

(19)



(11)

EP 4 337 862 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

23.04.2025 Patentblatt 2025/17

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

F04C 2/107^(2006.01) F04C 14/28^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

F04C 2/1073; F04C 14/28

(21) Anmeldenummer: **22717545.2**

(22) Anmeldetag: **22.03.2022**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2022/057405

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2022/238034 (17.11.2022 Gazette 2022/46)

(54) **PUMPE ZUM FÖRDERN EINES MEDIUMS UND VERFAHREN ZUR ÜBERWACHUNG**

PUMP FOR CONVEYING A MEDIUM AND METHOD FOR MONITORING

POMPE POUR TRANSPORTER UN MILIEU ET PROCÉDÉ DE SURVEILLANCE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **12.05.2021 DE 102021112422**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

20.03.2024 Patentblatt 2024/12

(73) Patentinhaber: **Seepex GmbH**

46240 Bottrop (DE)

(72) Erfinder:

- **PLAZAR, Sascha**
44628 Herne (DE)
- **SCHULZ, Johannes**
46242 Bottrop (DE)

(74) Vertreter: **Andrejewski - Honke**

Patent- und Rechtsanwälte Partnerschaft mbB
An der Reichsbank 8
45127 Essen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

DE-A1- 10 216 006 DE-A1- 102018 113 347
DE-B4- 102010 037 440 US-A1- 2018 328 345

EP 4 337 862 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Pumpe zum Fördern eines (fluiden) Mediums, insbesondere einer Flüssigkeit oder eines Feststoff-Flüssigkeits-Gemisches oder eines Flüssigkeits-Gas-Gemisches, mit zumindest einem Antrieb, einer ersten Welle und einer von der ersten Welle rotierend angetriebenen zweiten Welle, die mit einem Pumpenelement verbunden ist oder Teil eines Pumpenelementes ist,

wobei die erste Welle mittels zumindest einer Verbindung (bzw. Kupplung) mit der zweiten Welle verbunden ist,

wobei während des Betriebes die erste Welle mit einem ersten Drehwinkel und die zweite Welle mit einem zweiten Drehwinkel, jeweils bezogen auf einen gemeinsamen Nullwinkel, rotieren.

[0002] Bevorzugt handelt es sich bei der Pumpe um eine Verdrängerpumpe, insbesondere eine Exzentrerschneckenpumpe, die zumindest einen Stator (z. B. aus einem elastischen Material) und einen in dem Stator rotierenden Rotor als Pumpenelement aufweist. Bei einer solchen Exzentrerschneckenpumpe kann der Rotor z. B. über zumindest eine Kuppelstange, die auch als Gelenkwelle bezeichnet wird, mit dem Antrieb verbunden sein, d. h. eine Antriebswelle oder eine mit dem Antrieb verbundene Verbindungswelle, welche die erste Welle bildet, ist über die Kuppelstange oder ein vergleichbares Element gelenkig mit dem Rotor verbunden, so dass die zweite Welle Teil dieses Rotors ist, z. B. als Rotorkopf. Die Kuppelstange ist folglich mit einem ersten (antriebsseitigen) Gelenk mit der ersten Welle (zweite Verbindungswelle/Antriebswelle) und mit einem zweiten (rotorseitigen) Gelenk mit der zweiten Welle, z. B. mit dem Rotorkopf des Rotors, verbunden. Die Kuppelstange ermöglicht die exzentrische Bewegung des Rotors bzw. des Rotorkopfes einer solchen Exzentrerschneckenpumpe. Die Pumpe weist ein z. B. saugseitig an den Stator angeschlossenes Pumpengehäuse, z. B. Sauggehäuse auf, welches in der Regel eine Gehäuseöffnung, z. B. eine Einlassöffnung, für das zu fördernde Medium aufweist. Ferner weist die Pumpe ein an den Stator z. B. druckseitig angeschlossenes Pumpengehäuse, z. B. einen Druckstutzen und/oder eine druckseitige Leitung auf. Bei einer solchen Exzentrerschneckenpumpe handelt es sich um eine Pumpe aus der Gruppe der rotierenden Verdrängerpumpen, die zur Förderung unterschiedlichster Medien und insbesondere hochviskoser Flüssigkeiten in unterschiedlichen Industriebereichen verwendet werden. Die zu fördernden Medien können dabei z. B. auch Feststoffanteile enthalten. Alternativ zu einer Exzentrerschneckenpumpe kann es sich bei der Pumpe um eine andere Art einer Verdrängerpumpe mit drehender Welle bzw. mit drehenden Wellen handeln.

[0003] Exzentrerschneckenpumpen der beschriebenen Art sind z. B. aus der DE 102014 112 552 A1, DE 10 2010 037 440 A1, der WO 2009/024279 A1 oder der DE 10 2018 113 347 A1 bekannt.

[0004] Grundsätzlich besteht das Bedürfnis, den Zustand und/oder den Betrieb von Pumpen, z. B. Exzentrerschneckenpumpen, zu überwachen. Im Vordergrund stand dabei vor allem die Überwachung des Verschleißes des Stators, der aus elastischem Material einem Verschleiß unterliegt.

[0005] In der DE 20 2005 008 989 U1 wird beispielsweise eine Exzentrerschneckenpumpe, bei der dem Stator ein Messaufnehmer zugeordnet ist, mit dem Kompressionen und/oder Bewegungen des Stators bzw. des elastischen Materials im Zuge der Rotation des Rotors gemessen werden.

[0006] In der DE 10 2018 113 347 A1 wird ein Verfahren zur Bestimmung oder Überwachung des Zustandes einer Exzentrerschneckenpumpe beschrieben, bei welchem der zeitliche Verlauf eines Betriebsparameters der Pumpe zur Verfügung gestellt wird, der periodisch mit der Pumpenfrequenz oder einem Vielfachen der Pumpenfrequenz pulsiert und dessen Pulsationsamplitude vom Zustand der Exzentrerschneckenpumpe abhängt. Dabei wird insbesondere die Pulsationsamplitude der Druckpulsation ermittelt und durch Vergleich mit einem oder mehreren Vergleichswerten der Zustand der Exzentrerschneckenpumpe, insbesondere des Stators, bestimmt.

[0007] Es besteht aber auch das Bedürfnis, den Verschleiß oder Schäden an anderen Komponenten einer Exzentrerschneckenpumpe zu ermitteln bzw. zu überwachen. Dieses gilt unter anderem für die Verbindungen innerhalb der rotierenden Einheit, z. B. für die gelenkigen Verbindungen der Kuppelstange. - Hier setzt die Erfindung ein.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Pumpe zu schaffen, die mit einfachen Mitteln eine zuverlässige Überwachung des Zustandes, z. B. des Verschleißzustandes von Verbindungen innerhalb der rotierenden Einheit ermöglicht. Bevorzugt soll eine zuverlässige Überwachung des Verschleißes von Gelenkverbindungen innerhalb der rotierenden Einheit einer Exzentrerschneckenpumpe ermöglicht werden.

[0009] Zur Lösung dieser Aufgabe lehrt die Erfindung bei einer gattungsgemäßen Pumpe der eingangs beschriebenen Art, dass eine Überwachungseinrichtung vorgesehen ist bzw. die Pumpe mit einer Überwachungseinrichtung ausgerüstet ist, die dazu eingerichtet ist, den Zustand der Verbindung zu überwachen, indem eine in der Verbindung auftretende Phasenverschiebung zwischen dem ersten Drehwinkel und dem zweiten Drehwinkel ermittelt wird. Bevorzugt ist die Überwachungseinrichtung dazu eingerichtet, den Verschleißzustand der Verbindung zwischen erster Welle und zweiter Welle zu überwachen, indem eine durch Verschleiß in der Verbindung auftretende Phasenverschiebung zwischen dem ersten Drehwinkel und dem zweiten Drehwinkel ermittelt wird. Alternativ besteht aber auch die Möglich-

keit, andere Schäden oder Mängel zu überwachen, die unabhängig von einem Verschleiß im Bereich der Verbindung vorhanden sind oder auftreten. Bei der zu überwachenden Verbindung kann es sich um eine trennbare (d. h. zerlegbare) und/oder gelenkige Verbindung handeln, z. B. ein Gelenk oder eine trennbare Verbindung am Rotorkopf. Davon sind auch steckbare und/oder biegsame bzw. flexible Verbindungen umfasst, z. B. die Verbindung über eine Steckwelle oder über eine biegsame Kuppelstange. Bei der ersten Welle handelt es sich bevorzugt um eine zentrisch bzw. rund drehende Welle, die um eine feste Achse rotiert. Bei der zweiten Welle kann es sich ebenfalls um eine solche zentrisch drehende Welle handeln. Die zweite Welle kann jedoch gegenüber der ersten Welle auch exzentrisch rotieren.

[0010] Bevorzugt lässt sich nicht nur der Verschleiß überwachen bzw. lassen sich nicht nur Schäden feststellen, sondern auch Vorhersagen im Sinne einer vorausschauenden Wartung ("Condition Monitoring"/"Predictive Maintenance") treffen. Darauf wird im Folgenden noch eingegangen.

[0011] Besonders bevorzugt wird die Erfindung bei einer Exzentrerschneckenpumpe realisiert, bei der als Pumpenelement ein rotierender Rotor vorgesehen ist, der innerhalb eines Stators (z. B. aus elastischem Material) rotiert. Bei dieser Exzentrerschneckenpumpe kann innerhalb der rotierenden Einheit eine Kuppelstange vorgesehen sein, die zwischen der ersten Welle (z. B. Verbindungswelle oder Antriebswelle) und dem Rotor bzw. Rotorkopf (als zweite Welle) angeordnet ist, wobei die Kuppelstange die Exzentrizität zwischen der ersten Welle und der zweiten Welle (z. B. Rotorkopf) gewährleistet bzw. ermöglicht und wobei die Kuppelstange z. B. mit einem ersten (antriebsseitigen) Gelenk mit der ersten Welle (z. B. Verbindungswelle/Antriebswelle) und mit einem zweiten (rotorseitigen) Gelenk mit der zweiten Welle (z. B. dem Rotorkopf) verbunden ist. Bei einer solchen Ausführungsform ist die Überwachungseinrichtung dazu eingerichtet, den Zustand (z. B. Verschleißzustand) des ersten Gelenkes und/oder des zweiten Gelenkes zu überwachen, indem eine (z. B. durch Verschleiß) in einem Gelenk oder in beiden Gelenken auftretende Phasenverschiebung zwischen dem ersten Drehwinkel und dem zweiten Drehwinkel ermittelt wird.

[0012] Die Erfindung geht dabei von der Erkenntnis aus, dass die Verbindungen bzw. Kupplungen innerhalb der rotierenden Einheit, z. B. die Gelenke, einem Verschleiß unterliegen oder Schäden aufweisen können und dass sich ein solcher Verschleiß bzw. solche Schäden durch Überwachung bzw. Analyse einer Phasenverschiebung zwischen der ersten Welle (z. B. Antriebswelle) und der zweiten Welle (z. B. dem Rotorkopf) ermitteln lassen. Denn ein Schaden oder Verschleiß innerhalb eines Gelenkes kann zu einem "Nachlaufen" des Rotors gegenüber der Antriebswelle führen, d. h. es tritt durch das auf den Rotor wirkende Drehmoment ein drehrichtungsabhängiger Verschleiß auf, der zu einer Phasenverschiebung zwischen Rotation der Antriebswelle und

Rotor führt. Diese Phasenverschiebung kann erfindungsgemäß ermittelt und überwacht werden.

[0013] Dieses gilt insbesondere für Ausführungsformen, bei denen ein Gelenk oder mehrere Gelenke eine freie Bewegung in mehreren Richtungen ermöglichen. Dabei kann es sich z. B. um Bolzengelenke, Kugelgelenke, Kardangelenke, Kreuzgelenke oder dergleichen handeln. Ein Bolzengelenk weist einerseits eine Einsteckaufnahme und andererseits einen in die Einsteckaufnahme eingreifenden Zapfen sowie einen den Zapfen in der Einsteckaufnahme fixierenden Verbindungsbolzen aufweist. Denn während des Betriebes kann sich durch Verschleiß der Gelenkbolzen durch den Rotorkopf bzw. die Einsteckaufnahme/Kuppelstangenbuchse arbeiten oder selbst abgerieben werden. Bei Einarbeitung des Bolzens in die Kuppelstange oder den Rotorkopf oder bei starkem Bolzenverschleiß kommt es zu dem bereits erwähnten "Nachlaufen" des Rotors gegenüber der Antriebswelle und damit zu der erfindungsgemäß beobachteten Phasenverschiebung. Durch Ermittlung bzw. Überwachung dieser Phasenverschiebung lässt sich folglich unmittelbar auf den Zustand der rotierenden Einheit und insbesondere den Zustand der Verbindungen, z. B. Gelenke, schließen. Damit können Wartungen/Reparaturen rechtzeitig ausgeführt und ein Gelenkversagen vermieden werden. Bevorzugt lassen sich Vorhersagen treffen, so dass eine rechtzeitige Wartung oder Reparatur erfolgen kann. So lassen sich Wartungsarbeiten hervorragend planen und optimieren und insbesondere rechtzeitige Maßnahmen ergreifen, um Schäden zu vermeiden.

[0014] Die genannten Vorteile lassen sich nicht nur bei Exzentrerschneckenpumpen mit Kuppelstange und mehreren (Bolzen-)Gelenken, sondern auch bei anderen Ausführungsformen von Exzentrerschneckenpumpen erreichen, z. B. bei Ausführungsformen mit nur einem Gelenk oder bei Ausführungsformen mit einer biegsamen Kuppelstange ohne (zerlegbare) Gelenke. Im Übrigen lassen sich die Vorteile nicht nur bei Exzentrerschneckenpumpen, sondern auch bei anderen Arten von Verdrängerpumpen mit rotierenden Wellen und insbesondere Verbindungen zwischen rotierenden Wellen erzielen.

[0015] In der Praxis sind die Gelenke der Exzentrerschneckenpumpe z. B. durch geeignete Mittel, z. B. Manschetten, von dem zu fördernden Medium getrennt. Kommt es zu einer Beschädigung einer solchen Manschette, so kann das Medium in den Bereich des Gelenkes vordringen und zu einem erhöhten Verschleiß führen. Besonders in solchen Fällen lassen sich durch die erfindungsgemäße Überwachung Schäden und Folgeschäden vermeiden.

[0016] Besonders interessant ist die Tatsache, dass sich der Gelenkverschleiß auf einfache Weise ohne Demontage der Pumpe bzw. der maßgeblichen Komponenten ermitteln/überwachen und optional auch vorhersagen lässt.

[0017] In bevorzugter Ausführungsform weist die Überwachungseinrichtung zur Überwachung des Zu-

standes der Pumpe einen oder mehrere Sensoren auf, der bzw. die ein oder mehrere Signale erzeugen, die von dem ersten Drehwinkel und/oder dem zweiten Drehwinkel und/oder der Phasenverschiebung abhängen. Die Überwachungseinrichtung kann eine Auswerteeinheit aufweisen, mit der insbesondere die Signale der Sensoren verarbeitet und ausgewertet werden. Bei den Sensoren kann es sich z. B. um Positionssensoren handeln. Solche Positionssensoren sind z. B. induktive, kapazitive, magnetische oder optische Sensoren. In dieser bevorzugten Ausführungsform wird die Phasenverschiebung folglich direkt über die Sensoren gemessen. So besteht z. B. die Möglichkeit, einen ersten Sensor im Bereich der ersten Welle (z. B. Antriebswelle/Steckwelle) vorzusehen und einen zweiten Sensor im Bereich der zweiten Welle (z. B. Rotor/Rotorkopf) vorzusehen, so dass sich die Phasenverschiebung zwischen den beiden Drehwinkeln unmittelbar aus den Signalen der beiden Sensoren (z. B. Abstandssensoren) ermitteln lässt. Als Sensoren können z. B. (stationäre) Hall-Sensoren verwendet werden, wobei dann an der jeweiligen Welle z. B. ein Magnet befestigt ist.

[0018] Der zeitliche Abstand, mit dem an beiden Sensoren pro Umdrehung ein definierter Messpunkt detektiert wird, wird im Neuzustand der Pumpe bzw. bei Inbetriebnahme als Ausgangspunkt/Nullwinkel vorgesehen. Mit zunehmendem Verschleiß wird bei gleicher Drehzahl der zeitliche Abstand zwischen den beiden Detektionszeitpunkten größer bzw. kleiner. Setzt man die Zeitdifferenz der Detektionen zur Länge einer Periode (Umdrehung) ins Verhältnis, kann die Phasenverschiebung zwischen den beiden Signalen unmittelbar berechnet werden. Diese Phasenverschiebung dient als Maß des Verschleißes des Gelenkes bzw. der Gelenke.

[0019] Im Übrigen meint die Ermittlung einer Phasenverschiebung zwischen zwei Drehwinkeln nicht zwingend eine absolute Bestimmung eines Wertes für die Phasenverschiebung, sondern gegebenenfalls kann es ausreichen, die zeitlichen Abstände zu bestimmen und unmittelbar auszuwerten. In diesem Fall repräsentieren die zeitlichen Abstände bzw. Zeitdifferenzen die Phasenverschiebung, so dass aus den Zeitdifferenzen auf den jeweiligen Zustand der Verbindung geschlossen werden kann. In der Regel ist es jedoch zweckmäßig, zusätzlich die Drehzahl der jeweiligen Welle zu berücksichtigen, die im Betrieb variieren kann, so dass in die Bestimmung der Phasenverschiebung die zeitlichen Abstände unter Berücksichtigung der jeweiligen Drehzahl einfließen.

[0020] Auch wenn bei einer Exzentrerschneckenpumpe häufig zwischen Antriebswelle und Rotor eine Kuppelstange mit zwei Verbindungsgelenken bzw. Gelenkverbindungen vorgesehen ist, kann es ausreichen, mit einem ersten Sensor im Bereich der ersten Welle und einem zweiten Sensor im Bereich der zweiten Welle (Rotor) zu arbeiten, so dass über die Phasenverschiebung der "Gesamtverschleiß" der beiden Gelenke ermittelt wird.

[0021] In einer möglichen Weiterbildung kann ein wei-

terer (dritter) Sensor vorgesehen sein, z. B. im Bereich der Kuppelstange, so dass einerseits eine erste Phasenverschiebung zwischen der Antriebswelle und der Kuppelstange und andererseits eine zweite Phasenverschiebung zwischen der Kuppelstange und dem Rotor ermittelt werden kann. Auf diese Weise kann selektiv und separat der Verschleiß der beiden Gelenke ermittelt/überwacht werden. Es können grundsätzlich zwei Detektionspunkte, z. B. zwei Sensoren, ausreichen. Optional besteht die Möglichkeit, bei mehreren Verbindungen mehrere Detektionspunkte bzw. Sensoren einzusetzen. Im Falle von N Verbindungen (z. B. Kupplungen oder Gelenken) kommen dann N+1 Detektionspunkte, z. B. Sensoren, zum Einsatz.

[0022] In abgewandelter Ausführungsform kann zur Überwachung einer Verbindung zwischen der ersten und der zweiten Welle auch ein einzelner Sensor ausreichen, der unmittelbar im Bereich der Verbindung angeordnet ist und eine Größe misst aus der die Phasenverschiebung bestimmt werden kann.

[0023] Die Erfindung wird bevorzugt bei der beschriebenen Ausführungsform mit Kuppelstange realisiert, die beidseitig mit Gelenken mit der Antriebswelle/Steckwelle einerseits und dem Rotor andererseits verbunden ist. Die Erfindung lässt sich aber in der gleichen Weise auch bei Exzentrerschneckenpumpen realisieren, bei denen lediglich mit einem einzelnen Gelenk oder auch mit nicht gelenkigen Verbindungen gearbeitet wird, z. B. bei Exzentrerschneckenpumpen mit flexiblen Schaft bzw. flexiblen Bauteilen innerhalb der rotierenden Einheit.

[0024] Alternativ oder ergänzend lässt sich das erfindungsgemäße Prinzip auch im Bereich des Antriebes der Exzentrerschneckenpumpe, z. B. im Bereich der Verbindung zwischen einer Antriebswelle und einer Steckwelle realisieren. So kann z. B. der (elektrische) Antrieb einer Exzentrerschneckenpumpe mit einer integrierten Antriebswelle ausgerüstet sein, die über eine Verbindung an eine weitere Welle angeschlossen ist, die als Verbindungswelle oder auch als Steckwelle bezeichnet wird. Die Steckwelle kann optional wiederum mit einer Kuppelstange oder einem anderen Element zum Ausgleich der Exzentrizität des Rotors verbunden sein. Auch zwischen Antriebswelle und Steckwelle kann es im Falle eines Verschleißes oder Schadens zu einer Phasenverschiebung kommen, die in der erfindungsgemäßen Weise überwacht werden können, indem z. B. Sensoren im Bereich der Antriebswelle und/oder der Steckwelle angeordnet sind.

[0025] Die Überwachungseinrichtung kann, wie bereits beschrieben - mit einer Auswerteeinheit versehen oder verbunden sein, die z. B. die Signale der Sensoren verarbeitet und ausgewertet. Ferner kann in der Auswerteeinheit ein Schwellwert für die Phasenverschiebung gespeichert werden, so dass z. B. während des Betriebes bei Erreichen oder Überschreiten des Schwellwertes eine Meldung erzeugt wird, z. B. ein optisches und/oder akustisches Alarmsignal. Alternativ kann jedoch auch ohne festen Schwellwert gearbeitet werden. So besteht

die Möglichkeit, in der Auswerteeinheit ein oder mehrere Vergleichswerte zu speichern, z. B. während des Betriebes einer neuwertigen Pumpe bzw. neuwertigen Verbindung. Im Zuge des Betriebes lässt sich dann die zeitliche Entwicklung der Phasenverschiebung überwachen und auf diese Weise auf den Zustand der Verbindung schließen.

[0026] So besteht bevorzugt die Möglichkeit, den Zustand der Pumpe fortlaufend zu ermitteln und aus den ermittelten Zustandsdaten mit einem Algorithmus eine Vorhersage über den Zustand und/oder den Zeitpunkt von Wartungsterminen zu treffen. In der Auswerteeinheit ist ein Algorithmus gespeichert, mit dem aus den Daten Vorhersagen zu einem möglichen Wartungsbedarf getroffen werden können. Die Auswerteeinheit kann folglich für einen weiteren Analyseschritt, nämlich eine Vorhersage, ausgebildet sein, so dass eine vorausschauende Wartung und Instandhaltung ermöglicht wird.

[0027] Optional kann die Auswerteeinheit auch dazu eingerichtet sein, die Phasenverschiebung (d. h. die Differenz der Drehwinkel) unter Berücksichtigung der Drehgeschwindigkeit der ersten Welle und/oder der zweiten Welle zu analysieren. So besteht insbesondere die Möglichkeit, dass die Phasenverschiebung drehzahlabhängig ist bzw. sich bei verschiedenen Drehzahlen des Rotors unterschiedlich verhält. Insofern kann es zweckmäßig sein, bei der Auswertung der Phasenverschiebung die Drehzahl zu berücksichtigen. Dieses ist in der Regel ohne weiteres möglich, da die Drehzahl über die vorgesehenen Messeinrichtungen ohnehin erfasst werden kann und in der Regel ohnehin in die Bestimmung der Phasenverschiebung einfließt, indem die Zeitdifferenz der jeweiligen Signale zur Länge der Periode (Umdrehung) ins Verhältnis gesetzt wird, um die Phasenverschiebung zwischen den Signalen zu bestimmen. Ergänzend kann dann bei der Auswertung auch die Phasenverschiebung in Abhängigkeit dieser Drehzahl betrachtet werden. Die Drehzahl wird bestimmt durch die Zeitdifferenz der Signale. Alternativ oder ergänzend besteht die Möglichkeit, die Phasenverschiebung unter Berücksichtigung des Drehmomentes und/oder der Axialkraft (der Wellen bzw. der jeweiligen Welle) zu bestimmen. Diese Möglichkeit ist insbesondere dann interessant, wenn ein Gelenk oder eine Kuppelstange aus einem anderen Werkstoff als Metall, z. B. aus einem Elastomer verwendet wird, d. h. bei Werkstoffen, die elastisch verformbar sind, da sich dann der Drehwinkel mit der Drehzahl oder dem Druck ändern könnte. Es ist dann zweckmäßig, zusätzlich das Drehmoment zu erfassen und zu berücksichtigen, denn bei elastisch verformbaren Komponenten wäre das Drehmoment in der Regel für die Phasenverschiebung verantwortlich, so dass über das Drehmoment entsprechende Verformungen in der Auswertung kompensiert werden können. Relevant kann auch die Axialkraft sein, die einen Einfluss darauf hat, wie stark sich ein Teil nicht nur in radialer Richtung, sondern auch in axialer Richtung in ein Material einarbeiten kann. In einem solchen Fall könnte es bei

sich verändernden Druckbedingungen auf Saug- und Druckseite zu einer Richtungsumkehr der Axialkraft kommen, d. h. der Rotor wird in die entgegengesetzte Richtung gedrückt bzw. gezogen und der Phasenwinkel kehrt in seine ursprüngliche Position zurück. In diesem Fall kann es gegebenenfalls zu einem Einarbeiten bzw. Verschleiß in die andere Richtung kommen, so dass die Auswertung der Axialkraft optional vorteilhaft sein kann. Die bevorzugte Möglichkeit, die Phasenverschiebung in Abhängigkeit von einer Drehzahl und/oder einem Druck zu ermitteln, kann nicht nur bei Gelenken, sondern auch bei Verbindungen anderer Art realisiert werden.

[0028] Insgesamt ermöglicht die Erfindung eine einfache und einwandfreie Überwachung des Zustandes von Verbindungen innerhalb der rotierenden Einheit einer Pumpe, z. B. des Zustandes der Gelenke einer Exzentrerschneckenpumpe. Damit lässt sich vor allem ein einsetzender Verschleiß rechtzeitig erkennen, z. B. bei Bolzengelenken, bei denen sich der Bolzen in das andere Gelenkteil einarbeitet oder selbst einem Verschleiß unterliegt. Die Detektion lässt sich mit günstiger Standardsensorik realisieren. Die Auswertung der Signale kann bei Verwendung eines Sensors mit Schaltausgang über industrielle existierende Schaltungen realisiert werden. Gleichzeitig kann aus den Signalen die Drehzahl der Pumpe bestimmt werden. Das bedeutet, dass bei gleichzeitiger Überwachung der Phasenverschiebung und der Drehzahl keine zusätzlichen Sensoren erforderlich sind.

[0029] Besonders bevorzugt ist die Überwachungseinrichtung bzw. die Auswerteeinheit so ausgebildet, dass nicht nur aktuelle Zustandsdaten, z. B. ein bestimmter Verschleiß oder ein Schaden, erfasst werden, sondern es lassen sich insbesondere auch Vorhersagen über den Zustand der Pumpe bzw. einer Verbindung und/oder Vorhersagen über den Zeitpunkt von Wartungsmaßnahmen treffen. Die Auswerteeinheit ist folglich mit einem Algorithmus ausgerüstet, mit welchem aus den fortlaufend ermittelten Daten Vorhersagen über den Wartungsbedarf getroffen werden können. Dazu können optional Anzeigevorrichtungen an der Pumpe vorgesehen sein, mit denen akustisch und/oder optisch bestimmte Zustände angezeigt werden. Besonders bevorzugt ist die Überwachungseinrichtung mit einer Schnittstelle für eine Datenübertragung oder Datenabfrage bzw. einem Interface ausgerüstet, so dass Daten und/oder Vorhersagen zur Verfügung gestellt werden können, z. B. über Rechner und/oder Endgeräte (z. B. Smartphone, Tablett oder dergleichen). Auf diese Weise lassen sich Informationen auch in größeren Entfernungen zu der Pumpe über z. B. Endgeräte empfangen und gegebenenfalls visualisieren. So lassen sich z. B. für Wartungstechniker schnell und einfach aktuelle Informationen zum Zustand einzelner Pumpen bzw. einzelner Komponenten übermitteln und Wartungsarbeiten planen. Erfindungsgemäß lässt sich folglich ein Condition Monitoring wie auch eine vorausschauende Wartung (Predictive Maintenance) realisieren. Produktions- und Pumpendaten können zentral

gesammelt werden und gegebenenfalls über beliebige Endgeräte abgerufen werden. So lässt sich die Produktion einfach überwachen und systematisch optimieren.

[0030] Mit Hilfe der Überwachungseinrichtung lassen sich folglich nicht nur Schäden oder andere Zustände vorhersagen, sondern es lassen sich auch Warnmeldungen erzeugen. Aufgrund der Wartungsvorhersagen lassen sich Wartungsintervalle optimiert planen und damit Wartungskosten minimieren. Optional besteht auch die Möglichkeit, Wartungen nicht intervallgesteuert, sondern nach Bedarf dynamisch vorzunehmen. Eine derartige flexible Instandhaltung und Wartung reduziert zudem Stillstandzeiten und ermöglicht damit eine effiziente Produktion beim Betreiber der Pumpen. Im Übrigen führt eine optimierte Wartung auf Basis der ermittelten Zustandsdaten zu einer Verlängerung der Lebensdauer der Pumpe und/oder zu einer Erhöhung des Wirkungsgrades und damit zur Effizienzsteigerung.

[0031] Die Überwachungseinrichtung und die Auswerteeinheit können Bestandteil der Pumpe sein bzw. unmittelbar an der Pumpe angeordnet sein. Alternativ können die Überwachungseinrichtung oder Teile der Überwachungseinrichtung und/oder die Auswerteeinheit jedoch auch räumlich getrennt von der Pumpe angeordnet sein und z. B. in eine (zentrale) Steuereinrichtung oder einen (zentralen) Rechner integriert sein. So besteht insbesondere die Möglichkeit, dass in der Überwachungseinrichtung der Pumpe lediglich die erforderlichen Daten aufgenommen und gegebenenfalls zwischengespeichert werden. Die Daten können über die erwähnte Schnittstelle z. B. drahtlos oder auch drahtgebunden an einen Rechner und/oder ein Endgerät übertragen werden, so dass der erwähnte Algorithmus zur Auswertung z. B. auf einem Rechner und/oder einem Endgerät arbeiten kann.

[0032] Gegenstand der Erfindung ist im Übrigen nicht nur die beschriebene Pumpe, sondern auch ein Verfahren zur Überwachung des Betriebes bzw. des Verschleißes einer solchen Pumpe. Während des Betriebes rotieren die erste Welle mit einem ersten Drehwinkel und die zweite Welle mit am zweiten Drehwinkel, jeweils bezogen auf einen gemeinsamen Nullwinkel. Erfindungsgemäß wird der Zustand der Verbindung bzw. der Verbindungen überwacht, indem eine in der Verbindung auftretende Phasenverschiebung zwischen dem ersten Drehwinkel und dem zweiten Drehwinkel ermittelt bzw. überwacht wird. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden in bevorzugter Weiterbildung die im Zusammenhang mit der Pumpe beschriebenen Maßnahmen einzelnen und in Kombination geschützt.

[0033] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert, die lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellen. Es zeigen

Fig. 1 eine Exzentrerschneckenpumpe mit einer Überwachungseinrichtung zur Überwachung des Zustandes, zum Beispiel Verschleißzustandes in einer vereinfachten

Seitenansicht,

Fig. 2 einen vergrößerten Ausschnitt aus Fig. 1 im Bereich eines Gelenkes,

Fig. 3A, 3B jeweils einen Querschnitt im Bereich des Gelenkes in unterschiedlichen Verschleißzuständen und

Fig. 4A, 4B Messsignale für das Gelenk nach Fig. 3A bzw. 3B,

Fig. 5 eine Ansicht aus Fig. 1 im Bereich der Antriebswelle.

[0034] In Fig. 1 ist eine Exzentrerschneckenpumpe dargestellt, die einen Stator 1 aus einem elastischen Material und einen in dem Stator 1 rotierenden Rotor 2 aufweist, wobei der Stator 1 von einem Statormantel 3 umgeben ist. Ferner weist die Pumpe ein Sauggehäuse 4 sowie einen Anschlussstutzen 5 auf, welcher auch als Druckstutzen 5 bezeichnet wird. Die Pumpe weist außerdem einen Pumpenantrieb 6 auf, der über eine Kuppelstange 7 auf den Rotor 2 arbeitet. Die Kuppelstange 7 ist über ein antriebsseitiges Kupplungsgelenk 8 an die Antriebswelle und über ein rotorseitiges Kupplungsgelenk 9 an den Rotor 2 bzw. den Rotorkopf angeschlossen.

[0035] Die Kupplungsgelenke 8, 9 sind in diesem Ausführungsbeispiel jeweils als Bolzengelenke ausgebildet, die jeweils einerseits eine Einsteckaufnahme 10 und andererseits einen in die Einsteckaufnahme 10 eingreifenden Zapfen 11 sowie einen den Zapfen 11 in der Einsteckaufnahme 10 fixierenden Verbindungsbolzen 12 aufweisen (vergleiche Fig. 2).

[0036] Eine von dem Antrieb angetriebene Antriebswelle oder Verbindungswelle 18 bildet eine erste Welle W1 und der Rotor 2 bzw. Rotorkopf bildet eine zweite Welle W2, wobei die erste Welle W1 über die Verbindungsgelenke 8, 9 als Verbindungen V mit der zweiten Welle W2 verbunden ist. Während des Betriebes rotiert die erste Welle W1 (Antriebswelle) mit einem ersten Drehwinkel und die zweite Welle W2 (Rotorkopf) mit einem zweiten Drehwinkel, und zwar jeweils bezogen auf einen gemeinsamen Nullwinkel. Im Neuzustand ist die Phasenverschiebung zwischen dem ersten Drehwinkel und dem zweiten Drehwinkel Null bzw. eine solche Phasenverschiebung kann als Nullwinkel definiert werden. Mit einer erfindungsgemäß vorgesehenen Überwachungseinrichtung 13 wird eine z. B. durch Verschleiß auftretende Phasenverschiebung zwischen dem ersten Drehwinkel und dem zweiten Drehwinkel ermittelt und überwacht. Dazu können in dem dargestellten Ausführungsbeispiel die beiden lediglich angedeuteten Sensoren 15, 16 vorgesehen sein, und zwar einerseits im Bereich der ersten Welle W1 und andererseits im Bereich der zweiten Welle W2. Mit Hilfe dieser Sensoren 15, 16, die z. B. als Abstandssensoren ausgebildet sein können, lässt sich die Phasenverschiebung unmittelbar bestimm-

men. Dazu wird auch auf die Fig. 3A und 3B sowie Fig. 4A und 4B verwiesen. Die Fig. 3A und 4A zeigen jeweils einen Neuzustand und die Fig. 3B und 4B jeweils einen Verschleißzustand einer erfindungsgemäßen Verbindung V, z. B. eines Bolzengelenkes 8, 9.

[0037] Mit den beiden Sensoren 15, 16 werden jeweils Schaltsignale erzeugt, die gemäß Fig. 4A lediglich einen sehr geringen Zeitabstand $\Delta T1$ aufweisen. Dieser Zeitabstand $\Delta T1$ kann den Ausgangspunkt der Überwachung im Neuzustand bilden, d. h. eine solche Phasenverschiebung kann als Referenzwert oder Vergleichswert in einer Auswerteeinheit 14 gespeichert werden.

[0038] Demgegenüber zeigt Fig. 4B den Verlauf der Signale bei zunehmendem Verschleiß, indem der zeitliche Abstand $\Delta T2$ zwischen den beiden Detektionen größer wird. Setzt man die Zeitdifferenz dieser Signale zur Länge einer Periode (Umdrehung) ins Verhältnis, kann die Phasenverschiebung zwischen den beiden Signalen bestimmt werden, so dass die Phasenverschiebung als Maß des Verschleißes des Gelenkes verwendet werden kann. Diese Überwachung erfolgt mit der Überwachungseinrichtung 13, deren Bestandteil insbesondere die Sensoren 15, 16 und die Auswerteeinheit 14 sind.

[0039] Im Übrigen ist in Fig. 5 in einem Ausschnitt aus Fig. 1 dargestellt, dass bei einer solchen Exzentrerschneckenpumpe eine in den Antrieb 6 integrierte Antriebswelle 17 nicht unmittelbar mit dem antriebsseitigen Kupplungsgelenk 8 verbunden sein muss, sondern bei dieser Ausführungsform ist die in den Antrieb 6 integrierte Antriebswelle 17 an eine Verbindungswelle 18 angeschlossen, die auch als Steckwelle bezeichnet wird bzw. in diesem Ausführungsbeispiel als Steckwelle ausgebildet ist. Diese Steckwelle 18 ist im Ausführungsbeispiel als erste Welle W1 über die Kupplungsgelenke 8, 9 und die Kuppelstange 7 mit dem Rotor 2 bzw. Rotorkopf als zweite Welle W2 verbunden. In Fig. 1 und 5 sind auch beispielhaft ein Verbindungsgehäuse 19 und eine Wellenabdichtung 20, z. B. Gleitringdichtung, im Bereich zwischen Antrieb 6 und Gehäuse 4 angedeutet.

[0040] Im Übrigen besteht auch die Möglichkeit, das erfindungsgemäße Prinzip im Bereich der Verbindung zwischen der Antriebswelle 17 und der Steckwelle 18 zu realisieren. In diesem Fall wäre die Antriebswelle 17 die erste Welle und die Steckwelle 18 die zweite Welle, so dass der Zustand der Verbindung zwischen diesen beiden Wellen überwacht werden kann. Einzelheiten sind in den Figuren nicht dargestellt.

Patentansprüche

1. Pumpe zum Fördern eines Mediums, insbesondere einer Flüssigkeit oder eines Feststoff-Flüssigkeits-Gemisches, mit zumindest einem Antrieb (6), einer ersten Welle (W1) und einer von der ersten Welle (W1) rotierend angetriebenen zweiten Welle (W2), die mit einem Pumpenelement (2) verbunden ist oder Teil eines Pumpenelementes (2) ist,

wobei die erste Welle (W1) mittels zumindest einer Verbindung (V) mit der zweiten Welle (W2) verbunden ist,

wobei während des Betriebes die erste Welle (W1) mit einem ersten Drehwinkel und die zweite Welle (W2) mit einem zweiten Drehwinkel, jeweils bezogen auf einen gemeinsamen Nullwinkel, rotieren,

gekennzeichnet durch

eine Überwachungseinrichtung (13), die dazu eingerichtet ist, den Zustand der Verbindung (V) zu überwachen, indem eine in der Verbindung auftretende Phasenverschiebung zwischen dem ersten Drehwinkel und dem zweiten Drehwinkel ermittelt wird.

2. Pumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindung (V) als trennbare und/oder gelenkige Verbindung ausgebildet ist, z. B. als Gelenk bzw. Kupplungsgelenk (8, 9).
3. Pumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überwachungseinrichtung (13) dazu eingerichtet ist, den Verschleißzustand der Verbindung (V) oder der Verbindungen zu überwachen, indem eine durch Verschleiß in der Verbindung (V) auftretende Phasenverschiebung zwischen dem ersten Drehwinkel und dem zweiten Drehwinkel ermittelt wird.
4. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 3 in der Ausführungsform als Exzentrerschneckenpumpe, mit zumindest einem Stator (1) und einem in dem Stator rotierenden Rotor (2) als Pumpenelement.
5. Pumpe nach Anspruch 4, mit einer Kuppelstange (7) zwischen der ersten Welle (W1) und dem Rotor (2) als zweite Welle (W2), wobei die Kuppelstange (7) mit einem ersten (antriebsseitigen) Gelenk (8) mit der ersten Welle (W1) (z. B. Verbindungswelle/Antriebswelle) und mit einem zweiten (rotorseitigen) Gelenk (9) mit dem Rotor (2) verbunden ist.
6. Pumpe nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überwachungseinrichtung (13) dazu eingerichtet ist, den Verschleißzustand des ersten Gelenkes (8) und/oder des zweiten Gelenkes (9) zu überwachen, indem eine durch Verschleiß in einem Gelenk (8, 9) oder in beiden Gelenken (8, 9) auftretende Phasenverschiebung zwischen dem ersten Drehwinkel und dem zweiten Drehwinkel ermittelt wird.
7. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gelenk (8, 9) oder die Gelenke (8, 9) als Bolzengelenk bzw. Bolzengelenke ausgebildet ist/sind, wobei das Bolzengelenk einerseits eine Einsteckaufnahme (10) und andererseits

einen in die Einsteckaufnahme (10) eingreifenden Zapfen (11) sowie einen den Zapfen (11) in der Einsteckaufnahme (10) fixierenden Verbindungsbolzen (12) aufweist.

8. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überwachungseinrichtung (13) einen oder mehrere Sensoren (15, 16) aufweist, der bzw. die ein oder mehrere Signale erzeugen, die von dem ersten Drehwinkel und/oder dem zweiten Drehwinkel und/oder der Phasenverschiebung abhängen.
9. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überwachungseinrichtung (13) eine Auswerteeinheit (14) aufweist oder mit einer Auswerteeinheit (14) verbunden ist, mit der insbesondere die Signale der Sensoren (15, 16) verarbeitet und ausgewertet werden.
10. Pumpe nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der oder die Sensoren (15, 16) als Positionssensoren ausgebildet sind, z. B. als induktive, kapazitive, magnetische oder optische Sensoren.
11. Pumpe nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein erster Sensor (15) im Bereich der ersten Welle (W1) und ein zweiter Sensor (16) im Bereich der zweiten Welle (W2) oder des Pumpenelementes (2) angeordnet sind.
12. Pumpe nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Auswerteeinheit (14) ein Schwellwert oder ein oder mehrere Vergleichswerte für die Phasenverschiebung speicherbar ist/sind und dass während des Betriebes bei Erreichen oder Überschreiten des Schwellwertes oder bei Erkennung einer zeitlichen Entwicklung der Phasenverschiebung, die von einer zuvor ermittelten, charakteristischen Entwicklung abweicht, eine Meldung erzeugbar ist, z. B. ein optisches und/oder akustisches Alarmsignal.
13. Pumpe nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Auswerteeinheit (14) ein Auswertalgorithmus gespeichert ist, mit welchem aus fortlaufend ermittelten Daten Vorhersagen über den Zustand der Verbindung (V) und/oder Vorhersagen über Wartungszeitpunkte erzeugbar sind.
14. Pumpe nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überwachungseinrichtung (13) mit einer Anzeigevorrichtung ausgerüstet oder verbunden ist, mit welcher Zustandsinformationen und/oder Warnsignale anzeigbar

sind, z. B. akustisch oder optisch und/oder dass die Überwachungseinrichtung (13) mit einer Schnittstelle ausgerüstet oder verbunden ist, über welche Zustandsdaten und/oder Vorhersagen und/oder Warnmeldungen an externe Vorrichtungen, z. B. Rechner, Endgeräte oder dergleichen, übertragbar sind.

15. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überwachungseinrichtung (13) bzw. die Auswerteeinheit (14) dazu eingerichtet ist, die Phasenverschiebung unter Berücksichtigung der Drehgeschwindigkeit der ersten Welle (W1) und/oder der zweiten Welle (W2) zu analysieren.
16. Verfahren zur Überwachung des Betriebes bzw. des Verschleißes einer Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei während des Betriebes die erste Welle mit einem ersten Drehwinkel und die zweite Welle mit einem zweiten Drehwinkel, jeweils bezogen auf einen gemeinsamen Nullwinkel, rotieren, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit der Überwachungseinrichtung der Zustand z. B. Verschleißzustand der Verbindung überwacht wird, indem eine z. B. durch Verschleiß in der Verbindung auftretende Phasenverschiebung zwischen dem ersten Drehwinkel und dem zweiten Drehwinkel ermittelt wird.
17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zustand der Pumpe bzw. der Zustand einer Verbindung fortlaufend ermittelt wird und dass aus den ermittelten Zustandsdaten mit einem Algorithmus Vorhersagen über den Zustand der Pumpe oder der Verbindung und/oder Vorhersagen über Wartungszeitpunkte erzeugt werden.
18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** Zustandsdaten, Warnmeldungen und/oder Wartungsvorhersagen über eine Schnittstelle an externe Einrichtungen, z. B. Rechner, Endgeräte oder dergleichen übertragen oder von diesen abgefragt werden.

Claims

1. A pump for conveying a medium, in particular, a liquid or a solid-liquid mixture, comprising at least one drive (6), a first shaft (W1) and a second shaft (W2) driven by the first shaft (W1) in a rotating manner, which is connected to a pump element (2) or is part of a pump element (2),

wherein the first shaft (W1) is connected to the second shaft (W2) by means of at least one connection (V),
wherein, during operation, the first shaft (W1)

- rotates at a first angle of rotation and the second shaft (W2) rotates at a second angle of rotation, each with reference to a common zero angle, **characterized by** a monitoring device (13) which is designed to monitor the condition of the connection (V) by detecting a phase shift occurring in the connection between the first angle of rotation and the second angle of rotation.
2. The pump according to Claim 1, **characterized in that** the connection (V) is formed as a separable and/or articulated connection, for example, as a joint or coupling joint (8, 9).
 3. The pump according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the monitoring device (13) is designed to monitor the wear condition of the connection (V) or connections by detecting a phase shift between the first angle of rotation and the second angle of rotation occurring due to wear in the connection (V).
 4. The pump according to any one of the Claims 1 to 3 in the embodiment of an progressive cavity pump, comprising at least a stator (1) and a rotor (2) rotating in the stator as a pump element.
 5. The pump according to Claim 4, comprising a coupling rod (7) between the first shaft (W1) and the rotor (2) as the second shaft (W2), wherein the coupling rod (7) is connected to a first (drive-side) joint (8) with the first shaft (W1) (e.g., connecting shaft/drive shaft) and to a second (rotor-side) joint (9) with the rotor (2).
 6. The pump according to Claim 5, **characterized in that** the monitoring device (13) is designed to monitor the wear condition of the first joint (8) and/or the second joint (9) by determining a phase shift between the first angle of rotation and the second angle of rotation occurring due to wear in one joint (8, 9) or in both joints (8, 9).
 7. The pump according to any one of the Claims 1 to 6, **characterized in that** the joint (8, 9) or joints (8, 9) is/are formed as a pin joint or pin joints, wherein the pin joint comprises an insertion receptacle (10) on the one hand and, on the other hand, a pin (11) engaging the insertion receptacle (10) and a connecting pin (12) fixing the pin (11) within the insertion receptacle (10).
 8. The pump according to any one of the Claims 1 to 7, **characterized in that** the monitoring device (13) comprises one or a plurality of sensors (15, 16) which generate one or a plurality of signals depending on the first angle of rotation and/or the second angle of rotation and/or the phase shift.
 9. The pump according to any one of the Claims 1 to 8, **characterized in that** the monitoring device (13) comprises an evaluation unit (14) or is connected to an evaluation unit (14) with which, in particular, the signals of the sensors (15, 16) are processed and evaluated.
 10. The pump according to Claim 8 or 9, **characterized in that** the sensor(s) (15, 16) are designed as position sensors, for example, as inductive, capacitive, magnetic or optical sensors.
 11. The pump according to any one of the Claims 8 to 10, **characterized in that** at least one first sensor (15) is arranged in the region of the first shaft (W1) and a second sensor (16) is arranged in the region of the second shaft (W2) or of the pump element (2).
 12. The pump according to any one of the Claims 9 to 11, **characterized in that** a threshold value or one or a plurality of comparative values for the phase shift can be stored in the evaluation unit (14) and that, during operation, when the threshold value is reached or exceeded or when a temporal development of the phase shift is detected that deviates from a previously determined characteristic development, a message can be generated, for example, a visual and/or acoustic alarm signal.
 13. The pump according to any one of the Claims 9 to 12, **characterized in that** an evaluation algorithm is stored in the evaluation unit (14) with which predictions of the condition of the connection (V) and/or predictions of maintenance times can be generated from continuously determined data.
 14. The pump according to any one of the Claims 9 to 13, **characterized in that** the monitoring device (13) is equipped or connected with a display device by means of which status information and/or warning signals can be displayed, e.g. acoustically or optically and/or that the monitoring device (13) is equipped or connected with an interface via which status data and/or predictions and/or warning messages are transmitted to external devices, e.g. computers, terminal devices or the like.
 15. The pump according to any one of the Claims 1 to 14, **characterized in that** the monitoring device (13) or the evaluation unit (14) is designed to analyse the phase shift taking into account the rotational velocity of the first shaft (W1) and/or the second shaft (W2).
 16. A method for monitoring the operation or wear of a pump according to any one of the Claims 1 to 15, wherein, during operation, the first shaft rotates at a first angle of rotation and the second shaft rotates at a second angle of rotation, each with reference to a

common zero angle,

characterized in that the monitoring device is used to monitor the condition, for example, the wear condition of the connection, by determining a phase shift between the first angle of rotation and the second angle of rotation, for example, due to wear in the connection.

17. The method according to Claim 16, **characterized in that** the condition of the pump or the condition of a connection is continuously determined and that predictions about the condition of the pump or the connection and/or predictions about maintenance times are generated from the determined condition data by means of an algorithm.

18. The method according to Claim 16 or 17, **characterized in that** condition data, warning messages and/or maintenance predictions are transmitted via an interface to external devices, for example, computers, terminal devices or the like, or are queried by them.

Revendications

1. Pompe destinée au transport d'un milieu, en particulier d'un liquide ou d'un mélange matières solides-liquide, avec au moins un système d'entraînement (6), un premier arbre (W1) et un deuxième arbre (W2) entraîné en rotation par le premier arbre (W1), qui est relié à un élément de pompe (2) ou est une partie d'un élément de pompe (2),

sachant que le premier arbre (W1) est relié au deuxième arbre (W2) au moyen d'au moins un accouplement (V),

sachant que pendant le fonctionnement, le premier arbre (W1) tourne avec un premier angle de rotation et le deuxième arbre (W2) avec un deuxième angle de rotation, en se référant respectivement à un angle nul commun,

caractérisée par

un dispositif de contrôle (13), qui est agencé pour contrôler l'état de l'accouplement (V), un déphasage survenant dans l'accouplement étant déterminé entre le premier angle de rotation et le deuxième angle de rotation.

2. Pompe selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'accouplement (V) est constitué sous la forme d'un accouplement séparable et/ou articulé, par ex. : sous la forme d'articulation ou d'articulation d'accouplement (8, 9).

3. Pompe selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** le dispositif de contrôle (13) est agencé pour contrôler l'état d'usure de l'accouplement (V) ou

des accouplements, un déphasage survenant dans l'accouplement (V) par usure étant déterminé entre le premier angle de rotation et le deuxième angle de rotation.

4. Pompe selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans la forme d'exécution de pompe à vis excentrée avec au moins un stator (1) et un rotor (2) tournant dans le stator en tant qu'élément de pompe.

5. Pompe selon la revendication 4, avec une barre d'accouplement (7) entre le premier arbre (W1) et le rotor (2) en tant que deuxième arbre (W2), sachant que la barre d'accouplement (7) est reliée avec une première articulation (8) (côté entraînement) au premier arbre (W1) (par ex. : arbre de liaison/arbre d'entraînement) et avec une deuxième articulation (9) (côté rotor) au rotor (2).

6. Pompe selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** le dispositif de contrôle (13) est agencé pour contrôler l'état d'usure de la première articulation (8) et/ou de la deuxième articulation (9), un déphasage survenant par usure dans une articulation (8, 9) ou dans les deux articulations (8, 9) étant déterminé entre le premier angle de rotation et le deuxième angle de rotation.

7. Pompe selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** l'articulation (8, 9) ou les articulations (8, 9) est/sont constituée(s) sous la forme d'articulation à axe ou articulations à axe, sachant que l'articulation à axe comporte d'un part un logement d'emboîtement (10) et d'autre part un tourillon (11) venant en prise dans le logement d'emboîtement (10) ainsi qu'un axe de liaison (12) fixant le tourillon (11) dans le logement d'emboîtement (10).

8. Pompe selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisée en ce que** le dispositif de contrôle (13) comporte un ou plusieurs capteurs (15, 16), qui produit/produisent un ou plusieurs signaux, qui dépendent du premier angle de rotation et/ou du deuxième angle de rotation et/ou du déphasage.

9. Pompe selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce que** le dispositif de contrôle (13) comporte une unité d'évaluation (14) ou est relié à une unité d'évaluation (14) avec laquelle, en particulier, les signaux des capteurs (15, 16) sont traités et évalués.

10. Pompe selon la revendication 8 ou 9, **caractérisée en ce que** le capteur ou les capteurs (15, 16) est/sont constitué(s) sous la forme de capteurs de position, par ex. : sous la forme de capteurs inductifs, capacitifs, magnétiques ou optiques.

11. Pompe selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, **caractérisée en ce qu'**au moins un premier capteur (15) est disposé dans le secteur du premier arbre (W1) et un deuxième capteur (16) est disposé dans le secteur du deuxième arbre (W2) ou de l'élément de pompe (2). 5
12. Pompe selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, **caractérisée en ce qu'**une valeur seuil ou une ou plusieurs valeurs de comparaison pour le déphasage peut/peuvent être mémorisée(s) dans l'unité d'évaluation (14) et **en ce que** pendant le fonctionnement un message peut être généré, par ex. : un signal d'alarme optique et/ou acoustique, à l'atteinte ou au dépassement de la valeur seuil ou à l'identification d'une évolution temporelle du déphasage, qui s'écarte d'une évolution caractéristique préalablement déterminée. 10 15
13. Pompe selon l'une quelconque des revendications 9 à 12, **caractérisée en ce qu'**un algorithme d'évaluation est mémorisé dans l'unité d'évaluation (14) avec lequel des prévisions relatives à l'état de l'accouplement (V) et/ou des prévisions relatives aux périodes d'entretien peuvent être produites à partir de données déterminées en permanence. 20 25
14. Pompe selon l'une quelconque des revendications 9 à 13, **caractérisée en ce que** le dispositif de contrôle (13) est équipé ou relié à un dispositif d'affichage avec lequel des informations d'état et/ou des signaux d'avertissement peuvent être affichés, par ex. : de manière acoustique ou optique et/ou **en ce que** le dispositif de contrôle (13) est équipé ou relié à une interface par laquelle des données d'état et/ou des prévisions et/ou des messages d'avertissement peuvent être transmis à des dispositifs externes, par ex. : des ordinateurs, des terminaux ou appareils analogues. 30 35 40
15. Pompe selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, **caractérisée en ce que** le dispositif de contrôle (13) ou bien l'unité d'évaluation (14) sont agencés pour analyser le déphasage en tenant compte de la vitesse de rotation du premier arbre (W1) et/ou du deuxième arbre (W2). 45
16. Procédé de contrôle du fonctionnement ou de l'usure d'une pompe selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, sachant que pendant le fonctionnement, le premier arbre tourne avec un premier angle de rotation et le deuxième arbre avec un deuxième angle de rotation, en se référant respectivement à un angle nul commun, **caractérisé en ce que** l'état, par ex. : l'état d'usure de l'accouplement, est contrôlé, un déphasage survenant par usure dans l'accouplement étant déterminé entre le premier angle de rotation et le deuxième angle de rotation. 50
17. Procédé selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** l'état de la pompe ou l'état d'un accouplement est déterminé en permanence et **en ce que** des prévisions relatives à l'état de la pompe ou de l'accouplement et/ou des prévisions relatives aux périodes d'entretien sont produits à partir des données d'état déterminées. 55
18. Procédé selon la revendication 16 ou 17, **caractérisé en ce que** des données d'état, des messages d'avertissement et/ou des prévisions d'entretien peuvent être transmis par une interface à des dispositifs externes, par ex. : des ordinateurs, des terminaux ou appareils analogues ou interrogés par ceux-ci.

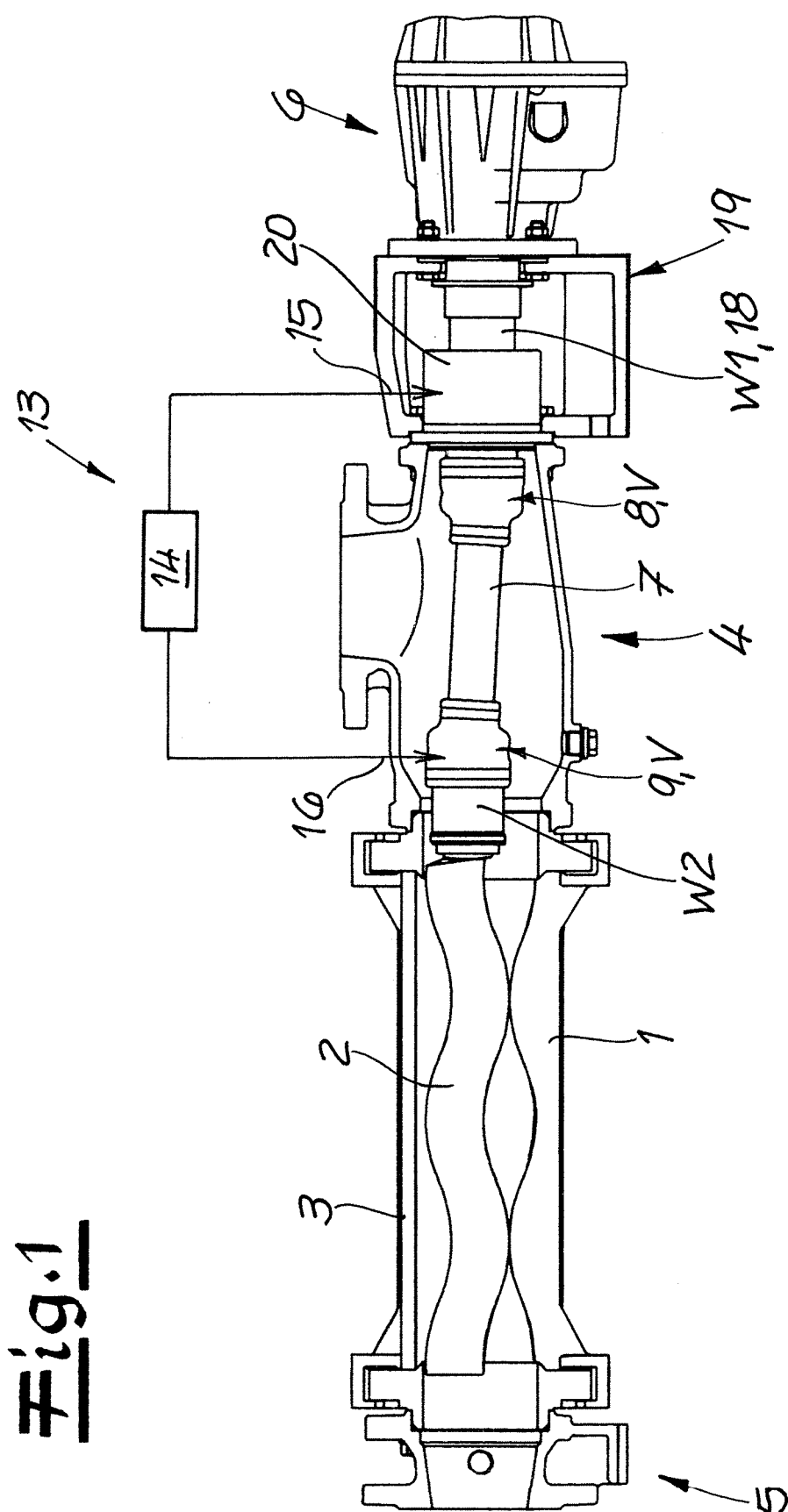


Fig. 2

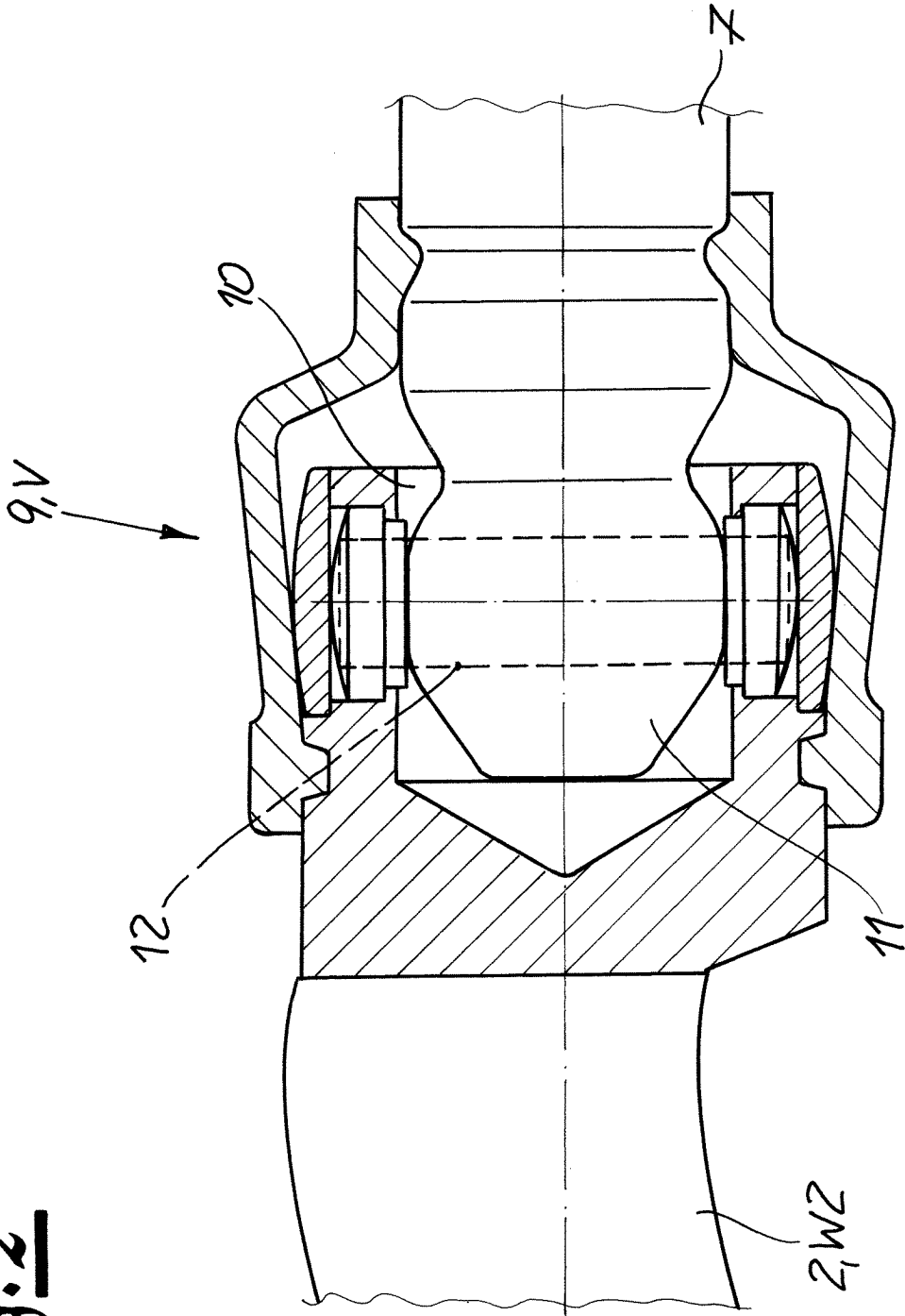


Fig. 3B

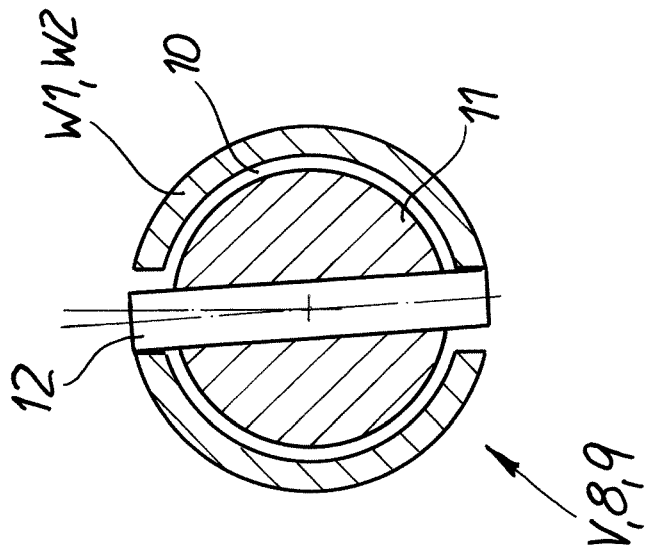


Fig. 3A

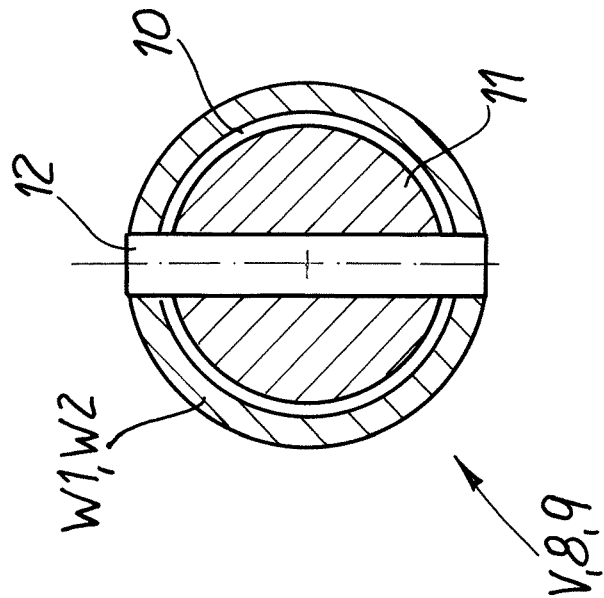


Fig. 4A

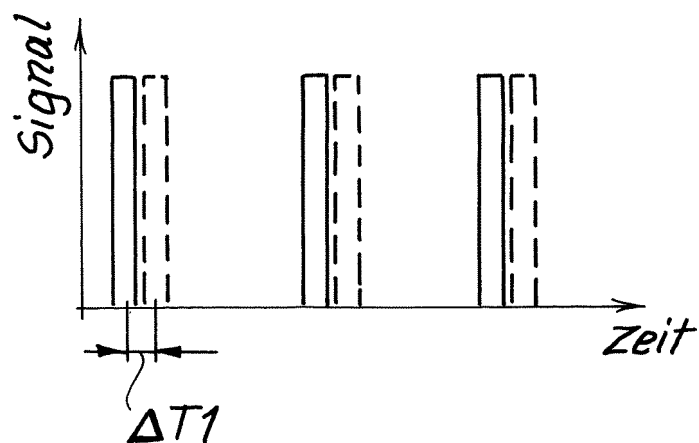


Fig. 4B

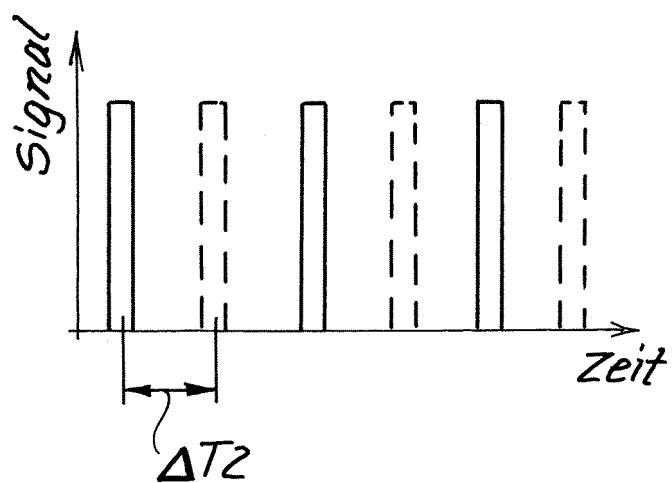
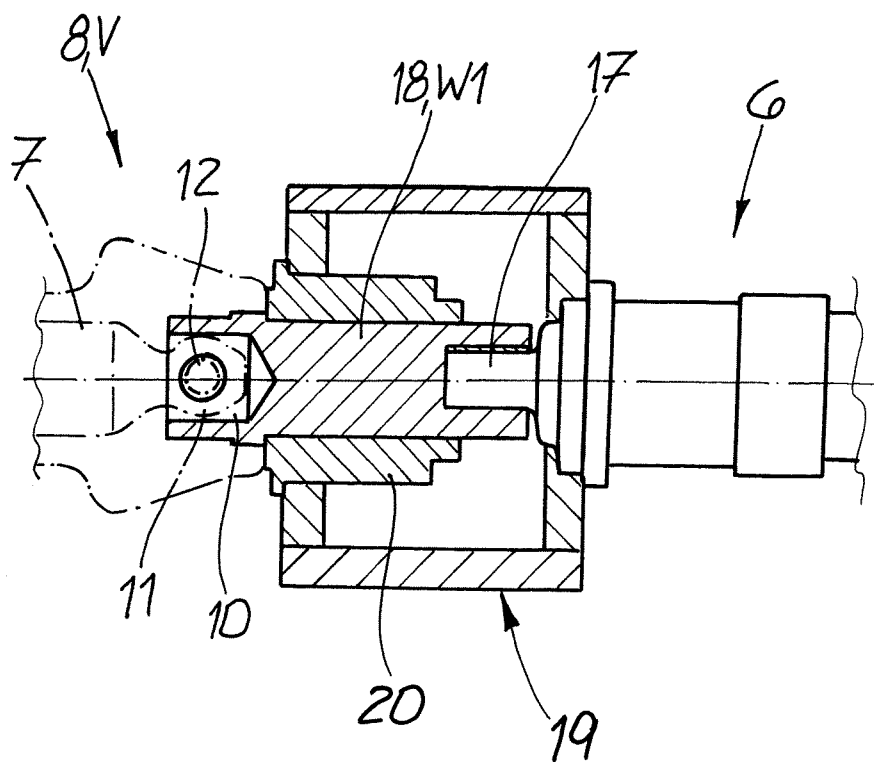


Fig. 5



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102014112552 A1 [0003]
- DE 102010037440 A1 [0003]
- WO 2009024279 A1 [0003]
- DE 102018113347 A1 [0003] [0006]
- DE 202005008989 U1 [0005]