

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
9. August 2012 (09.08.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/104032 A2

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
G01L 3/10 (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2012/000324
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
25. Januar 2012 (25.01.2012)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2011 010 153.5
2. Februar 2011 (02.02.2011) DE
- (71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US):** VOITH PATENT GMBH [DE/DE]; St. Pöltener Str. 43, 89522 Heidenheim (DE).
- (72) **Erfinder; und**
- (75) **Erfinder/Anmelder (nur für US):** SCHLOSSER, Markus [DE/DE]; Müllerweg 13, 73479 Ellwangen (DE). LÜHRS, Thorsten [DE/DE]; Hardtweg 5, 74592 Kirchberg (DE). MENNE, Achim [DE/DE]; Am Ebenrain 4, 74564 Crailsheim (DE). LAUKEMANN, Dieter [DE/DE]; Sonnenstrasse 10/1, 74564 Crailsheim (DE). SCHADE, Ravi [DE/DE]; Buschwiesenweg 4, 74589 Satteldorf (DE). FOEHL, Bruno [DE/DE]; Amselweg 21, 74586 Frankenhardt (DE). KIBLER, Jürgen [DE/DE]; Obere Wöhrstrasse 56, 73431 Aalen (DE). EBERT, Christian [DE/DE]; Römerstrasse 5, 73491 Neuler (DE).
- (74) **Anwalt:** SENFT, Stefan, M.; Dr. Weitzel & Partner, Friedenstrasse 10, 89522 Heidenheim (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart):** AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart):** ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Veröffentlicht:**
— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

(54) **Title:** HYDRODYNAMIC COMPONENT

(54) **Bezeichnung :** HYDRODYNAMISCHE KOMPONENTE

(57) **Abstract:** The invention relates to a hydrodynamic component comprising at least two elements which form a working chamber therebetween and which comprises a primary wheel and a secondary wheel. A working medium which can be introduced into the working chamber allows torque to be transmitted between said elements. At least one of the elements is arranged in a rotationally fixed manner on a shaft. The hydrodynamic component comprises a device for detecting a variable characterising at least directly the transmitted torque and/or the rotation of the shaft. According to the invention, the shaft is at least designed to have at least two sections which are at an axial distance from each other and which are made of a ferromagnetic material and is provided with a magnetic field which is rotationally stable with the respective section. Magnetic field sensors are arranged in areas corresponding to the at least two sections.

(57) **Zusammenfassung:** Eine hydrodynamische Komponente weist wenigstens zwei einen Arbeitsraum zwischen sich ausbildende Elemente, welche ein Primärrad und ein Sekundärrad umfassen, auf. Über ein in den Arbeitsraum einbringbares Arbeitsmedium wird ein Drehmoment zwischen den Elementen übertragen. Wenigstens eines der Elemente ist drehfest auf einer Welle angeordnet. Die hydrodynamische Komponente weist eine Einrichtung zum Erfassen einer das übertragene Drehmoment und/oder die Drehzahl der Welle zumindest mittelbar charakterisierenden Größe auf. Erfindungsgemäß ist Welle zumindest in wenigstens zwei axial voneinander beabstandeten Abschnitten aus einem ferromagnetischen Material ausgebildet und mit einem drehfest zum jeweiligen Abschnitt ausgebildeten Magnetfeld versehen. In mit den wenigstens zwei Abschnitten korrespondierenden Bereichen sind Magnetfeldsensoren angeordnet.



WO 2012/104032 A2

Hydrodynamische Komponente

Die Erfindung betrifft eine hydrodynamische Komponente mit den im Oberbegriff von Anspruch 1 näher definierten Merkmalen.

Eine gattungsgemäße hydrodynamische Komponente wird in der deutschen Patentschrift DE 10 2005 052 105 B4 beschrieben. Dieses Patent beschäftigt sich mit einem hydrodynamischen System, welches mit einer Einrichtung zur Erfassung eines Drehmoments oder einer dieses Drehmoment charakterisierenden Größe ausgebildet ist. Der Aufbau ist dabei vergleichsweise aufwendig, da sich eines der beiden Elemente des hydrodynamischen Systems gegenüber einem ortsfesten Element abstützen muss und im Bereich dieser Abstützung die zur Abstützung erforderlichen Kräfte gemessen werden. Hierfür muss ein vergleichsweise großer konstruktiver Aufwand in Kauf genommen werden und es muss insbesondere eine Drehbewegung des sich abstützenden Elements möglich sein, was beispielsweise bei einem hydrodynamischen Retarder einen entsprechend großen Aufwand verursacht. Außerdem muss das sich abstützende Element zumindest in bestimmten Betriebssituationen in einem nicht drehenden Zustand sein, da nur hier die Messung möglich wird. Dies ist beispielsweise bei einem hydrodynamischen Wandler oder einer hydrodynamischen Kupplung entsprechend aufwendig oder teilweise gar nicht möglich.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, diese Nachteile zu vermeiden und eine hydrodynamische Komponente anzugeben, bei welcher eine Einrichtung zur Erfassung einer das zu übertragende Drehmoment und/oder die Drehzahl charakterisierende Größe vereinfacht wird, und während des Betriebs mit minimalen konstruktiven Aufwand möglich ist.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 gelöst. Die hiervon abhängigen Unteransprüche geben besonders bevorzugte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Lösung an.

Die Lösung der eingangs genannten Aufgabe besteht darin, die Welle zumindest in wenigstens zwei axial voneinander beabstandeten Abschnitten jeweils aus einem ferromagnetischen Material auszubilden und mit einem drehfest zum jeweiligen Abschnitt der Welle ausgebildeten Magnetfeld zu versehen. In mit den wenigstens zwei Abschnitten korrespondierenden Bereichen, beispielsweise an einem die Welle umgebenden Gehäuse, sind dann Magnetfeldsensoren angeordnet. Dieser Aufbau erlaubt es über den physikalischen Effekt der Magnetostriktion bzw. den an der Magnetostriktion den wichtigsten Anteil habenden Joule-Effekt eine Veränderung der Magnetfelder in den jeweiligen Abschnitten zu erfassen. Insbesondere lässt sich eine geringfügige Verdrehung des Magnetfelds in dem ersten Abschnitt in axialer Richtung der Welle gegenüber dem Magnetfeld in dem zweiten Abschnitt erfassen. Aus dieser Verdrehung der Magnetfelder in den Abschnitten zueinander lässt sich bei bekanntem axialem Abstand der Abschnitte zueinander und bekannten Materialeigenschaft und Abmessungen der Welle das Drehmoment im Bereich der Welle bestimmen. Ein Drehmoment wird die Welle nämlich entsprechend tordieren. Diese Torsion lässt sich dann über eine Veränderung der Magnetfelder in den beiden Abschnitten im Winkel gegeneinander erfassen und als im Bereich der Welle anliegendes Drehmoment auswerten.

Außerdem erlaubt die Messung eine Bestimmung der Drehzahl der Welle immer dann, wenn das drehfest zu einem der Abschnitte angeordnete Magnetfeld in Umfangsrichtung eine konstante Inhomogenität aufweist. Eine solche kann beispielsweise durch eine Materialveränderung, eine mechanische Veränderung des Materials oder ein in Umfangsrichtung entsprechend codiertes Magnetfeld, mit

welchem die Welle versehen ist, erreicht werden. Alternativ zum Drehmoment kann so auch die Drehzahl der Welle erfasst werden.

Im Idealfall wird sowohl die Drehzahl als auch das Drehmoment in der Welle mit einer entsprechend hohen Messfrequenz erfasst, so dass Drehzahl und/oder Drehmoment quasi-kontinuierlich zur Verfügung stehen. Die Messung des Drehmoments ist dabei insbesondere für einen hydrodynamischen Retarder oder eine hydrodynamische Kupplung als hydrodynamische Komponente von Interesse, da hier mit einer entsprechenden Sensorik in einer der Wellen das übertragene Drehmoment erfasst werden kann. Sie ist prinzipiell auch bei einem hydrodynamischen Wandler denkbar, wobei hier aufgrund des Abstützmomentes der Leitschaufeln zwischen dem Primärrad und dem Sekundärrad entweder das Drehmoment sowohl der Eingangswelle als auch der Ausgangswelle erfasst werden muss oder zusätzlich zu dem Drehmoment in einer der Wellen das Abstützmoment der Leitschaufeln, um das von der Komponente übertragene Drehmoment zu ermitteln.

Die drehfest zum jeweiligen Abschnitt der Welle angeordneten Magnetfelder können dabei prinzipiell in jeder beliebigen Art und Weise aufgebaut werden, sofern sie drehfest und zumindest während eines gewissen Zeitraums zur Messung konstant ausgebildet sind. Insbesondere können die Magnetfelder oder zumindest eines der Magnetfelder gemäß einer besonders günstigen und vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen hydrodynamischen Komponente als permanentes Magnetfeld ausgebildet sein. Dadurch kann die Welle einmal, beispielsweise vor der Montage, entsprechend magnetisiert werden oder der Aufwand für die zum Aufbau des Magnetfelds erforderlichen Aufbauten im Bereich der Welle entfällt. Bei einer entsprechenden Magnetisierung der Welle, beispielsweise über ein codiertes Magnetfeld und/oder ein Magnetfeld, welches in Umfangsrichtung wenigstens zwei sich magnetisch voneinander unterscheidende

Teilbereiche aufweist, soll beispielhaft auf die internationale Anmeldung WO 2005/064302 A2 hingewiesen werden.

In einer besonders günstigen und vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen hydrodynamischen Komponente kann es vorgesehen sein, dass die Magnetfeldsensoren berührungslos zur Welle angeordnet sind. Dadurch kann die Messung des Drehmoments und/oder der Drehzahl ohne Reibungsverluste erfolgen.

Gemäß einer besonders günstigen und vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen hydrodynamischen Komponente ist es ferner vorgesehen, dass die Welle als Hohlwelle ausgebildet ist, wobei wenigstens einer der Magnetfeldsensoren im Inneren der Hohlwelle angeordnet ist. Dieser Aufbau einer Hohlwelle mit im Inneren der sich drehenden Hohlwelle angeordneten festen Magnetfeldsensoren ist sehr platzsparend, da die im Inneren der Hohlwelle angeordneten Sensoren im Bereich eines die Welle umgebenden Gehäuses keinen weiteren Bauraum benötigen.

In einer ergänzenden oder alternativen Ausgestaltung der hydrodynamischen Komponente kann es dabei vorgesehen sein, dass wenigstens einer der Magnetfeldsensoren im Bereich eines die Welle umgebenden Dichtelements angeordnet ist. Typischerweise ist bei einer hydrodynamischen Komponente im Bereich der Welle ohnehin wenigstens ein Dichtelement notwendig, um das in dem Arbeitsraum zwischen den Elementen, zum Beispiel dem Primärrad und dem Sekundärrad während der Drehmomentübertragung unter hohem Druck stehende Arbeitsfluid gegenüber der Umgebung abzudichten. Ein derartiges Dichtelement, welches die Welle umgibt, eignet sich ideal, um den Magnetfeldsensor, welcher beispielsweise eine die Welle umgebende Spule sein kann, in dieses Dichtelement zu integrieren und so bauraumneutral bei geeigneter Magnetisierungen von wenigstens zwei axial voneinander beabstandeten Abschnitten der Welle und

Anordnung der Magnetfeldsensoren im Bereich des Dichtelements um die Welle eine hydrodynamische Komponente mit entsprechender erfindungsgemäßer Sensorik zu schaffen.

Insbesondere kann dabei wenigstens einer der Magnetfeldsensoren in einem die Welle umgebenden Wellendichtring angeordnet sein. Derartige Wellendichtringe weisen typischerweise ohnehin eine Ausgestaltung auf, welche ausreichend Raum für die Integration einer Spule als Magnetfeldsensor ermöglicht. Sie sind typischerweise sehr gut zugänglich und mit entsprechenden Bereichen des Gehäuses verbunden, so dass auch eine Leitungsführung aus dem Bereich der in den Wellendichtring integrierten Spule beispielsweise nach außerhalb des Gehäuses zu einer Elektronik oder dergleichen einfach und problemlos möglich ist.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen hydrodynamischen Komponente kann es außerdem vorgesehen sein, dass wenigstens einer der Magnetfeldsensoren zwischen zwei die Welle umgebenden Wellendichtringen angeordnet ist. In diesem Bereich zwischen zwei die Welle umgebenden Wellendichtringen einer mehrstufig ausgebildeten Abdichtung der Welle bzw. des Arbeitsraums ergibt sich die Möglichkeit einen oder beide Magnetfeldsensoren zwischen diesen Wellendichtringen anzuordnen. Dies hat den Vorteil, dass Abrieb aus dem Arbeitsraum nicht in dem Maß in einem solchen Bereich gelangen wird und dass eine Verschmutzung der Magnetfeldsensoren dadurch weitgehend vermieden werden kann.

In einer besonders günstigen und vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen hydrodynamischen Komponente kann es vorgesehen sein, dass eine Wellenabdichtung wenigstens einen Wellendichtring und einen über ein Trägerelement mit dem Wellendichtring verbundenen Kolbenring aufweist. Bei diesem Aufbau kann dann wenigstens einer der Magnetfeldsensoren auf dem Trägerelement angeordnet sein. Dieser Aufbau mit einem zwischen Arbeitsraum

und erstem Dichtraum platzierten Kolbenring ermöglicht eine Verringerung des Drucks in dem ersten Dichtraum gegenüber dem Druck im Arbeitsraum auf beispielsweise ca. 20 % des Drucks im Arbeitsraum. Der Kolbenring ist dabei häufig über ein Trägerelement mit einem Wellendichtring verbunden, welcher die Abdichtung des ersten Dichtraums gegenüber der Umgebung oder gegebenenfalls auch gegenüber einem weiteren zweiten Dichtraum gewährleistet. Ein solcher Träger eignet sich, gegebenenfalls in axialer Richtung verlängert, ideal um den Magnetfeldsensor zu tragen, da dieser typischerweise aus einer Blechhülse ausgebildet ist, welcher die Welle entsprechend umgibt. Bei ausreichender axialer Länge dieses Trägerelements ist es auch sehr gut möglich, die Magnetfeldsensoren, korrespondierend zu den beiden axial voneinander beabstandeten Abschnitte der Welle, beide in einem gewissen axialen Abstand zueinander auf dem Trägerelement zu platzieren, um so einfach und effizient eine Möglichkeit zur Integration der Sensorik zu gewährleisten.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann es vorgesehen sein, dass die Welle im Bereich eines der Abschnitte an einer oder mehreren um den Umfang der Welle verteilten Stellen so ausgebildet ist, dass eine mechanische Belastung der Welle einen Spannungsgradienten verursacht. Aufgrund des Joule-Effekts ergibt sich in diesem Fall eine mit der Position dieser Stelle einhergehende Veränderung des Magnetfelds. Wenn im Bereich eines der Abschnitte eine oder mehrere über den Umfang verteilt angeordnete Stellen vorhanden sind, welche eine solche Veränderung des Magnetfelds verursachen, dann ergibt sich hierdurch, ohne dass die Magnetfelder speziell für eine Drehzahlmessung vorgesehen sein müssen, die Möglichkeit die Drehzahl zu messen, da eine durch die Stelle mit dem Spannungsgradient verursachte charakteristische Veränderung des Magnetfelds einmal oder mehrmals pro Umdrehung, je nach Anzahl der Stellen, detektiert wird. Hieraus lässt sich sehr einfach ein Drehzahlsignal ableiten.

In einer sehr vorteilhaften Weiterführung dieser Idee, kann es vorgesehen sein, dass die Stellen als Entlastungs- beziehungsweise Ablaufbohrung für ein Schmiermittel aus einem Bereich zwischen zwei Dichtelementen der Welle ausgebildet sind. Derartige Entlastungsbohrungen können beispielsweise im Bereich zwischen zwei Wellendichtringen oder im Bereich zwischen einem Kolbenring und einem Wellendichtring, also in einem dem Arbeitsraum benachbarten Dichtbereich vorgesehen sein, um Schmiermittel unter geringerem Druck entsprechend abzuführen, beispielsweise durch eine im Inneren der Welle verlaufende zentrale Bohrung oder dergleichen. Diese Entlastungsbohrungen verursachen einen Spannungsgradienten, so dass ohne zusätzlichen fertigungstechnischen Aufwand, und mit dem besonderen Nebeneffekt eine oder mehrere Entlastungsbohrungen bereits integriert zu haben, einfach und effizient eine Drehzahlmessung über das in dem jeweiligen Abschnitt mit der Welle rotierende, über den Umfang inhomogene Magnetfeld erreicht werden kann.

Die erfindungsgemäße Ausgestaltung der hydrodynamischen Komponente kann dabei einen Wandler oder eine hydrodynamische Kupplung sein. Insbesondere kann die Komponente auch ein hydrodynamischer Retarder sein. Dieser Retarder kann entsprechend einfach aufgebaut werden, da im Gegensatz zu Aufbauten im Stand der Technik der Stator unmittelbar in das Gehäuse integriert ausgebildet werden kann, da das Drehmoment im Bereich der Welle erfasst werden kann und hierfür keine Drehbewegung des Stators um seine Achse notwendig ist. Außerdem lässt sich durch die einfache und kompakte Integration der Sensorik, beispielsweise in die Wellendichtringe oder in den Bereich der Dichtelemente, mit minimalem Aufwand und minimalem Bauraum eine Sensorik in den entsprechenden Retarder integrieren, welche sehr einfach, effizient und platzsparend ausgeführt werden kann. Sie erlaubt es sowohl das Drehmoment als auch die Drehzahl zu messen und damit alle zur Ansteuerung des Retarders bzw. zur Ansteuerung eines den Retarder als eine der Bremsmöglichkeiten mit umfassenden Bremssystemen zu gewährleisten.

Die nach dem Prinzip der Magnetostriktion aufgebauten Sensoren ermöglichen einen Einsatz unter vielfältigen Bedingungen, da die Magnetfeldsensoren entsprechend einfach sind und gegenüber Temperaturen, Umgebungseinflüssen und dergleichen sehr resistent ausgebildet werden können. Sie können beispielsweise im Bereich des Schmieröls oder Arbeitsmediums eingesetzt werden und können insbesondere auch unter entsprechend hohen Umgebungstemperaturen sicher und zuverlässig betrieben werden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen hydrodynamischen Komponente ergeben sich aus den restlichen Unteransprüchen und werden anhand der Ausführungsbeispiele deutlich, welche nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren näher erläutert werden.

Dabei zeigen:

- Figur 1 eine Prinzipsdarstellung eines hydrodynamischen Retarders;
- Figur 2 einen Aufbau zum Messen des Drehmoments und/oder der Drehzahl an der Welle des Retarders gemäß Fig. 1;
- Figur 3 eine erste mögliche Ausführungsform zur Anordnung der Magnetfeldsensoren;
- Figur 4 eine zweite mögliche Ausführungsform zur Anordnung der Magnetfeldsensoren;
- Figur 5 eine dritte mögliche Ausführungsform zur Anordnung der Magnetfeldsensoren;

- Figur 6 eine vierte mögliche Ausführungsform zur Anordnung der Magnetfeldsensoren; und
- Figur 7 ein Diagramm des Schubspannungsverlaufs in der Welle gemäß Figur 6.

In der Darstellung der Fig. 1 ist in einer Prinzipdarstellung eine sehr einfach aufgebaute hydrodynamische Komponente 1 in Form eines Retarders 1 zu erkennen. Der hydrodynamische Retarder 1 besteht aus einem Primärrad 2, welches drehbeweglich ausgebildet ist, und welches drehfest auf einer Welle 3 angeordnet ist. Das Primärrad des hydrodynamischen Retarders 1 wird auch als Rotor bezeichnet. Der Rotor 2 weist nun an seinem äußeren Ende einen beschaukelten Bereich auf, welcher zusammen mit einem korrespondierenden beschaukelten Bereich in einem Sekundärrad 4 einen mit 5 bezeichnetem torusförmigem Arbeitsraum ausbildet. Das Sekundärrad 4 steht beim Aufbau des Retarders typischerweise fest und ist in dem hier dargestellten sehr einfachen Ausführungsbeispiel in ein Gehäuse 6 integriert ausgeführt. Das Sekundärrad 4 wird auch als Stator 4 bezeichnet. Der Arbeitsraum 5 des Retarders 1 wird mit einem Arbeitsmedium, beispielsweise dem Kühlwasser eines Kühlkreislaufs im Falle eines Wasserretarders oder einem Öl als Arbeitsmedium immer dann befüllt, wenn mit dem Retarder 1 verschleißfrei gebremst werden soll. Der Arbeitsraum 5 ist über hier prinzipmäßig angedeutete Dichtelemente 7 gegenüber der Umgebung abgedichtet, die Welle 3 ist über angedeutete Lager 8, beispielsweise Wälzlager, entsprechend gelagert.

Der Retarder 1 kann zum Beispiel in einem Nutzfahrzeug, einem Schienenfahrzeug oder dergleichen angeordnet werden. Der Rotor 2 bewegt das in dem Arbeitsraum 5 befindliche Arbeitsmedium mit seinem beschaukelten Bereich und versucht damit ein entsprechendes Drehmoment auf den Stator 4 zu übertragen. Da der Stator 4 seinerseits nicht drehbeweglich ausgebildet ist, entsteht ein entsprechendes

Bremsmoment. Die anfallende Leistung wird in Wärme in dem Arbeitsmedium umgewandelt. Falls das Arbeitsmedium das Kühlmedium im Kühlkreislauf eines mit dem Retarder 1 ausgerüsteten Fahrzeugs ist, wird die Wärme über das Kühlmedium direkt abgeführt, falls ein Öl als Arbeitsmedium für den Retarder 1 eingesetzt wird, wird dieses über einen Wärmetauscher von einem Kühlmedium in einem Kreislauf des Fahrzeugs abgekühlt.

Ein solcher Retarder 1 bildet dabei häufig einen Teil eines Bremssystems und wird mit weiteren Bremsen kombiniert. Dies können beispielsweise eine Motorbremse, eine Reibbremse, sowie gegebenenfalls ein Generator zum rekuperativen Bremsen sein. Um die Bremsleistung nun ideal auf die einzelnen Bremsen verteilen zu können, ist es wichtig, dass das durch die einzelnen Bremsen aufgebrachte Bremsmoment bekannt ist. Hierfür soll das Bremsmoment, für das hier dargestellte Ausführungsbeispiel im Bereich des Retarders 1, entsprechend gemessen werden. Der in Fig. 1 prinzipmäßig angedeutete Retarder 1 soll dafür über eine Einrichtung zum Erfassen des übertragenen Drehmoments verfügen, welche in der Darstellung in Fig. 2 prinzipmäßig angedeutet ist. Diese Einrichtung besteht im Wesentlichen aus zwei Abschnitten 9, 10 der Welle 3, welche mit einem permanenten Magnetfeld versehen worden sind. Zumindest die beiden Abschnitte 9, 10, insbesondere jedoch die ganze Welle 3 kann dafür aus einem ferromagnetischen Material hergestellt werden. Wie in dem in der Beschreibung genannten Stand der Technik gezeigt, können die Abschnitte 9, 10 mit einem permanenten Magnetfeld versehen werden, welches dauerhaft im Bereich der Welle 3 bzw. im Bereich der Abschnitte 9, 10 verbleibt und so lediglich einmal vor der Montage der Welle 3 in den Retarder 1 erzeugt werden muss. Das in den beiden Abschnitten 9, 10 befindliche Magnetfeld ist dabei drehfest zum jeweiligen Abschnitt 9, 10 der Welle 3 ausgebildet.

Kommt es nun, wie in der Darstellung der Fig. 2 angedeutet, zu einer Belastung der Welle 3 über ein Drehmoment M_1 , so bildet sich durch den drehfesten mit der

Welle verbundenen Rotor 2 und das oben beschriebene Wirkprinzip des Retarders 1 ein entsprechendes Gegenmoment aus, welches in der Darstellung der Fig. 2 mit M_2 bezeichnet ist. Aufgrund des Drehmoments und des Gegenmoments kommt es zu einer (geringfügigen) Torsion der Welle 3. Aus dem axialen Abstand l der beiden Abschnitte 9, 10, den Materialeigenschaften und der Geometrie der Welle 3 in diesem Bereich und einem Verdrehwinkel des ersten Abschnitts 9 gegenüber dem zweiten Abschnitt 10 lässt sich so das Drehmoment im Bereich der Welle 3 erfassen. Die Welle 3 selbst bildet dabei den Primärsensor. Um die Abschnitte 9, 10 der Welle 3 sind berührungslos Magnetfeldsensoren 11, 12 als Sekundärsensoren angeordnet. Diese sind in Form von Spulen ausgeführt, welche die Welle 3 umgeben. Sie sind über entsprechende Leitungselemente 13 mit einer Auswerteelektronik 14 verbunden, welche beispielsweise außerhalb des Gehäuses 6 des Retarders 1 angeordnet sein kann. Über die Magnetfeldsensoren 11, 12 lässt sich das im Bereich der Abschnitte 9, 10 befindliche Magnetfeld erfassen. Kommt es zu einer Winkelabweichung zwischen den beiden Abschnitten 9, 10 so werden auch die in den Abschnitten 9, 10 drehfest mit der Welle eingepprägten Magnetfelder in ihrem Winkel zueinander verdreht. Dieser Verdrehwinkel kann durch die Magnetfeldsensoren 11, 12 erfasst werden und erlaubt es mit den geometrischen Eigenschaften und der Materialeigenschaft des Aufbaus auf das Drehmoment rückzuschließen.

Die Einrichtung zur Erfassung des Drehmoments nutzt dabei das Prinzip der Magnetostriktion bzw. den Joule-Effekt. Die Magnetfeldsensoren 11, 12 in Form der Spulen umgeben die Welle 3 berührungslos, so dass hierdurch zusätzlicher Reibungsaufwand oder dergleichen entsteht. Außerdem sind sie vergleichsweise klein und sehr robust, so dass sie auch in Schmieröl, unter hohen Temperaturen, und im Arbeitsmedium des Retarders 1 eingesetzt werden können. Dadurch dass die Welle selbst bzw. die magnetisierten Abschnitte 9, 10 der Welle 3 als Primärsensor dienen, ist der Aufbau außerordentlich kompakt, da lediglich die Magnetfeldsensoren 11, 12 einen zusätzlichen Bauraum benötigen. Um diese nun

vergleichsweise bauraumsparend in dem Retarder 1 anzuordnen, kann es insbesondere vorgesehen sein, sie im Bereich der Dichtelemente 7 anzuordnen bzw. in diese zu integrieren.

In der Darstellung der Fig. 3 ist ein entsprechender Ausschnitt mit der Welle 3 und dem Gehäuse 6 des Retarders 1 zu erkennen. Um die Welle 3, aber lediglich oberhalb der Welle 3 dargestellt, sind dabei zwei Wellendichtringe 15 angeordnet, welche den links des gezeigten Abschnitts befindlichen Bereich der Umgebung mit dem rechts des gezeigten Abschnitts befindlichen Arbeitsraum 5 gegeneinander abdichten. Die Wellendichtringe 15 sind dabei in an sich bekannter Art und Weise ausgeführt. Sie weisen zusätzlich die beiden Magnetfeldsensoren 11, 12 in Form von Spulen auf. Durch die Integration der Magnetfeldsensoren 11, 12 in die Wellendichtringe 15 gelingt ein sehr kompakter Aufbau. Da die Wellendichtringe 15 ohnehin vorhanden sind, müssen diese in ihrer Bauform nur minimal angepasst werden und können so in bestehende Konstruktionen problemlos nachgerüstet werden, da der Gesamtaufbau aus Wellendichtring 15 und integrierten Magnetfeldsensoren 11, 12 so gestaltet werden kann, dass dies in den Außenabmessungen einem herkömmlichen Wellendichtring 15 entspricht. Da der Primärsensor im Bereich der Welle 3 lediglich durch Magnetisieren eingepägt wird, entsteht so praktisch kein zusätzlicher Aufwand hinsichtlich des Bauraums.

Eine analoge Darstellung ist in Fig. 4 zu erkennen. Die beiden Magnetfeldsensoren 11, 12 sind in dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel zwischen zwei Wellendichtringen 15 in den zwischen den Wellendichtringen 15 befindlichen Raum integriert. Der bei herkömmlichen Konstruktionen ohnehin vorhandene Raum kann insbesondere zur Integration der Magnetfeldsensoren 11, 12 genutzt werden, da hier vergleichsweise kontrollierte und gleichmäßige Bedingungen herrschen und da in diesem Bereich moderate Drücke und vergleichsweise wenig Abrieb aus dem Bereich des Arbeitsraums 5 vorliegen. Die Magnetfeldsensoren können damit über einen langen Zeitraum hinweg unter sehr konstanten

Bedingungen arbeiten, so dass die Zuverlässigkeit des Aufbaus gesteigert werden kann. Dies gilt dabei auch für den in Fig. 3 dargestellten Aufbau.

In der Darstellung in Fig. 5 ist eine alternative Ausführungsform zu erkennen. Die Welle 3 ist hier als Hohlwelle ausgeführt, welche in ihrem Inneren über eine Durchgangsbohrung oder Sacklochbohrung 16 verfügt. Da die Magnetisierung der Abschnitte 9, 10 nicht nur nach außerhalb, sondern auch in das Innere einer Hohlwelle wirkt, ist es möglich die Magnetfeldsensoren 11, 12 nicht nur um die Welle 3 herum, sondern auch im Inneren der Welle 3 anzuordnen. Diese sind über einen entsprechenden Träger 17 ortsfest mit einem nicht drehenden Teil, beispielsweise dem Gehäuse 6 verbunden. Sie können dann analog zu den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen messen. Sie sind aufgrund der Integration in die Welle von vom Außenbereich der Welle 3 auftretenden Ereignissen sicher und zuverlässig geschützt. Über den Träger 17 können die Leitungselemente 13 einfach nach Außen geführt werden.

In der Darstellung der Fig. 6 ist eine weitere Ausführungsform des analog zu dem in den Fig. 3 und 4 gezeigten Aufbau dargestellt. Bei diesem Aufbau ist lediglich ein Wellendichtring 15 dargestellt. Dieser ist über ein Trägerelement 18 mit einem Kolbenring 19 verbunden und trägt diesen. Das Trägerelement 18 kann dabei als ringförmiges Blechelement die Welle 3 umgeben. Der Kolbenring 19 wirkt mit einer entsprechenden Nut 20 in der Welle 3 zusammen und dichtet den Arbeitsraum 5 gegenüber dem zwischen dem Kolbenring 19 und dem Wellendichtring 15 befindlichen ersten Dichtbereich 1 ab. Im Bereich des Arbeitsraums können dabei typischerweise Drücke in der Größenordnung von beispielsweise 10 bar vorliegen. In dem ersten Dichtbereich 21 zwischen dem Kolbenring 19 und dem Wellendichtring 15 wird sich dann typischerweise ein Druck in der Größenordnung von 1,5 bis 2,5 bar einstellen. Das Trägerelement 18 ist auch in herkömmlichen Aufbauten bekannt und üblich. Es weist dabei eine vergleichsweise geringe axiale Länge auf. In dem in Fig. 6 dargestellten

Ausführungsbeispiel wurde diese axiale Länge des Trägerelements 18 entsprechend vergrößert, um so den ersten Dichtbereich 21 zu vergrößern und Raum für die Magnetfeldsensoren 11, 12 zu schaffen, welche mit dem Trägerelement 18 verbunden sind. Damit kann eine bauliche Integration der Magnetfeldsensoren 11, 12 erreicht werden, bei welchem lediglich eine minimale Anpassung des Aufbaus notwendig wird. Um eine gute Abdichtung des Retarders 1 gegenüber der Umgebung realisieren zu können, kann außerdem optional ein weiterer Wellendichtring 15 vorhanden sein, um so auf der dem ersten Dichtraum 21 abgewandten Seite des hier dargestellten Wellendichtrings 15 einen zweiten Dichtraum auszubilden. Außerdem ist der erste Dichtraum 21 über eine Entlastungsbohrung 22 mit einer Bohrung 16 im Bereich der als Hohlwelle ausgeführten Welle 13 verbunden. Über diese Entlastungsbohrung 22 kann Öl aus dem zweiten Dichtraum abfließen und so die Abdichtung des Retarders 1 entscheidend verbessern.

Neben dem Drehmoment, welches über die Magnetfeldsensoren 11, 12 sowie die magnetisierten Abschnitte 9, 10 der Welle 3 gemessen wird, ergibt sich mit der Einrichtung zur Erfassung des Drehmoments außerdem die Möglichkeit, ergänzend oder auch alternativ zum Drehmoment die Drehzahl der Welle 3 zu erfassen. Dabei kann beispielsweise das Magnetfeld so ausgebildet werden, dass dieses um den Umfang der Welle 3 magnetisch unterschiedlich wirkende Teilbereiche aufweist, so dass ein entsprechender Bereich über die Magnetfeldsensoren 11, 12 detektiert und einem Umlaufen der Welle zugeordnet werden kann.

Insbesondere ergibt sich eine solche Inhomogenität des Magnetfelds um den Umfang der Welle 3 jedoch auch, wenn im Bereich der Welle 3 eine entsprechende Stelle angeordnet ist, welche für einen Spannungsgradient in der bei der mechanischen Belastung der Welle auftretenden Spannung sorgt. Eine solche Stelle kann beispielsweise eine in axiale Richtung verlaufende Nut, Stufe oder dergleichen sein. Insbesondere kann die Entlastungsbohrung 22 oder auch

mehrere über den Umfang der Welle 3 angeordnete Entlastungsbohrungen 22 entsprechend genutzt werden. In der Darstellung der Fig. 7 ist in einem Diagramm die Schubspannung im Bereich der Welle 3 über deren axiale Ausdehnung zu erkennen. Die gestrichelte Linie zeigt dabei die Schubspannung in den Bereichen, in denen keine Entlastungsbohrung 22 angeordnet ist. Die durchgezogene Linie zeigt die Schubspannung in dem Bereich, in dem die Entlastungsbohrung 22 angeordnet ist. Diese stark abweichende Schubspannung sorgt entsprechend dem Joule-Effekt für eine Veränderung in dem Magnetfeld des zugeordneten Abschnitts, in diesem Fall des zugeordneten zweiten Abschnitts 10, so dass in diesem Abschnitt an den Stellen des Umfangs, an denen die Entlastungsbohrung 22 angeordnet ist, eine entsprechende Veränderung des Magnetfelds auftritt. Ist dann beispielsweise eine Entlastungsbohrung 22 um den Umfang angeordnet, so wird die entsprechende Störung in der Schubspannung und damit in dem Magnetfeld immer dann detektiert, wenn diese Stelle in einer bestimmten Position steht. Je Umdrehung der Welle lässt sich dieses Ereignis also einmal erfassen, wodurch ein einfacher und effizienter Drehzahlsensor entsteht, welcher die ohnehin vorhandenen Gegebenheiten, in diesem Fall die Entlastungsbohrung 22 des Dichtsystems entsprechend nutzt, um ohne zusätzlichen Fertigungs- oder Montageaufwand einfach, effizient und zuverlässig neben dem Drehmoment auch die Drehzahl der Welle 3 erfassen zu können.

Patentansprüche

1. Hydrodynamische Komponente (1)
 - 1.1 mit wenigstens zwei einen Arbeitsraum (5) zwischen sich ausbildenden Elementen (2, 4), welche ein Primärrad (2) und ein Sekundärrad (4) umfassen, und welche über ein in den Arbeitsraum einbringbares Arbeitsmedium ein Drehmoment zwischen den Elementen (2, 4) übertragen,
 - 1.2 wenigstens eines der Elemente (2, 4) ist drehfest auf einer Welle (3) angeordnet,
 - 1.3 mit einer Einrichtung zum Erfassen einer das übertragene Drehmoment und/oder die Drehzahl der Welle (3) zumindest mittelbar charakterisierenden Größe, dadurch gekennzeichnet, dass
 - 1.4 die Welle (3) zumindest in wenigstens zwei axial voneinander beabstandeten Abschnitten (9, 10) jeweils aus einem ferromagnetischen Material besteht und mit einem drehfest zum jeweiligen Abschnitt (9, 10) ausgebildeten Magnetfeld versehen ist, und dass
 - 1.5 in mit den wenigstens zwei Abschnitten (9, 10) korrespondierenden Bereichen Magnetfeldsensoren (11, 12) angeordnet sind.
2. Hydrodynamische Komponente (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens einer der Abschnitte (9, 10) mit einem permanenten Magnetfeld versehen ist.
3. Hydrodynamische Komponente (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Magnetfeld wenigstens eines Abschnitts (9, 10) als codiertes Magnetfeld ausgebildet ist.

4. Hydrodynamische Komponente (1) nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Magnetfeld wenigstens eines Abschnitts (9, 10) in Umfangsrichtung wenigstens zwei sich magnetisch voneinander unterscheidende Teilbereiche aufweist.
5. Hydrodynamische Komponente (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnetfeldsensoren (11, 12) berührungslos zur Welle (3) ausgebildet sind.
6. Hydrodynamische Komponente (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnetfeldsensoren (11, 12) in Form von Spulen ausgebildet sind.
7. Hydrodynamische Komponente (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnetfeldsensoren (11, 12) die Welle (3) umgeben.
8. Hydrodynamische Komponente (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle (3) als Hohlwelle ausgebildet ist, wobei wenigstens einer der Magnetfeldsensoren (11, 12) im Inneren der Hohlwelle angeordnet ist.
9. Hydrodynamische Komponente (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens einer der Magnetfeldsensoren (11, 12) im Bereich eines die Welle (3) umgebenden Dichtelements (7, 15, 19) angeordnet ist.
10. Hydrodynamische Komponente (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens einer der Magnetfeldsensoren

- (11, 12) in einem die Welle (3) umgebenden Wellendichtring (15) angeordnet ist.
11. Hydrodynamische Komponente (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens einer der Magnetfeldsensoren (11, 12) zwischen zwei die Welle (3) umgebenden Wellendichtringen (15) angeordnet ist.
 12. Hydrodynamische Komponente (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens einer der Magnetfeldsensoren (11, 12) im Bereich eines Halters (18) für ein Dichtelement (19) angeordnet ist.
 13. Hydrodynamische Komponente (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass eine Wellenabdichtung wenigstens einen Wellendichtring (15) und einen über ein Trägerelement (18) mit dem Wellendichtring (15) verbundenen Kolbenring (19) aufweist, wobei wenigstens einer der Magnetfeldsensoren (11, 12) auf dem Trägerelement (18) angeordnet ist.
 14. Hydrodynamische Komponente (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle (3) im Bereich eines der Abschnitte (9, 10) an einer oder mehreren um den Umfang der Welle (3) verteilten Stelle so ausgebildet ist, dass eine mechanische Belastung der Welle (3) einen Spannungsgradient verursacht.
 15. Hydrodynamische Komponente (1) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Stellen Entlastungsbohrungen (22) für ein Schmiermittel aus einem Bereich (21) zwischen zwei Dichtelementen (15, 19) aufweisen.

16. Hydrodynamische Komponente (1) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Stellen eine axial zur Welle (3) verlaufende Kante oder Nut aufweisen.
17. Hydrodynamische Komponente (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche gekennzeichnet durch ihre Ausbildung als hydrodynamische Kupplung oder als hydrodynamischer Retarder (1).
18. Hydrodynamische Komponente (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 16, gekennzeichnet durch ihre Ausbildung als hydrodynamischer Wandler.

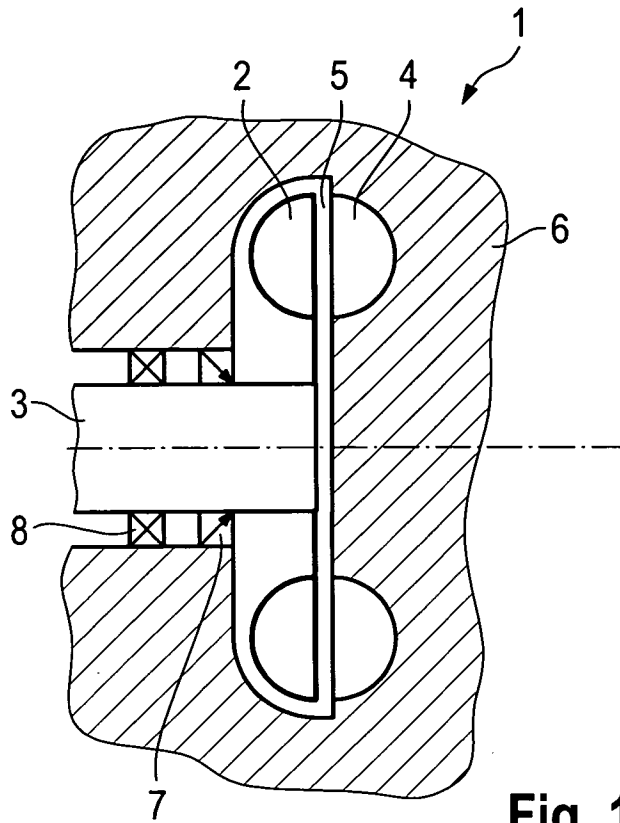


Fig. 1

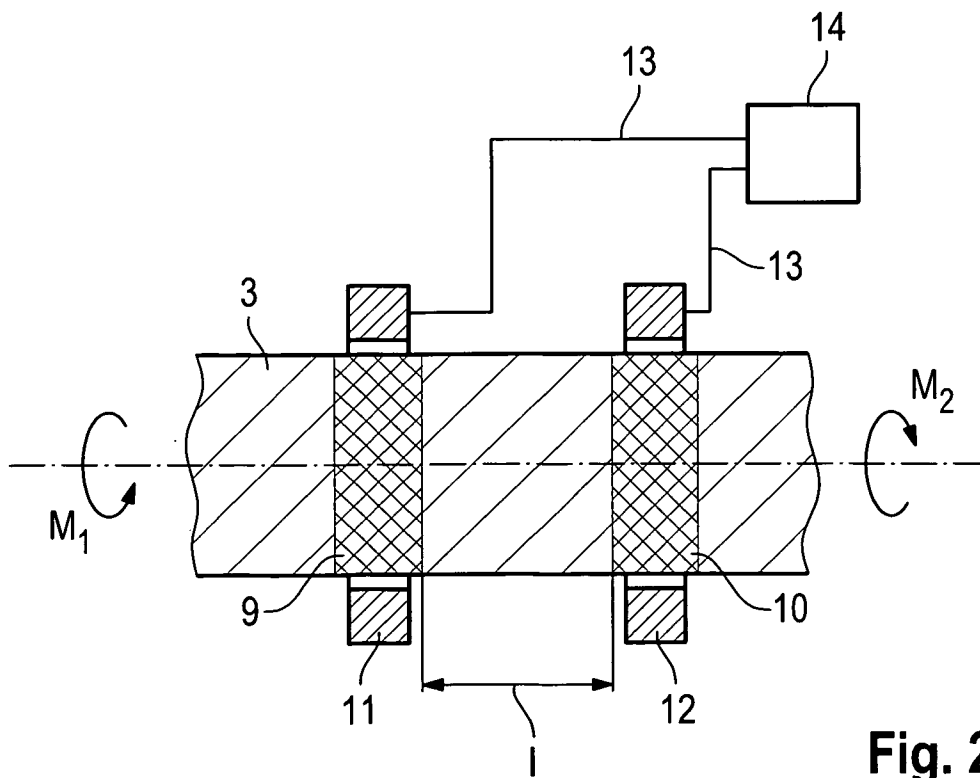


Fig. 2

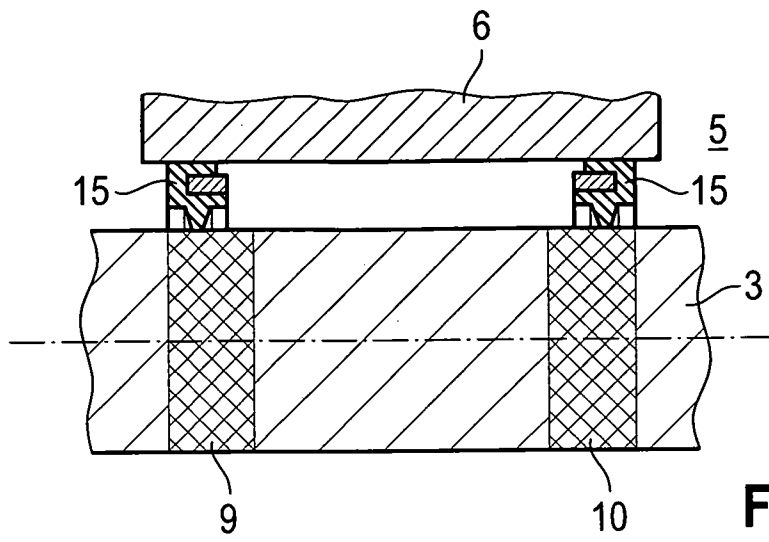


Fig. 3

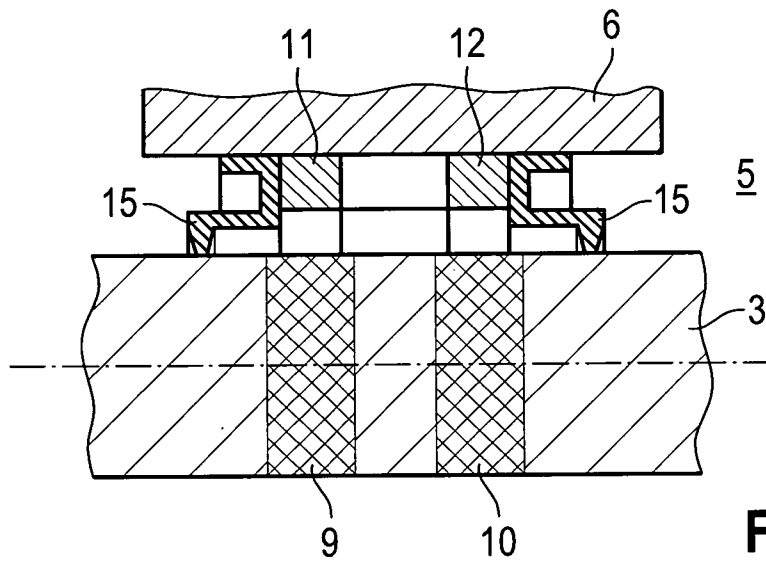


Fig. 4

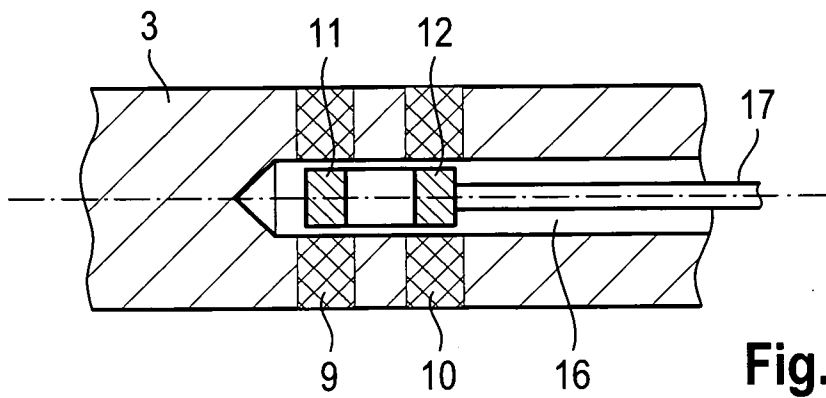


Fig. 5

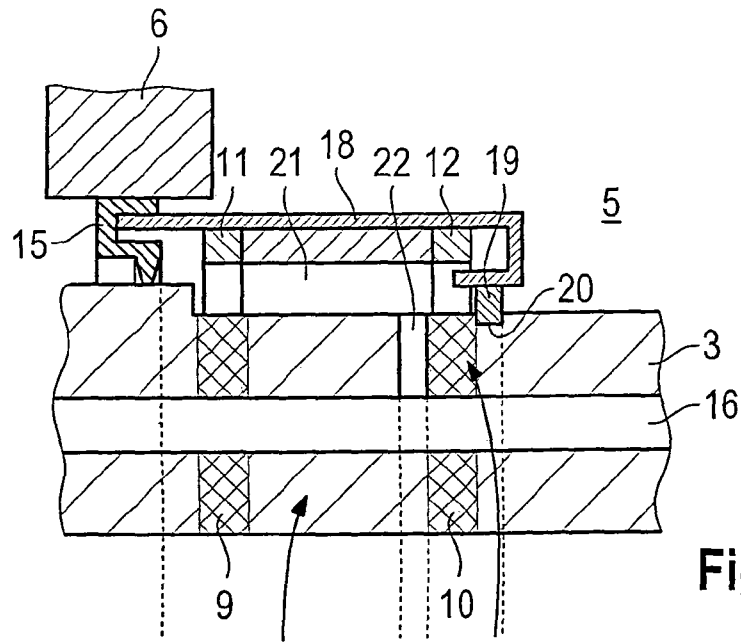


Fig. 6

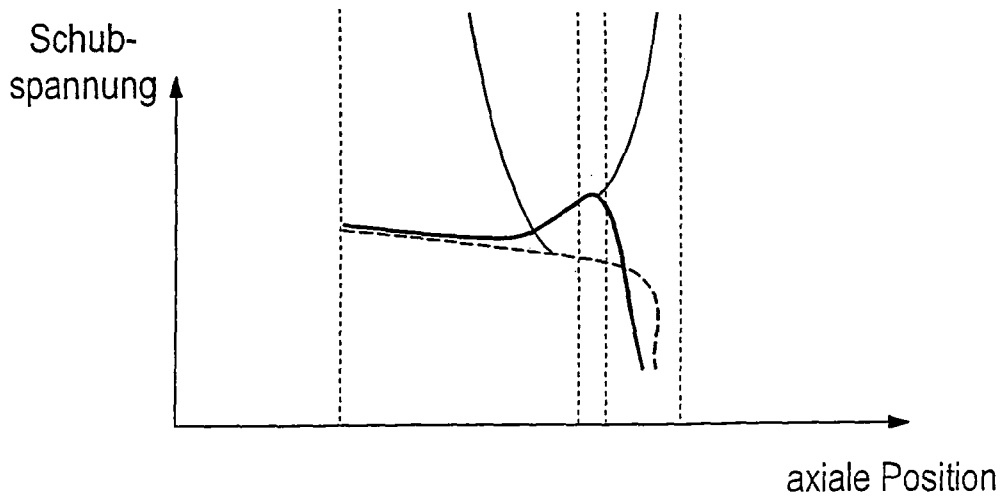


Fig. 7