folgendes umfasst:

Rotation einer Welle, die sich durch ein Lagergehäuse erstreckt;

Lagerung der Welle mit Lager Elementen die ein superhartes Material umfassen;

Leiten von Quellfluid durch das Lagergehäuse entlang eines ersten Fluidpfads (105), der sich zwischen einem Fluideinlass und einem Fluidauslass erstreckt;

Zuführen eines Lagerfluids entlang eines zweiten Fluidpfads, der mit den Lager Elementen in Verbindung steht;

wobei der erste Fluidpfad aus dem Lagergehäuse austritt, ohne mit den Lager Elementen in Berührung zu kommen; und

Kombinieren des Lagerfluids und des Quellfluids nach dem Zuführen des Lagerfluids entlang des zweiten Fluidpfads in Fluidverbindung mit den Lager Elementen.

18. Das Verfahren nach Anspruch 17, bei dem das Lagerfluid entlang des zweiten Fluidpfads mit einem Druck zugeführt wird, der größer ist als der Druck des durch die Lagerbaugruppe fließenden Quellfluids.

19. Das Verfahren nach Anspruch 17, das ferner die Zufuhr des Lagerfluids von einer Stelle in der Nähe eines Auslasses einer mehrstufigen Druckpumpe in eine Rezirkulationsleitung umfasst, wobei die mehrstufige Druckpumpe mit der Lagerbaugruppe Fluidauslass der Lagerbaugruppe verbunden ist.

20. Das Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 19, das ferner das Umleiten des Quellfluids in einer Querrichtung in der Lagerbaugruppe umfasst, wenn das Quellfluid zwischen einem Lagergehäuseeinlass, der mit einer Fluidversorgung verbunden ist, und einem Lagergehäuseauslass, der mit einer Pumpe verbunden ist, fließt.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

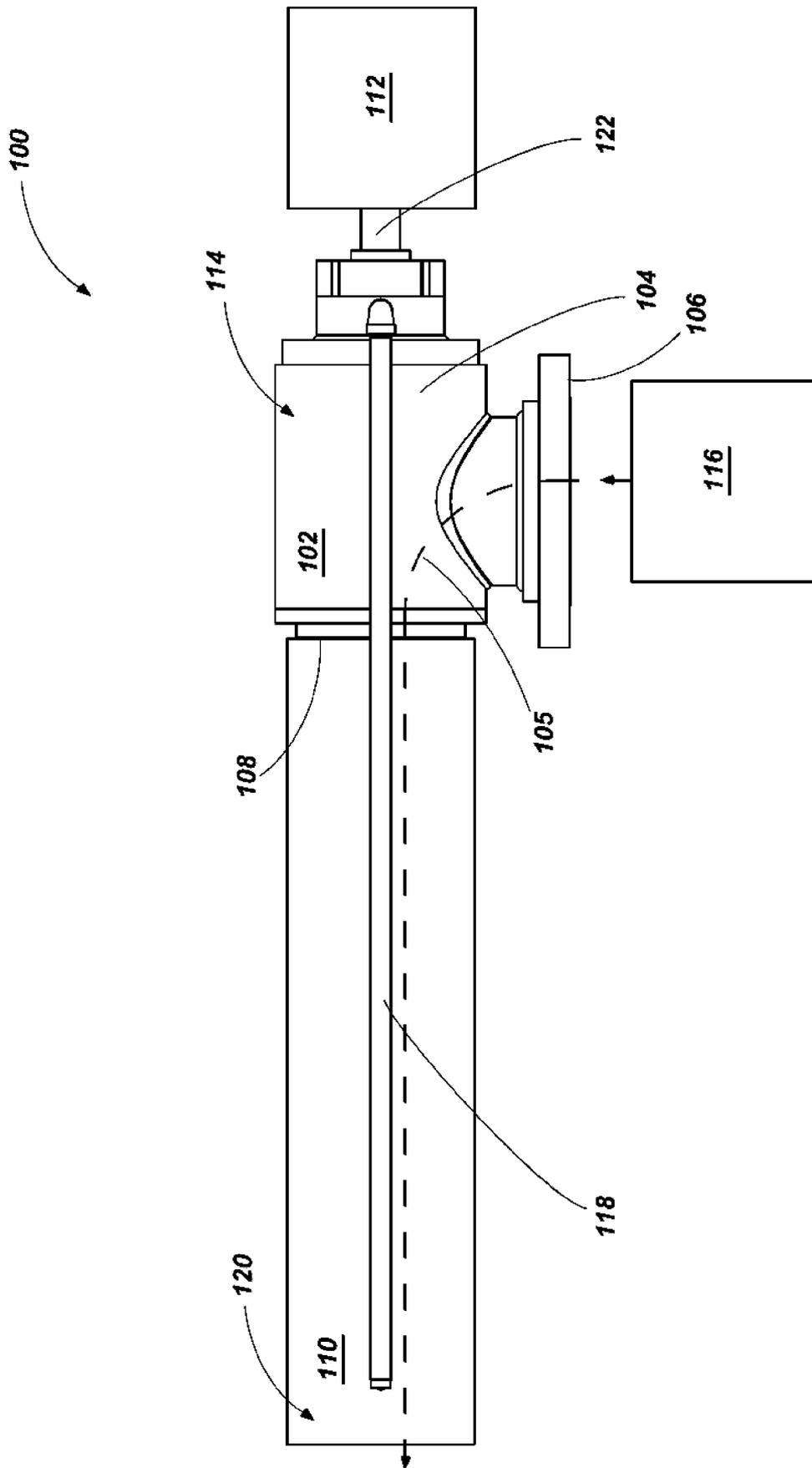
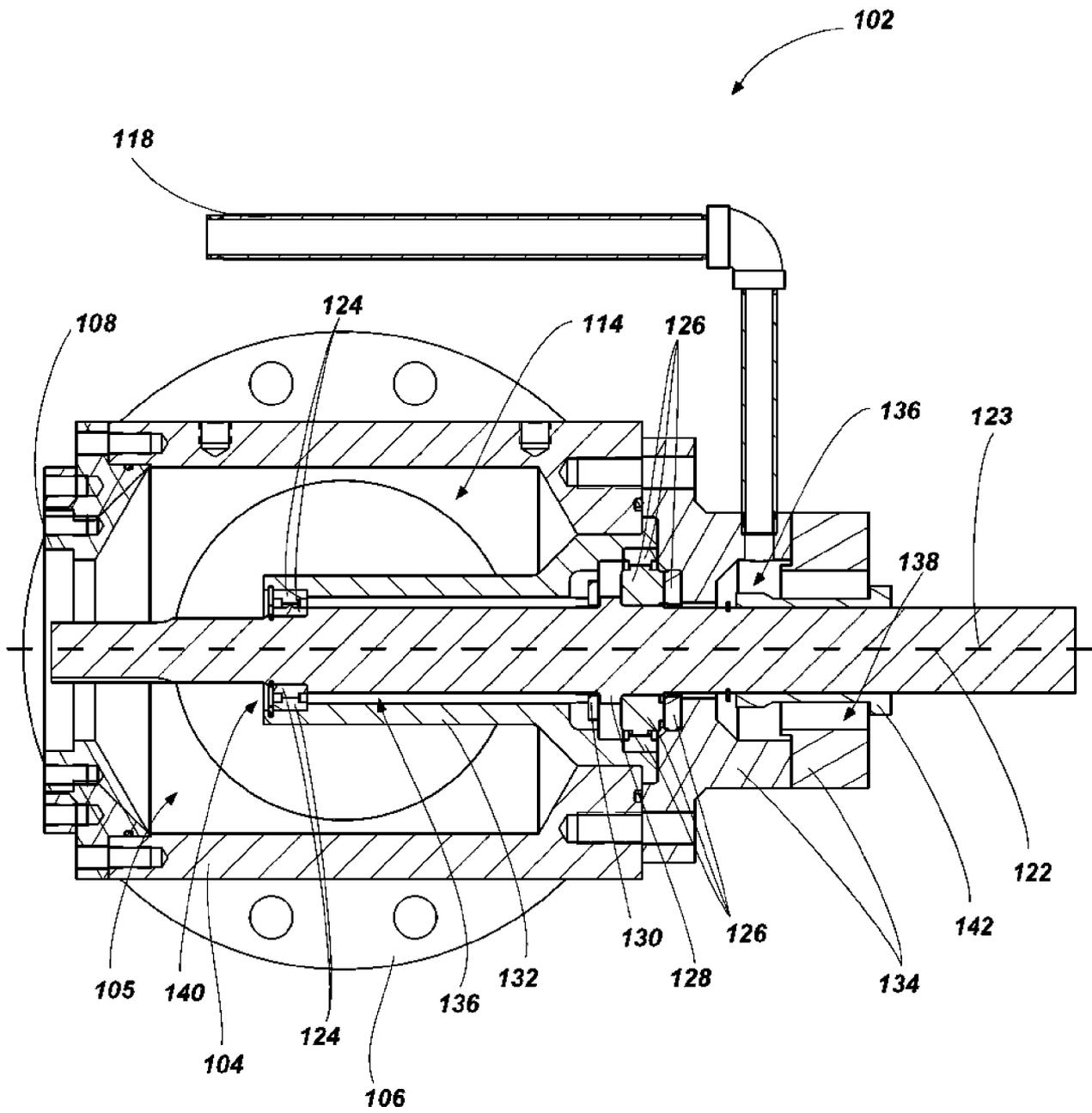
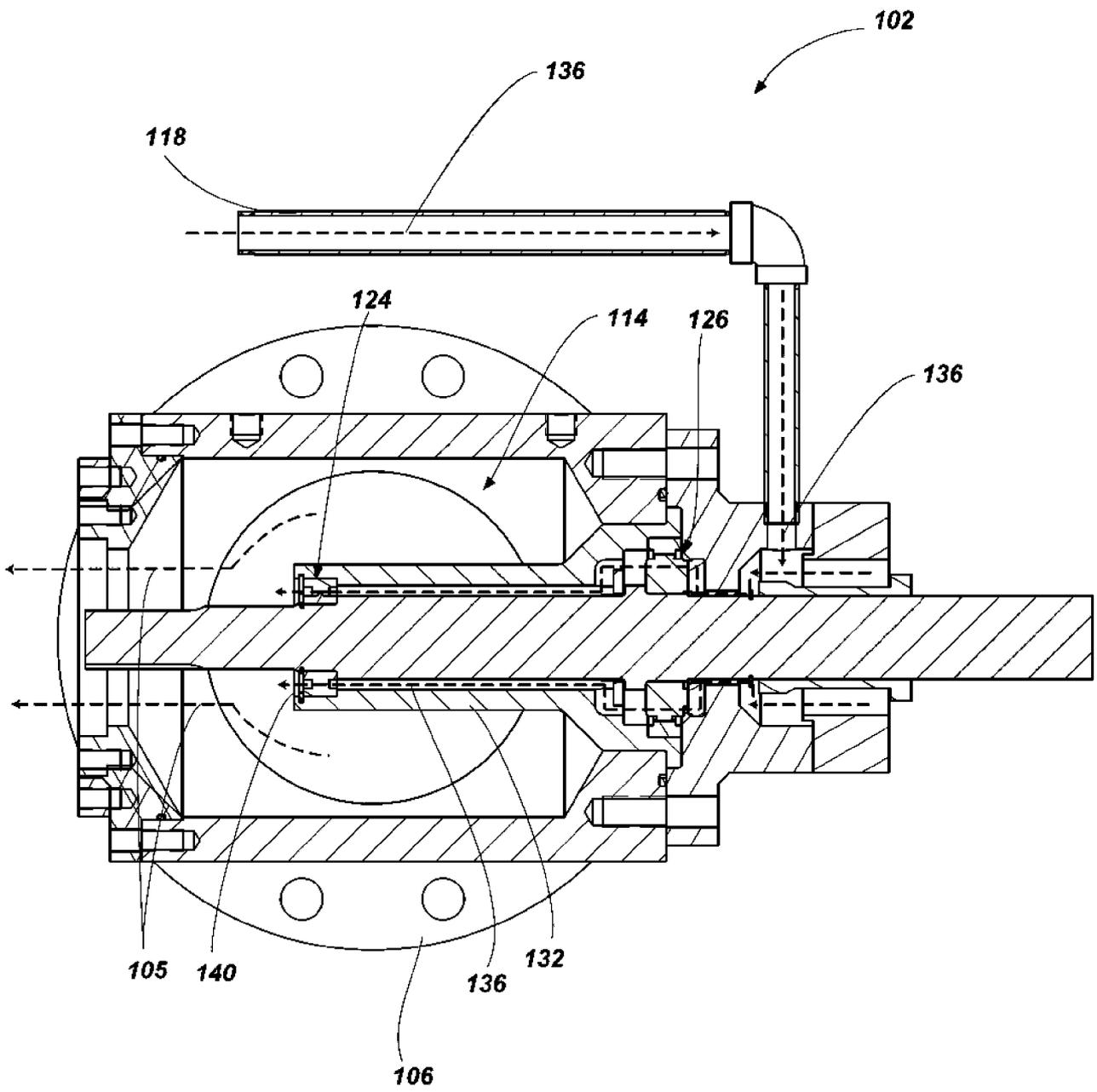


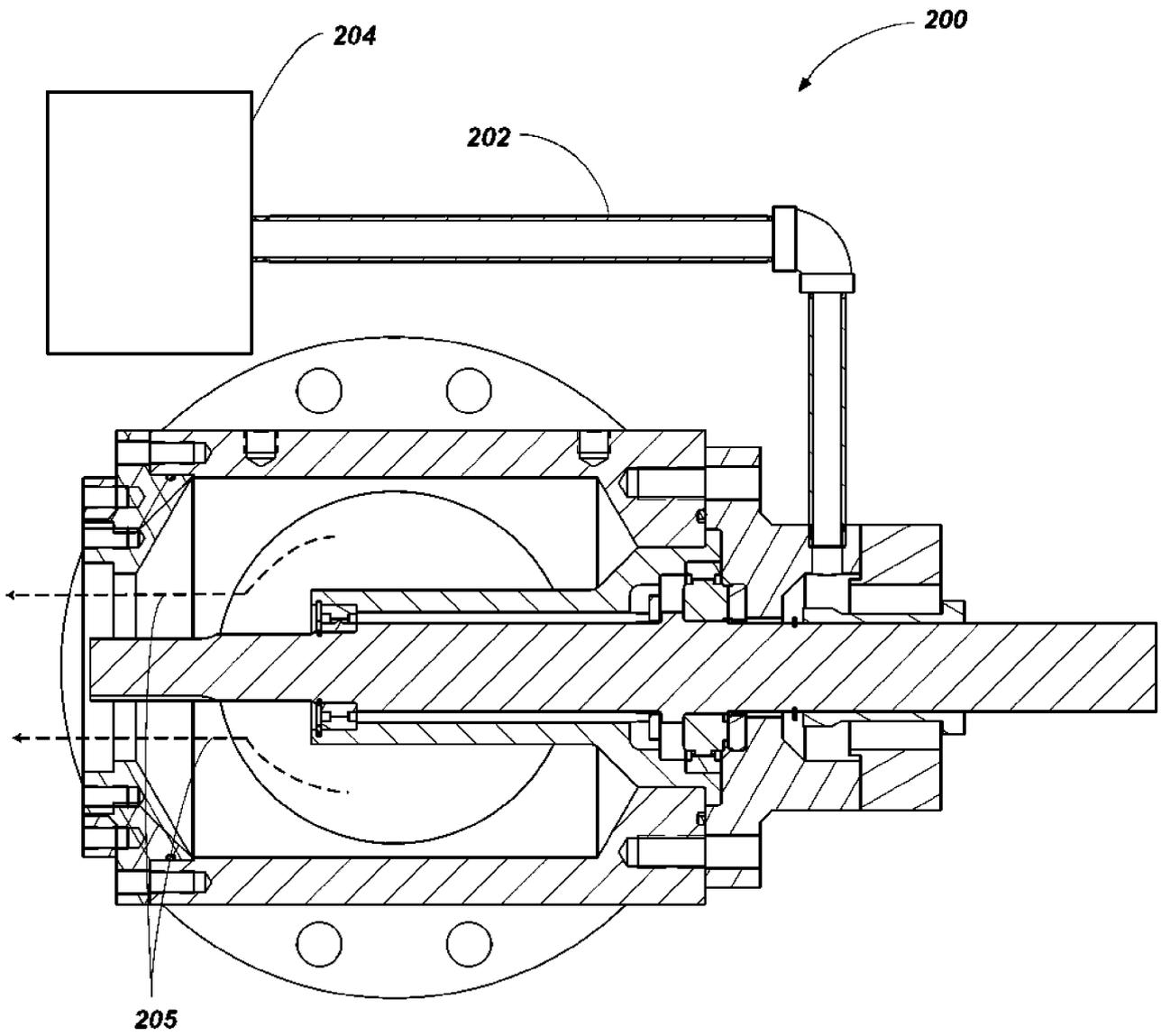
FIG. 1



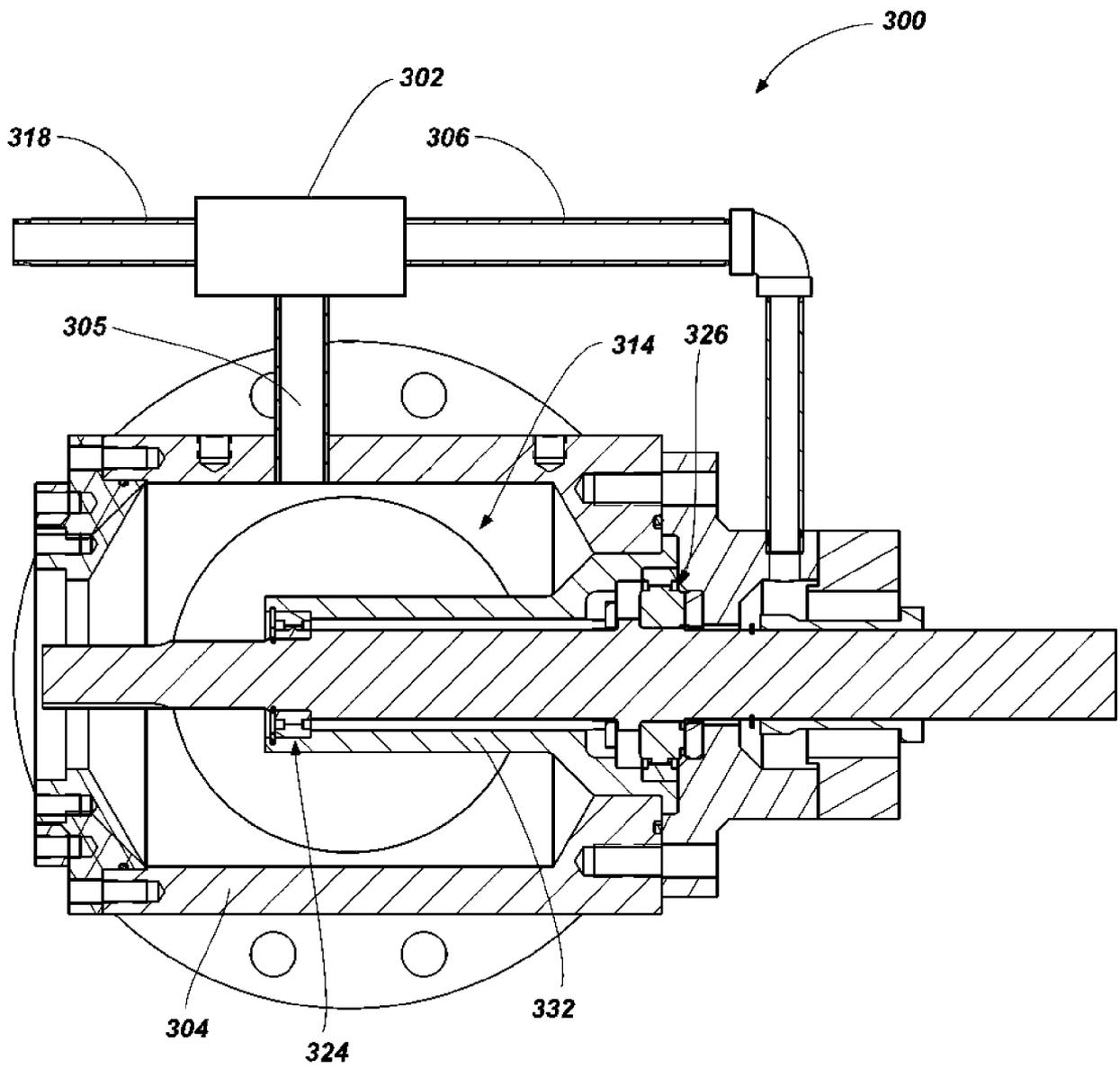
**FIG. 2**



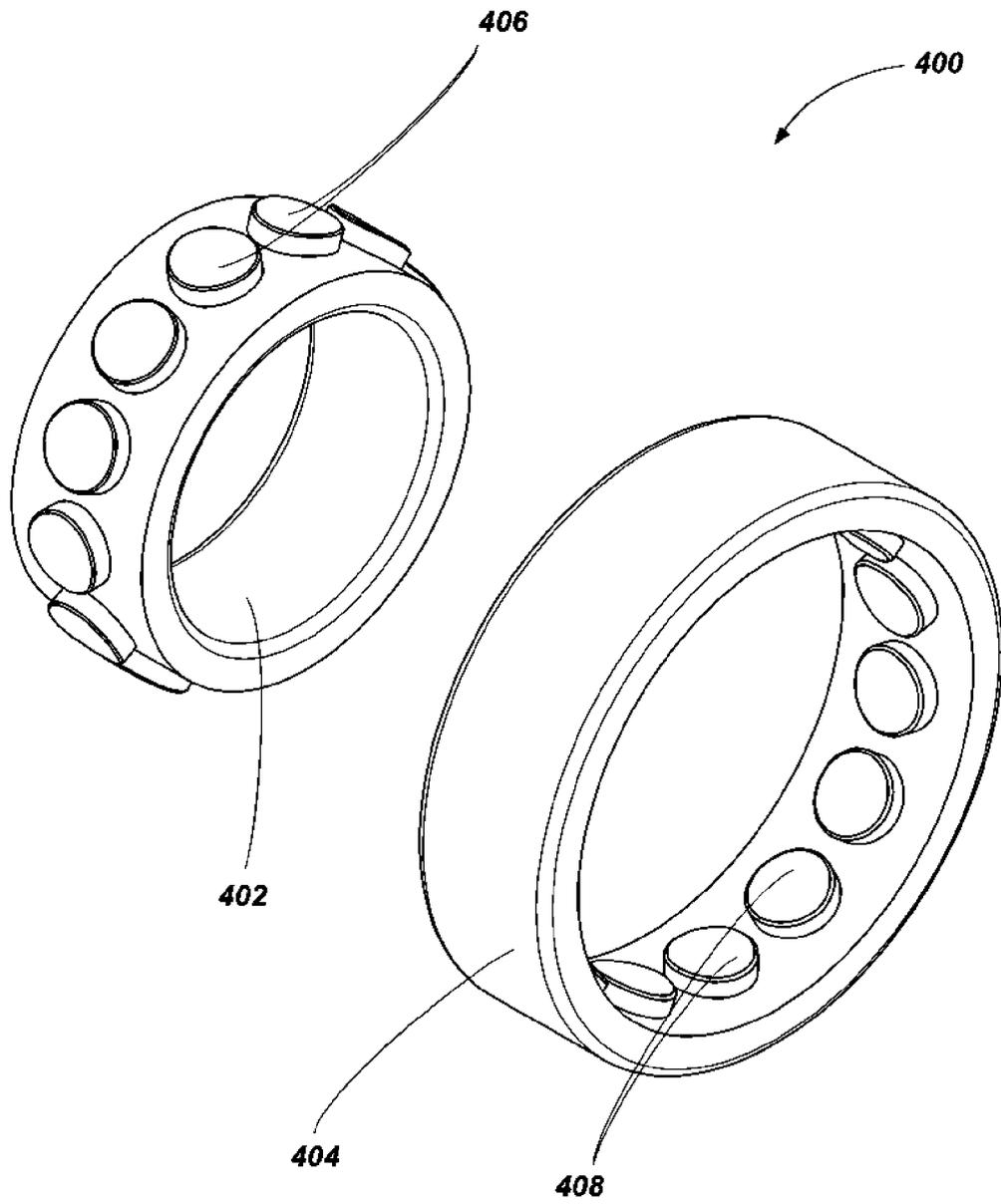
**FIG. 3**



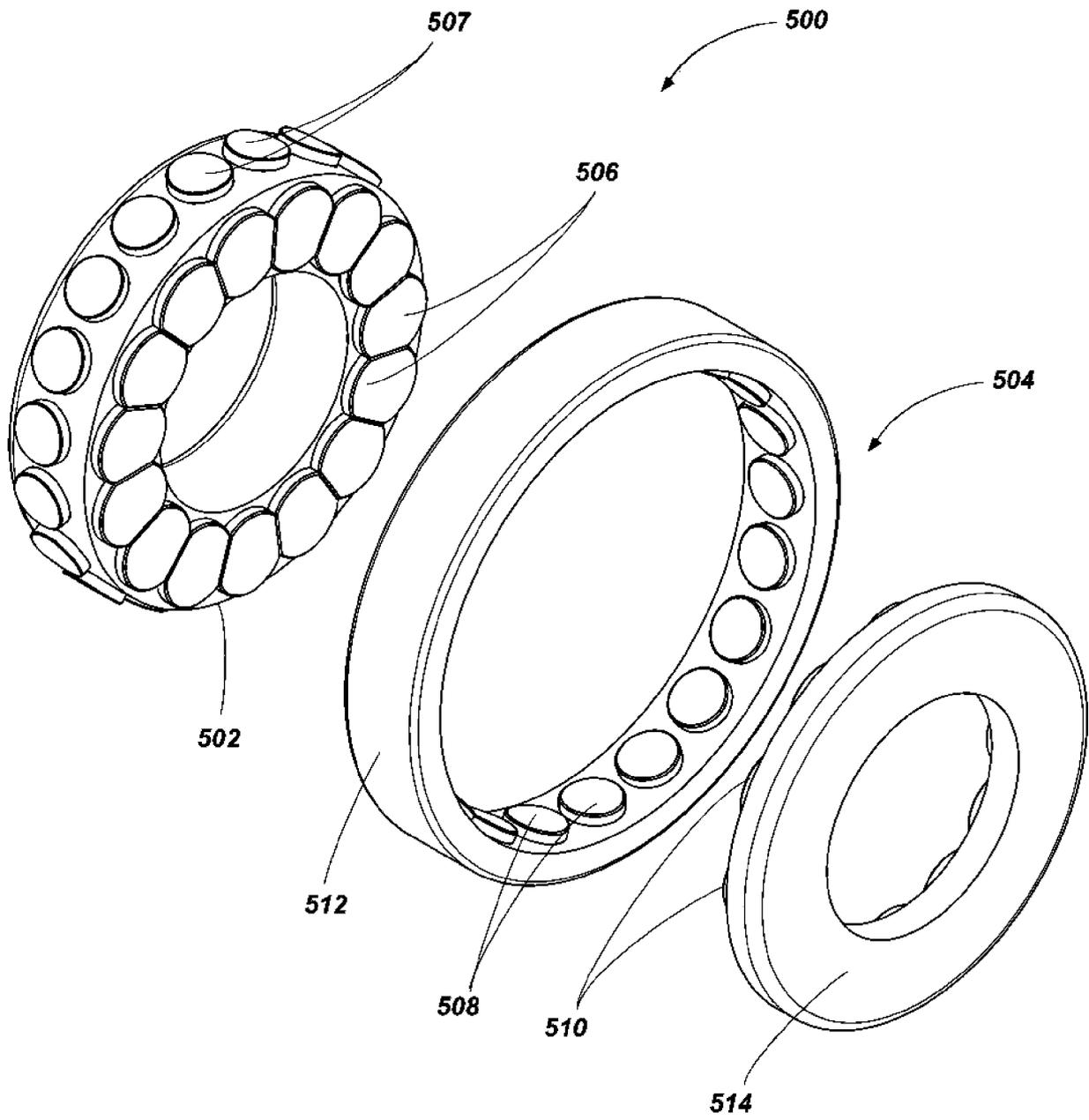
**FIG. 4**



**FIG. 5**



**FIG. 6**



**FIG. 7**

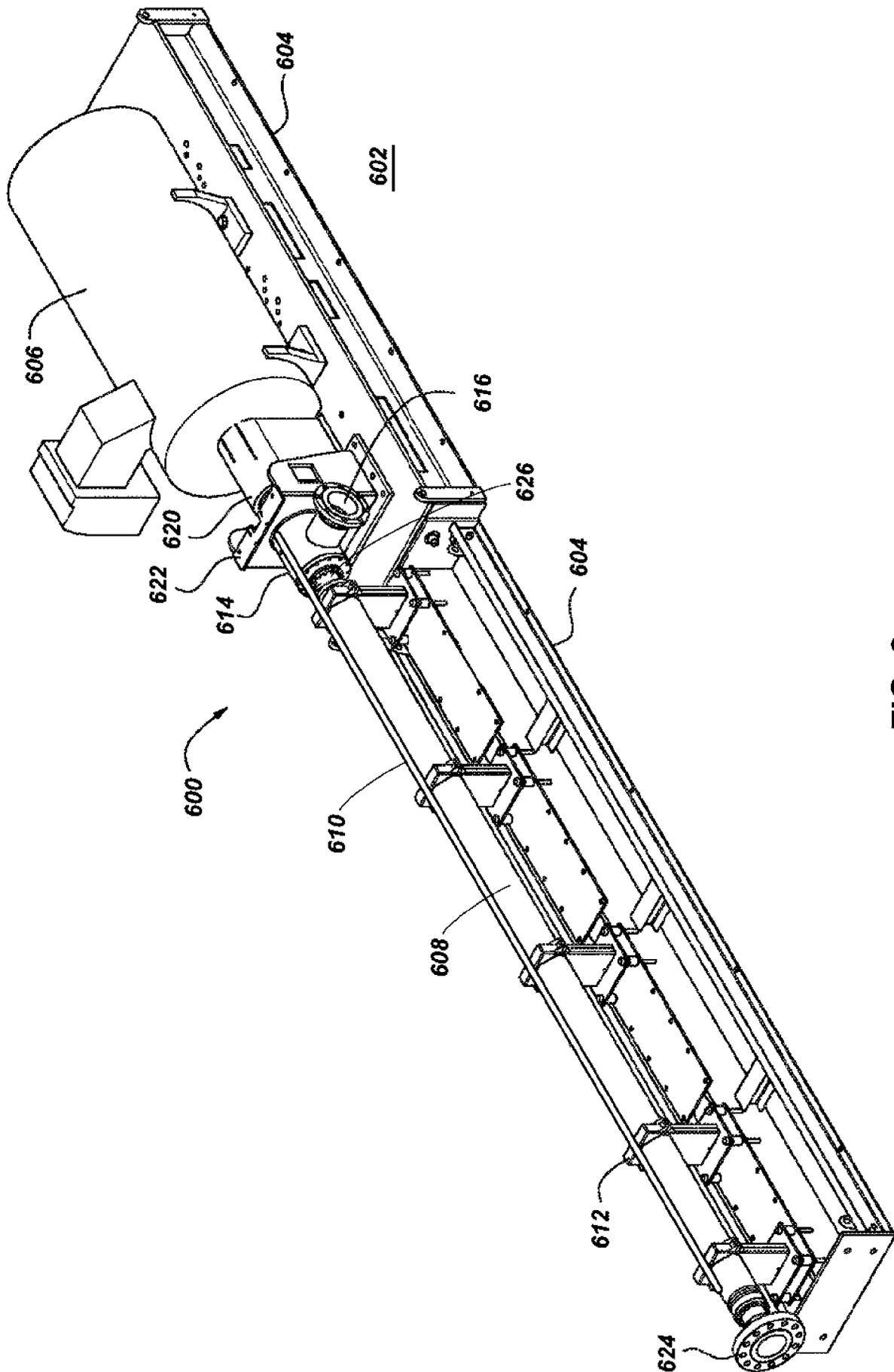


FIG. 8