



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
06.03.2013 Patentblatt 2013/10

(51) Int Cl.:
F04D 15/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12167701.7**

(22) Anmeldetag: **11.05.2012**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **Schaeffler Technologies AG & Co. KG 91074 Herzogenaurach (DE)**

(72) Erfinder: **Hurst, Sebastian 91088 Bubenreuth (DE)**

(30) Priorität: **31.08.2011 DE 102011081875**

(54) **Regelbare Kühlmittelpumpe mit einem hydraulisch aktivierbaren Aktor**

(57) Die Erfindung betrifft eine Kühlmittelpumpe (1) einer Brennkraftmaschine mit einem regelbaren Kühlmittelstrom, die ein Pumpengehäuse (11) umfasst, in dem eine als Hohlwelle ausgebildete Pumpenwelle (12) mit zugehörigem Flügelrad (13) drehbar gelagert ist. Das Kühlmittel wird aus einem Sauganschluss (14) in einen Druckkanal (15) der Kühlmittelpumpe (1) gefördert, wobei ein Volumenstrom oder ein Fördervolumen der Kühlmittelpumpe (1) mittels eines dem Flügelrad (13) zugeordneten Leitblechs (17) über einen Aktor (7) beeinflusst werden kann. Dazu ist das Leitblech (17) drehstarr mit einer in der Pumpenwelle (12) geführten, zwischen zwei

Endstellungen stufenlos axial verschiebbaren Schubstange (18) verbunden. Als Aktor (7) ist eine innerhalb der Kühlmittelpumpe (1) integrierte, über einen Exzenter verstellbare Radialkolbenpumpe (10) vorgesehen, die zur Druckerzeugung zumindest einen in einer Durchlassbohrung (22) der Pumpenwelle (12) radial geführten, einem Druckraum (35) zugeordneten, außenseitig von dem Exzenter umschlossenen oszillierenden Kolben (20) oder Ansaugkolben umfasst. Der Druckraum (35) ist mittelbar mit einem Hochdruckraum (37) verbunden, in dem ein die Schubstange (18) beaufschlagender Hochdruckkolben (38) verschiebbar geführt ist.

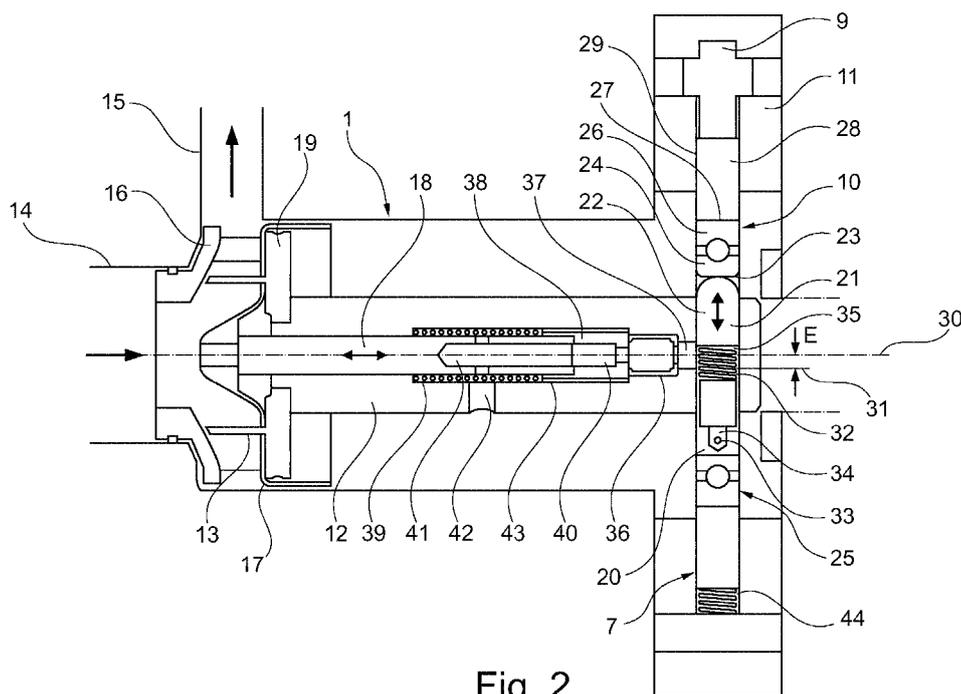


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kühlmittelpumpe einer Brennkraftmaschine mit einem regelbaren Kühlmittelstrom, die ein Pumpengehäuse umfasst, in dem eine als Hohlwelle ausgebildete Pumpenwelle mit zugehörigem Flügelrad drehbar gelagert ist. Über das Flügelrad wird das Kühlmittel von einem Sauganschluss in einen Druckkanal der Kühlmittelpumpe gefördert, wobei ein Volumenstrom oder ein Fördervolumen der Kühlmittelpumpe mittels eines dem Flügelrad zugeordneten Leitblechs mittels eines Aktors beeinflusst werden kann. Das Leitblech ist dazu drehstarr mit einer in der Pumpenwelle geführten, zwischen zwei Endstellungen stufenlos axial verschiebbaren Schubstange verbunden.

[0002] Bei flüssigkeitsgekühlten, insbesondere wassergekühlten Brennkraftmaschinen wird das Kühlwasser in einem geschlossenen Kreislauf durch Kühlkanäle des Kurbelgehäuses und des Zylinderkopfes geleitet und anschließend in einen Luft-Wasser-Wärmetauscher bzw. Kühler zurückgekühlt. Zur Unterstützung der Zirkulation des Kühlmittels wird eine insbesondere über einen Riemtrieb direkt angetriebene Kühlmittelpumpe eingesetzt. Durch eine unmittelbare Koppelung zwischen der Kühlmittelpumpe und der Kurbelwelle stellt sich eine Abhängigkeit der Pumpendrehzahl von der Drehzahl der Brennkraftmaschine ein. Daraus folgt, dass bei einem Kaltstart der Brennkraftmaschine das Kühlmittel zirkuliert, wodurch sich eine gewünschte schnelle Erwärmung der Brennkraftmaschine und eine damit verbundene optimale Betriebstemperatur verzögert. Im Zuge der stetigen Optimierung von Brennkraftmaschinen im Hinblick auf Emission und Kraftstoffverbrauch ist es wichtig, den Motor nach dem Kaltstart möglichst schnell auf die Betriebstemperatur zu bringen. Dadurch werden sowohl die Reibungsverluste und zugleich die Emissionswerte reduziert und auch der Kraftstoffverbrauch verringert. Um diesen Effekt zu erzielen, werden regelbare Kühlmittelpumpen eingesetzt, deren geförderter Volumenstrom auf den Kühlungsbedarf der Brennkraftmaschine abgestimmt werden kann. Von Fahrzeugherstellern wird für Brennkraftmaschine in der Kaltlaufphase ein auch als "Null-Leckagestrom" bezeichneter Kühlmittelstrom von $\leq 0,1$ l/h gefordert.

[0003] Aus der DE 199 01 123 A1 ist als Maßnahme, um das Fördervolumen einer Kühlmittelpumpe zu beeinflussen, bekannt, dem Flügelrad einen äußeren übergreifenden Schieber zuzuordnen, mit dem die wirksame Flügelbreite des Flügelrades verändert werden kann und der in axialer Richtung stufenlos axial beweglich einstellbar ist. Die Verstellung des Schiebers erfolgt dabei durch das Verdrehen einer gewindeartigen Führung. Die DE 10 2005 004 315 A1 und DE 10 2005 062 200 A1 offenbaren regelbare Kühlmittelpumpen, bei denen zur Einflussnahme auf die Fördermenge innerhalb des Pumpengehäuses jeweils ein in Richtung der Pumpenwellenachse verschiebbarer Ventilschieber eingebracht ist. Der ringförmig ausgebildete Ventilschieber bildet einen den

Ausströmbereich des Flügelrades variabel überdeckenden Außenzyliner. Gemäß der DE 10 2005 004 315 A1 wird der auch als Leitscheibe zu bezeichnende Ventilschieber elektromagnetisch mit einer im Pumpengehäuse angeordneten Magnetspule verstellbar. Alternativ dazu ist zur Verstellung des Ventilschiebers nach der DE 10 2005 062 200 A1 ein pneumatisch oder hydraulisch betätigter Aktuator vorgesehen, der zur Verstellung des Ventilschiebers im Pumpengehäuse geführte Kolbenstangen einschließt.

[0004] Die Aufgabenstellung der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine regelbare Kühlmittelpumpe zu schaffen, mit der ein Volumenstrom bedarfsgerecht einstellbar ist und die einen bauraumoptimierten Aktor einschließt, der innerhalb herkömmlicher Kühlmittelpumpen integrierbar ist.

[0005] Gelöst wird diese Aufgabe mit einer Kühlmittelpumpe, die alle Merkmale des Anspruchs 1 aufweist. Gemäß der Erfindung bietet der innerhalb der Kühlmittelpumpe integrierte, hydraulisch wirkende Aktor den Vorteil, die Verstellung des Leitblechs so vorzunehmen, um das Fördervolumen der Kühlmittelpumpe aktiv zu beeinflussen, damit eine stetig ansteigende Förderstromkennlinie erreichbar ist. Zur Druckerzeugung umfasst der Aktor eine innerhalb der Kühlmittelpumpe integrierte, hydrostatische Radialkolbenpumpe mit Exzenterverstellung mit zumindest einem Ansaugkolben, der in einer einen Druckraum bildenden Durchlassbohrung der rotierenden Pumpenwelle radial geführt ist. Bedingt durch einen Exzenter, der den Ansaugkolben außenseitig umschließt und mit diesem zusammenwirkt, übt der Kolben eine oszillierende Bewegung aus. Der von dem Ansaugkolben einseitig begrenzte Druckraum ist mittelbar mit einem Hochdruckraum verbunden, in dem ein die Schubstange beaufschlagender Hochdruckkolben verschiebbar geführt ist. Mittels der Radialkolbenpumpe wird das Kühlmedium aus dem Kühlkreislauf bzw. der Kühlmittelpumpenwelle liegenden Hochdruckraum auf einen Hochdruckkolben übertragen. Mit der Radialkolbenpumpe in Verbindung mit einer variablen Exzentrizität ist ein Steuerdruck generierbar, um den Kolben zwischen einem Null- oder Leerlauf und einem festen bzw. variablen Hub zu verstellen. Weiterhin kann die Geschwindigkeit des Druckaufbaus und damit die Position des Leitblechs gegenüber dem Flügelrad stufenlos gesteuert werden, um nach einem Kaltstart eine schnelle Erwärmung der Brennkraftmaschine zu erreichen oder die Motortemperatur gezielt zu beeinflussen. Im Unterschied zu bekannten Lösungen, bei denen beispielsweise eine Ölhydraulik der Brennkraftmaschine die Leitscheibe verstellt, wird erfindungsgemäß zur Aktuierung bzw. zur Erzeugung des Hydraulikdrucks das Kühlmedium von der in der Kühlmittelpumpe integrierten Radialkolbenpumpe komprimiert, und damit der Hydraulikdruck autark erzeugt. Diese weniger kritische Aktuierungsenergie erfordert vorteilhaft keine zusätzlichen Hydraulikanschlüsse, beispielsweise zwischen der Brennkraftmaschine und dem Pum-

pengehäuse sowie keinen erhöhten Dichtungsaufwand, um einen Öleintritt in das Kühlmedium der Brennkraftmaschine wirksam zu unterbinden.

[0006] Gegenüber elektromagnetischen oder elektromotorischen komplexen und kostenintensiven Ausführungen zur Realisierung einer regelbaren Kühlmittelpumpe bietet die Erfindung vorteilhaft ein bauraumneutrales, montagefreundliches und kostengünstiges Konzept. Vorteilhaft ist der erfindungsgemäße Aktor zumindest in axialer Richtung bauraumneutral und beeinträchtigt nicht den vor der Antriebs- oder Riemenebene der Kühlmittelpumpe begrenzten Bauraum. Der Aktor kann somit innerhalb der axialen Packaging-Grenzen einer herkömmlichen Pumpe, bestehend aus Riemenscheibe, Lagerung, Gleitringdichtung, Flügelrad realisiert werden. Das erfindungsgemäße, eine gute Ansteuerbarkeit des Leitblechs sicherstellende und alle Kriterien aus Kundensicht erfüllende Konzept kann außerdem aus standardisierten Bauteilen aufgebaut werden.

[0007] Des Weiteren bietet es sich an, die erfindungsgemäße, mittels eines Exzenters verstellbare Radialkolbenpumpe alternativ auch zum Schalten oder Betätigen anderer Nebenaggregate einer Brennkraftmaschine einzusetzen. Ein wie zuvor erläutertes, innerhalb der Kühlmittelpumpe erzeugter Hydraulikdruck kann aus der Pumpenwelle mittels einer Druckleitung ausgeleitet und einem benachbarten Aggregat zugeführt werden. Bevorzugt bietet sich dazu als Aktor eine Verdrängerpumpe an, die alternativ zu einer Koppelung mit der rotierenden Pumpenwelle in einem ortsfesten Gehäuse der Kühlmittelpumpe eingesetzt ist und mittels eines Pumpenwellennockens angetrieben wird. Der erzeugte Hydraulikdruck kann eingesetzt werden, um eine "Verfahrstrecke" zu generieren, mit der beispielsweise die Kupplung eines Klimakompressors, Generators oder einer Lenkhilfspumpe geschaltet werden kann.

[0008] Nach einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass als Exzenter ein im Pumpengehäuse über eine Linearführung stufenlos radial verschiebbarer Exzenter Schlitten, Schlitten oder Schieber eingesetzt ist. In einer Aufnahme des Exzenter Schlittens ist eine zylindrische Hülse lagefixiert eingesetzt, an deren Innenseite zumindest ein Kolben der Radialkolbenpumpe abgestützt und geführt ist. Mittels der radialen Verstellung des linear gleitend oder wälzend gelagerten Exzenter Schlittens kann der Hub des Kolbens und damit der Pumpendruck bzw. das Fördervolumen der Radialkolbenpumpe verändert werden. Als Hülse eignet sich insbesondere eine Stahlhülse, wobei insbesondere deren Innenseite gehärtet ist. Im Hinblick auf eine ausreichende Lebensdauer der Hülse und der Kolben-Kontaktfläche sind zur Optimierung bzw. Erreichung einer kostengünstigen und verschleißfesten Lösung eine geeignete Werkstoffkombination und/oder ein entsprechendes Härteverfahren vorgesehen sowie eine hydrodynamische Schmierung, um der Flächenpressung dauerhaft standzuhalten. Ein alternativer Aufbau des Exzenter Schlittens sieht anstelle der Stahlhülse ein Wälzlager,

insbesondere ein Rillenkugellager ohne Dichtung und ohne separaten Schmierstoff vor. Bei dieser verschleißfesteren Variante ist der Außenring in der Aufnahme des Exzenter Schlittens lagepositioniert verpresst und der Kolben der Radialkolbenpumpe an dem rotierenden Innenring des Wälzlagers abgestützt.

[0009] Bevorzugt wird erfindungsgemäß eine Radialkolbenpumpe mit zwei um 180° Kolbenwinkel zueinander versetzten Kolben eingesetzt, die bezüglich Aufwand und Funktion ein Optimum darstellt und durch deren Aufbau sich eine vorteilhafte Kinematik der Kolben einstellt. Im Gegensatz zu einer Radialkolbenpumpe mit einem Kolben, bei dem der Hub über einen Exzenter verstellbar ist, stellen sich bei der Doppelkolbenvariante je Umdrehung der Kühlmittelpumpenwelle zwei Arbeitshübe ein, wobei der Hub auch über den Kolbenwinkel beeinflusst werden kann. Weiterhin kann das Hubniveau gegenüber der Ein-Kolbenvariante verringert werden. Beispielsweise kann für einen Führungsradius von 15 mm und einer eingestellten Exzentrizität von 1 mm ein Hub von 0,07 mm bei einer Zwei-Kolbenvariante realisiert werden im Gegensatz zu einem Hub von 2 mm bei sonst gleichen Parametern der Ein-Kolbenvariante. Außerdem zeichnet sich die zwei Kolben beinhaltende Radialkolbenpumpe durch eine gleichförmige Druckerzeugung bei geringer Pulsation aus, mit der außerdem ein annähernd konstantes Druckniveau erzielbar ist. Die Zwei-Kolbenvariante ermöglicht weiterhin eine erstrebenswerte Ausgangsbasis, ein optimales Stellweg/Hub-Verhältnis, um bei einem stufenlos regelbaren, per Positionssensor detektierten Betrieb mit einer ausreichenden niedrigen Empfindlichkeit die Stellgrößen Pumpendruck bzw. Leitblechposition zu justieren. Als Radialkolbenpumpe kann außerdem eine Doppelkolbenvariante eingesetzt werden, die einen an dem Innenring anliegenden Gegenkolben besitzt, der weder ein Ansaugventil noch eine entsprechende Ansaug- oder Ausschleibeöffnung aufweist. Der zum Massenausgleich bzw. zur radialen Massenverteilung gegenüber dem Ansaugkolben eingesetzte Kolben vermeidet eine nachteilige Unwucht der Radialkolbenpumpe. Bei Radialkolbenpumpen mit mehr als zwei Kolben, beispielsweise bei Dreikolben- oder Vierkolbenvarianten, führt eine asymmetrische umfangsseitige Anordnung der Kolben zu einer Erhöhung des Hubes. Da eine Gleichverteilung der Kolben jeweils zu einem Nullhub führen kann, ist bevorzugt eine geringe asymmetrische Kolbenanordnung vorgesehen. Bei der Vier-Kolbenvariante kann, wie bei der Zwei-Kolbenvariante, eine erwünschte Verdopplung der Arbeitsfrequenz erzielt werden.

[0010] Um in allen Betriebszuständen eine für die Funktion der Radialkolbenpumpe notwendige Anlage der Kolben an der Stahlhülse oder dem Innenring des Wälzlagers zu gewährleisten, ist jeder Kolben von einem Federelement beaufschlagt. Für eine Radialkolbenpumpe mit zwei Kolben eignet sich eine Druckfeder, die eine Fliehkraft unterstützend eine wirksame Anlage beider Kolben an dem Führungselement des Exzenter Schlittens sicherstellt, was insbesondere in der Ansaugphase er-

forderlich ist.

[0011] Zwecks Erzielung einer Drehmitnahme und wälzenden Lagerung des Wälzlager-Innenrings ist zumindest ein auch als Führungskolben zu deklarierender, in der Pumpenwelle verschiebbar eingesetzter Ansaugkolben an dem Wälzlager-Innenring positioniert. Diese Anordnung unterscheidet sich von einer in dem Exzentrerschlitzen lagefixiert eingepressten Stahlhülse, an der die Kolben gleitend abgestützt sind. Zur Drehkoppelung bildet der Führungskolben bzw. dessen Kolbenkopf endseitig einen Halbzylinder, dessen Achse parallel zur Kühlmittelpumpenachse verläuft, wodurch der Kolben mit einer gewissen Schmiegun g in der komplementären Aussparung im Innenring des Wälzlagers geführt ist, um eine in der Kinematik der mehrere Kolben einschließenden Radialkolbenpumpe begründbare Kippbewegung ausführen zu können. Weiterhin verhindert diese Kopfgeometrie eine Verdrehung des Kolbens in der zugehörigen Bohrung, wodurch sich eine lageorientierte Einbaulage einstellt, die eine definierte Zuordnung einer Ansaugbohrung zu dem Ansaugkolben sicherstellt. Alternativ kann der Kolben bzw. der Kolbenkopf mit einer endseitig, bevorzugt konvexen Kontur ausgeführt werden, die formschlüssig in eine komplementär ausgebildete konkave Aufnahme des Innenrings eingreift. Alle weiteren Kolben der Radialkolbenpumpe sind ohne formschlüssige Verbindung an dem Innenring abgestützt, die damit eine ungehinderte Kolbenkinematik der exzentrisch verstellbaren Radialkolbenpumpe ermöglichen. Übereinstimmend führen alle Kolben eine oszillierende Gleitbewegung aus, wobei als Maßnahme, um den Verschleiß im Bereich der Kontaktflächen zu dem WälzlagerInnenring zu reduzieren, eine entsprechende Gestaltung der Kolben und/oder eine spezielle Werkstoffauswahl vorgesehen ist.

[0012] Erfindungsgemäß strömt im Betriebszustand der Radialkolbenpumpe in der Ansaugphase, abhängig von einer Position des Ansaugkolbens, das Kühlmittel über ein als Einwegventil ausgeführtes Ansaugventil in den Druckraum. Das Ansaugventil mit einer Öffnungsrichtung zum Druckraum steht bevorzugt mit dem Druckkanal der Kühlmittelpumpe in Verbindung. Dadurch unterstützt der an der Ansaugöffnung des Ansaugventils anstehende Staudruck das Öffnen bei Beginn der Ansaugphase des Kolbens.

[0013] Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass zwischen dem Hochdruckraum und dem Druckraum ein Schließventil eingesetzt ist, das den von dem Kolben erzeugten Kompressionsdruck in den Hochdruckraum überträgt, sobald der im Hochdruckraum vorherrschende Gegendruck überschritten ist. Das als Einwegventil ausgeführte Schließventil verhindert gleichzeitig wirkungsvoll ein Zurückströmen des Kühlmittels von dem Hochdruckraum in den Druckraum und damit einen Druckabfall im Hochdruckraum nach Beendigung der Kompressionsphase des Ansaugkolbens. Der im Hochdruckraum aufgebaute Druck bzw. das aufgebaute Volumen verschiebt den Hochdruckkolben mit zugehöriger

Schubstange und dem Leitblech gegen die Fluidkräfte in die Schließstellung. Dabei entleert sich der Hochdruckraum zwischen den Kompressionshüben zumindest teilweise, da zwischen Kolbenschulter bzw. der Kolbenaußenkontur und der Bohrungswandung des Hochdruckraums ein definierter Leckspalt vorgesehen ist. Der Leckspalt ermöglicht außerdem eine passive Entlüftung, die ein Rückstellen des Leitblechs in eine maximale Öffnung bei deaktivierter oder einem Ausfall der Radialkolbenpumpe erforderlich ist. Eine Rückstellung des Leitblechs, bei der gleichzeitig das im Hochdruckraum befindliche Kühlmittel über den Leckspalt verdrängt wird, erfolgt dabei mit Unterstützung eines zuvor komprimierten Federmittels, insbesondere einer Druckfeder.

[0014] Um einem unkontrollierten Druckanstieg in dem Hochdruckraum entgegenzuwirken, der zu einer Zerstörung des einen Endanschlag für das Leitblech bildenden Flügelraddeckels oder des Leitblechs führen kann, ist in dem Hochdruckkolben ein Überdruckventil eingesetzt. Bei einem Überschreiten eines zulässigen Drucks öffnet das Überdruckventil und bewirkt ein Abströmen von Kühlmittel aus dem Hochdruckraum über einen Absteuerkanal der Schubstange in eine Ausströmöffnung der Pumpenwelle. Das austretende Kühlmittel kann vorteilhaft zusammen mit dem Leckagestrom des Kolbens in einen Ansaugbereich der Kühlmittelpumpe geleitet werden. Zur Reduzierung einer axialen Länge bietet es sich an, das Überlastventil innenseitig in einen mit einem Ansaugkolben zusammenwirkenden Gegenkolben der Radialkolbenpumpe zu integrieren. Als Alternative zu einem äußeren Endanschlag des Leitblechs in Form des Flügelraddeckels bietet es sich an, eine Blocklänge der für die Rückstellung des Leitblechs vorgesehenen Druckfeder als inneren Anschlag zu nutzen. Dieses Konzept ermöglicht es, auf einen Überlastschutz in Form eines Überdruckventils zu verzichten.

[0015] Eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass der Exzentrerschlitzen, Schlitten oder Schieber über ein elektronisches Stellglied stufenlos verstellbar ist oder eingestellt werden kann. Das insbesondere mit dem Motormanagement gekoppelte Stellglied kann somit, beispielsweise in Abhängigkeit von Parametern der Brennkraftmaschine, insbesondere der Wasser- oder Öltemperatur der Brennkraftmaschine aktiviert werden. Als Stellglied eignet sich bevorzugt ein Linearaktor, der einen Elektromotor mit zugehöriger Kupplung und Nockentrieb einschließt oder ein Elektromagnet, um den im Nassraum axial zwischen der Gleitringdichtung und dem Flügelrad der Kühlmittelpumpe gelegenen Exzentrerschlitzen radial zur Pumpenwelle zu verschieben.

[0016] Als Sicherheitsmaßnahme in einem Notfallszenario umfasst die Erfindung für den Aktor der exzentriergesteuerten Radialkolbenpumpe unterschiedliche Failsafe-Einrichtungen. Als erste Maßnahme ist ein mit dem Exzentrerschlitzen der Radialkolbenpumpe zusammenwirkendes Federelement vorgesehen. Diese Failsafe-Einrichtung bewirkt bei einer Aktivierung, beispielsweise nach einem Ausfall des Hydraulikkreislaufs der Aktorik,

dass der Exzentrerschlitten in eine konzentrisch zur Kühlmittelpumpenachse liegende Ausgangsstellung zurückgestellt wird. Damit ergibt sich eine Kolbenstellung, in der die Radialkolbenpumpe nicht fördert und sich ein größtmöglicher Flügelradquerschnitt einstellt, der eine maximale Kühlmittelförderung sicherstellt. Weiterhin kann eine innerhalb der Pumpenwelle eingesetzte, an einer Schulter der Pumpenwelle und an dem Druckkolben abgestützte Druckfeder als Failsafe-Einrichtung vorgesehen werden, die bei einem Defekt den Hochdruckkolben axial in Richtung der Radialkolbenpumpe verschiebt und dabei das Kühlmittel aus dem Hochdruckraum über den Leckspalt verdrängt. Bevorzugt schließt die Kühlmittelpumpe beide zuvor erläuterten Failsafe-Einrichtungen ein.

[0017] Die mittels des Exzentrerschlittens verstellbare Radialkolbenpumpe kann alternativ auch zum Schalten oder Betätigen anderer Nebenaggregate der Brennkraftmaschine eingesetzt werden. Der innerhalb der Kühlmittelpumpe erzeugte Hydraulikdruck kann aus der Pumpenwelle mittels einer Druckleitung ausgeleitet und einem benachbarten Aggregat zugeführt werden. Bevorzugt bietet sich dazu als Aktor eine Verdrängerpumpe an, die alternativ zu einer Koppelung mit der rotierenden Pumpenwelle in einem ortsfesten Gehäuse der Kühlmittelpumpe eingesetzt ist und mittels eines Pumpenwellennockens angetrieben wird. Der erzeugte Hydraulikdruck kann eingesetzt werden, um eine "Verfahrstrecke" zu generieren, mit der beispielsweise die Kupplung eines Klimakompressors, Generators oder einer Lenkhilfspumpe geschaltet werden kann.

[0018] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung zu Zeichnungen, in denen ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel dargestellt ist. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung des Aufbaus einer Kühlmittelpumpe mit einem integrierten, erfindungsgemäß aufgebauten Aktor;

Fig. 2 eine erfindungsgemäße Kühlmittelpumpe in einem Längsschnitt;

Fig. 3 in einer Vorderansicht den Aktor der Kühlmittelpumpe gemäß Fig. 2.

[0019] Fig. 1 zeigt in einer schematischen Darstellung alle Komponenten einer erfindungsgemäß aufgebauten Kühlmittelpumpe 1, die zur Kühlung einer Brennkraftmaschine 2 bestimmt ist und die mittels eines Zugmitteltriebs 3 angetrieben wird. Das Zugmittel des als Riementrieb ausgeführten Zugmitteltriebs 3 verbindet eine erste mit einer nicht abgebildeten Kurbelwelle der Brennkraftmaschine 2 verbundene Riemenscheibe 4 mit einer zweiten der Kühlmittelpumpe 1 zugeordneten Riemenscheibe 5. Das Fördervolumen der mit einem Kühlkreislauf 6 in Verbindung stehenden Kühlmittelpumpe 1 ist über einen hydraulisch wirkenden, einem Hydraulikkreislauf 8

zugeordneten Aktor 7 einstellbar bzw. regelbar. Eine Aktivierung des Aktors 7 erfolgt über ein hydraulisch, pneumatisch oder elektrisch ansteuerbares Stellglied 9.

[0020] In Fig. 2 ist die regelbare Kühlmittelpumpe 1 im Längsschnitt abgebildet und verdeutlicht insbesondere den Aufbau des Aktors 7, der eine mittels eines Exzentrers verstellbare Radialkolbenpumpe 10 einschließt. Die Kühlmittelpumpe 1 umfasst ein Pumpengehäuse 11, in dem eine als Hohlwelle ausgebildete Pumpenwelle 12 gelagert ist, die drehstarr mit einem Flügelrad 13 verbunden ist. Bei rotierendem Flügelrad 13 im Betriebszustand der Kühlmittelpumpe 1 strömt das Kühlmittel axial über einen Sauganschluss 14 zu dem Flügelrad 13 und wird radial in einen Druckkanal 15 bzw. Spiralkanal geleitet. Dabei bildet ein mit dem Flügelrad 13 verbundener Pumpendeckel 16 einen Übergang zwischen dem Sauganschluss 14 und dem Druckkanal 15. Zur Einflussnahme auf das Fördervolumen der Kühlmittelpumpe 1 ist ein einen Ausströmbereich des Flügelrades 13 axial verschiebbares, variabel überdeckendes Leitblech 17 vorgesehen, das an einer gegenüber der Pumpenwelle 12 axial verschiebbaren Schubstange 18 drehfixiert ist. Mittels eines Aktors 7, der auch als Aktuatorik zu bezeichnen ist, kann das Leitblech 17 stufenlos zwischen zwei durch den Pumpendeckel 16 und einer Rückwand 19 des Flügelrades 13 definierten Endlagen positioniert werden. Gemäß Fig. 2 ist das Leitblech 17 an der Rückwand 19 abgestützt, wodurch sich ein maximales Fördervolumen der Kühlmittelpumpe 1 einstellt. Der Aktor 7 umfasst eine innerhalb der Kühlmittelpumpe 1 integrierte, als Radialkolbenpumpe 10 ausgeführte Verdrängerpumpe, die exzentrisch verstellbar ist und die zwei gegenüberliegende Kolben 20,21 einschließt, die in einer radial ausgerichteten Durchlassbohrung 22 der Pumpenwelle 12 geführt sind. Die Kolben 20,21 sind außenseitig an einer Innenseite 23 von einem Innenring 24 des als Rillenkugellager ausgebildeten Wälzlagers 25 abgestützt, dessen Außenring 26 in einer Aufnahme 27 eines Exzentrerschlittens 28 lagefixiert eingepresst ist. Über eine Linearführung 29 ist der Exzentrerschlitten 28 in dem Pumpengehäuse 11 radial verschiebbar zur Einstellung einer Exzentrizität E zwischen einer Längsachse 30 der Kühlmittelpumpe 1 und einer Drehachse 31 des Wälzlagers 25. Die über das Stellglied 9 des Aktors 7 einstellbare Exzentrizität E beeinflusst unmittelbar einen Hub der Kolben 20,21 und folglich deren oszillierende Bewegung, die einer Rotation der Pumpenwelle 11 überlagert ist.

[0021] Über ein insbesondere als Druckfeder ausgeführtes Federelement 32 sind die Kolben 20,21 kraftschlüssig an der Innenseite 23 vom Wälzlager-Innenring 24 abgestützt. Im Bereich größter Exzentrizität E strömt Kühlmittel über ein mit dem Ansaugkolben 20 zusammenwirkendes Ansaugventil 33 und eine Ausschiebeöffnung 34 des Kolbens 20 in den Druckraum 35 der Radialkolbenpumpe 10. Das auch als Einwegventil zu bezeichnende Ansaugventil 33 mit einer Öffnungsrichtung zum Druckraum 35 steht bevorzugt mit dem Druckkanal 15 der Kühlmittelpumpe 1 in Verbindung, wodurch bei

Beginn der Ansaugphase des Kolbens 20 der anstehende Staudruck das Öffnen des Ansaugventils 33 unterstützt. Der Kolben 21 ist zum Massenausgleich bzw. zur radialen Massenverteilung gegenüber dem Ansaugkolben 20 eingesetzt und bildet einen Gegenkolben, der weder mit einem Ansaugventil in Verbindung steht noch eine Ausschleibeöffnung einschließt. Nach Ende der Ansaug- und Kompressionsphase in einer um 180° veränderten Position des Kolbens 20 stellt sich im Druckraum 35 ein maximaler Druck ein. Über ein ebenfalls als Einwegventil wirkendes, in einer Längsbohrung der Pumpenwelle 12 eingesetztes Schließventil 36 kann das Kühlmittel aus dem Druckraum 35 in einen Hochdruckraum 37 einströmen, der endseitig von einem unmittelbar an der Schubstange 18 fixierten Hochdruckkolben 38 begrenzt ist. Das Schließventil 36 öffnet, sobald sich ein Druckgefälle einstellt, bei dem der Druck im Druckraum 35 das Druckniveau im Hochdruckraum 37 übertrifft. Eine Stellbewegung der Schubstange 18 und des damit in Verbindung stehenden Leitblechs 17 in Richtung des Pumpendeckels 16 erfolgt, sobald der sich im Hochdruckraum 37 einstellende Druck die Federkraft einer auch als Failsafe-Einrichtung 39 zu bezeichnenden Feder übertrifft. Die Feder umschließt dabei lokal die Schubstange 18 und ist zwischen einer Schulter der Pumpenwelle 12 und dem Hochdruckkolben 38 abgestützt. Als Maßnahme, um einem unkontrollierten Druckanstieg im Hochdruckraum 37 entgegenzuwirken, ist in dem Hochdruckkolben 38 ein Überdruckventil 40 integriert, das bei Überschreiten eines zulässigen Drucks öffnet und ein Abströmen von Kühlmittel aus dem Hochdruckraum 37 über einen Absteuerkanal 41 der Schubstange 18 und einer Ausströmöffnung 42 der Pumpenwelle 12 ermöglicht. Ein schnelles Rückstellen des Leitblechs 17 ermöglicht ein als Längskanal in der äußeren Kontur des Hochdruckkolbens 38 eingebrachter Leckspalt 43, über den Kühlmittel aus dem Hochdruckraum 37 in einen für die Feder der Failsafe-Einrichtung 39 bestimmten Ringraum und anschließend in die Ausströmöffnung 42 abgesteuert werden kann. Eine weitere, ebenfalls eine Druckfeder einschließende Failsafe-Einrichtung 44 ist für den mit der Radialkolbenpumpe 10 zusammenwirkenden Exzentrerschlitten 28 vorgesehen. Beispielsweise bei Ausfall einer Druckversorgung des Aktors 7 verschiebt die Druckfeder den Exzentrerschlitten 28 in eine Ausgangsstellung konzentrisch zur Längsachse 30 der Kühlmittelpumpe 1, in der sich eine maximale Kühlmittelförderung der Kühlmittelpumpe 1 einstellt.

[0022] Fig. 3 verdeutlicht insbesondere die Einbaulage von dem Wälzlager 25 sowie den mit dem Wälzlager 25 in Verbindung stehenden Bauteilen. Die zwei Kolben 20,21 der Radialkolbenpumpe 10 sind unterschiedlich geführt bzw. an dem Innenring 24 des Wälzlagers 25 abgestützt. Der Gegenkolben 21 ist mit einer gerundeten, als Kalotte oder konvex gestalteten Kolbenspitze 45 bedingt durch eine Fliehkraft sowie unterstützt durch das Federelement 32 an der Innenseite 23 des Wälzlager-Innenrings 24 abgestützt. Vorzugsweise bildet der Füh-

rungs- oder Ansaugkolben 20 zur Drehkoppelung endseitig eine als Halbzylinder geformte Kolbenspitze 46, die formschlüssig in eine komplementär gestaltete Aufnahme 47 des Wälzlager-Innenrings 24 eingreift. Der Halbzylinder der Kolbenspitze 46 ist dabei parallel zur Längsachse 30 der Pumpenwelle 12 bzw. der Kühlmittelpumpe 1 verlaufend ausgerichtet, um eine begrenzte Kippbewegung ausführen zu können, die sich bei einer Radialkolbenpumpe mit mehreren Kolben einstellt. Bei dem als Rillenkugellager aufgebauten, dichtunglosen Wälzlager 25 werden die Wälzkörper 48 unmittelbar von dem Kühlmittel beaufschlagt. Fig. 3 zeigt weiterhin die Lage des Ansaugventils 33, über das bei einer Lageübereinstimmung mit einem Einlasskanal 49 des Ansaugkolbens 20 ein Einströmen des Kühlmittels in den Ansaugkolben 20 ermöglicht wird.

Bezugszeichenliste

20 [0023]

1	Kühlmittelpumpe
2	Brennkraftmaschine
3	Zugmitteltrieb
25 4	Riemenscheibe
5	Riemenscheibe
6	Kühlkreislauf
7	Aktor
8	Hydraulikkreislauf
30 9	Stellglied
10	Radialkolbenpumpe
11	Pumpengehäuse
12	Pumpenwelle
13	Flügelrad
35 14	Sauganschluss
15	Druckkanal
16	Pumpendeckel
17	Leitblech
18	Schubstange
40 19	Rückwand
20	Kolben
21	Kolben
22	Durchlassbohrung
23	Innenseite
45 24	Innenring
25	Wälzlager
26	Außenring
27	Aufnahme
28	Exzentrerschlitten
50 29	Linearführung
30	Längsachse
31	Drehachse
32	Federelement
33	Ansaugventil
55 34	Ausschleibeöffnung
35	Druckraum
36	Schließventil
37	Hochdruckraum

- 38 Hochdruckkolben
- 39 Failsafe-Einrichtung
- 40 Überdruckventil
- 41 Absteuerkanal
- 42 Ausströmöffnung
- 43 Leckspalt
- 44 Failsafe-Einrichtung
- 45 Kolbenspitze
- 46 Kolbenspitze
- 47 Aufnahme
- 48 Wälzkörper
- 49 Einlasskanal

Patentansprüche

1. Kühlmittelpumpe einer Brennkraftmaschine mit einem regelbaren Kühlmittelstrom, die ein Pumpengehäuse (11) umfasst, in dem eine als Hohlwelle ausgebildete Pumpenwelle (12) mit zugehörigem Flügelrad (13) drehbar gelagert ist und ein Kühlmittel über einen Sauganschluss (14) in einen Druckkanal (15) der Kühlmittelpumpe (1) fördert, wobei ein Volumenstrom oder ein Fördervolumen der Kühlmittelpumpe (1) mittels eines dem Flügelrad (13) zugeordneten Leitblechs (17) über einen Aktor (7) beeinflusst werden kann, wobei das Leitblech (17) drehstarr mit einer in der Pumpenwelle (12) geführten, zwischen zwei Endstellungen stufenlos axial verschiebbaren Schubstange (18) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktor (7) eine innerhalb der Kühlmittelpumpe (1) integrierte, über einen Exzenter verstellbare Radialkolbenpumpe (10) umfasst, die zur Druckerzeugung zumindest einen in einer Durchlassbohrung (22) der Pumpenwelle (12) radial geführten, einem Druckraum (35) zugeordneten, außenseitig von dem Exzenter umschlossenen oszillierenden Kolben (20) oder Ansaugkolben umfasst und der Druckraum (35) mittelbar mit einem Hochdruckraum (37) verbunden ist, in dem ein die Schubstange (18) beaufschlagender Hochdruckkolben (38) verschiebbar geführt ist.
2. Kühlmittelpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Exzenter ein im Pumpengehäuse (11) stufenlos radial verschiebbarer Exzenter Schlitten (28) oder Schieber vorgesehen ist, der eine Aufnahme (27) vorsieht, in der eine zylindrische Hülse oder ein Außenring (26) eines Wälzlagers (25) lagepositioniert ist, wobei an einer Innenseite (23) eines Innenrings (24) des Wälzlagers (25) oder der Hülse der Kolben (20,21) der Radialkolbenpumpe (10) geführt ist und eine Verstellung des Exzenter Schlittens (28) eine Exzentrizität (E) und damit einen Hub des Kolbens (20,21) beeinflusst.
3. Kühlmittelpumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Radialkolbenpumpe

(10) zwei um 180° zueinander versetzte Kolben (20,21) einschließt, wobei zumindest ein Kolben (20) an dem Innenring (24) des Wälzlagers (25) drehfixiert ist.

- 5
4. Kühlmittelpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den Kolben (20,21) der Radialkolbenpumpe (10) ein Federelement (32) eingesetzt ist.
- 10
5. Kühlmittelpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Kolben (20) zur Drehkoppelung mit einer endseitig gerundeten Kolbenspitze (46) formschlüssig in eine komplementär ausgebildete Aufnahme (47) des Wälzlager-Innenrings (24) eingreift.
- 15
6. Kühlmittelpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einer Ansaugphase des Kolbens (20) Kühlmittel aus der Kühlmittelpumpe (1) über ein als Einwegventil ausgeführtes Ansaugventil (33) in den Druckraum (35) einströmt.
- 20
7. Kühlmittelpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Druckraum (35) und dem Hochdruckraum (37) ein Schließventil (36) eingesetzt ist, das bei einem Druckgefälle zwischen beiden Druckräumen (35,37) ein Zuströmen von Kühlmittel aus dem Druckraum (35) in den Hochdruckraum (37) ermöglicht.
- 25
8. Kühlmittelpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Hochdruckkolben (38) und einer Bohrungswandung des Hochdruckraums (37) ein Leckspalt (43) vorgesehen ist.
- 30
9. Kühlmittelpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein in dem Hochdruckkolben (38) eingesetztes geöffnetes Überdruckventil (40) eine Kühlmittelströmung von dem Hochdruckraum (37) über einen Absteuerkanal (41) der Schubstange (18) in eine Ausströmöffnung (42) der Pumpenwelle (12) sicherstellt.
- 35
10. Kühlmittelpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Exzenter Schlitten (28) über ein hydraulisch, elektronisch oder pneumatisch wirkendes Stellglied (9) verstellt werden kann.
- 40
11. Kühlmittelpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Ausfallsicherung der Exzenter Schlitten (28) und/oder die Schubstange (18) mit einer als Federelement ausgebildeten Failsafe-Einrichtung (39,44) zusammenwirkt.
- 45
- 50
- 55

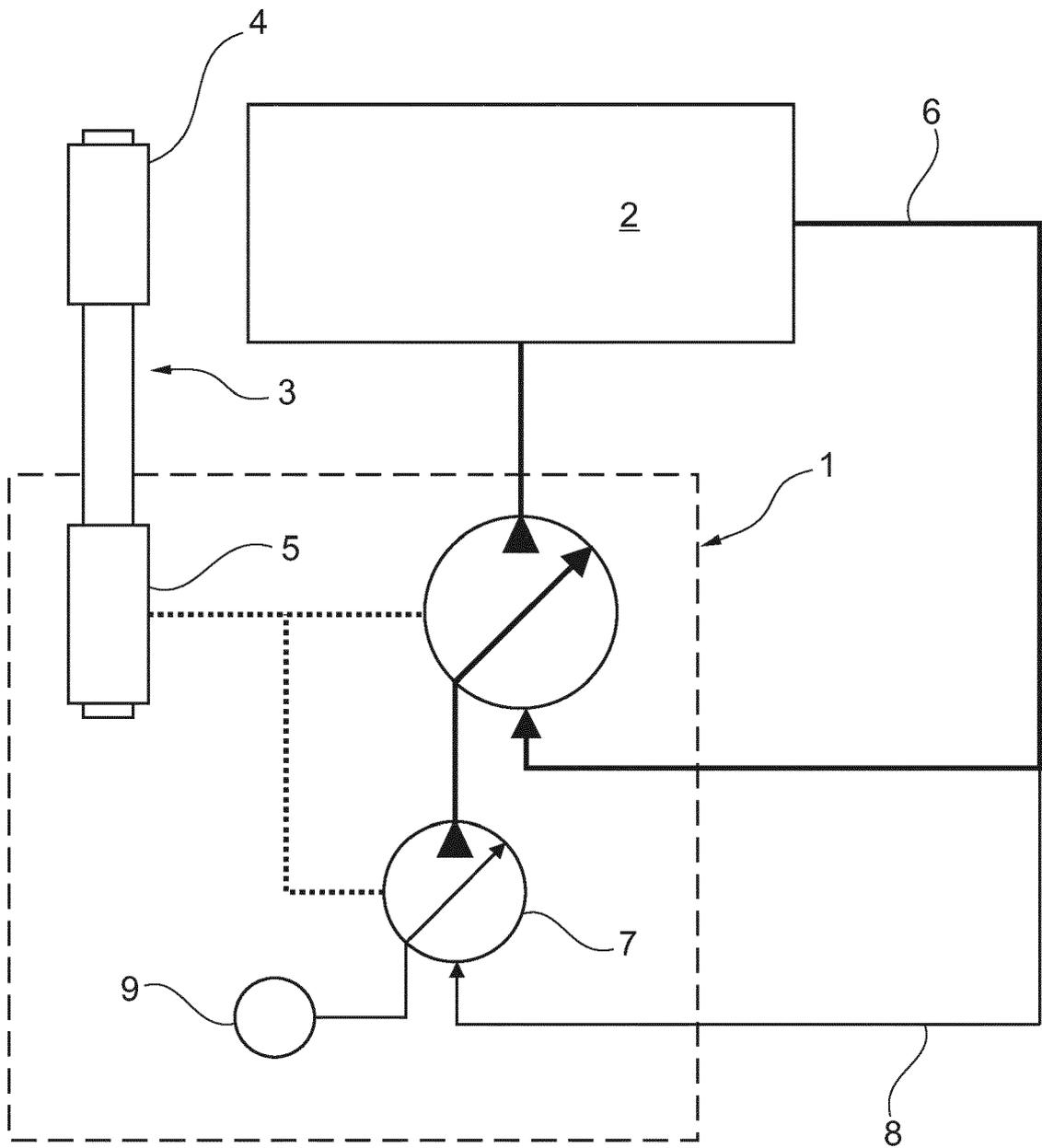


Fig. 1

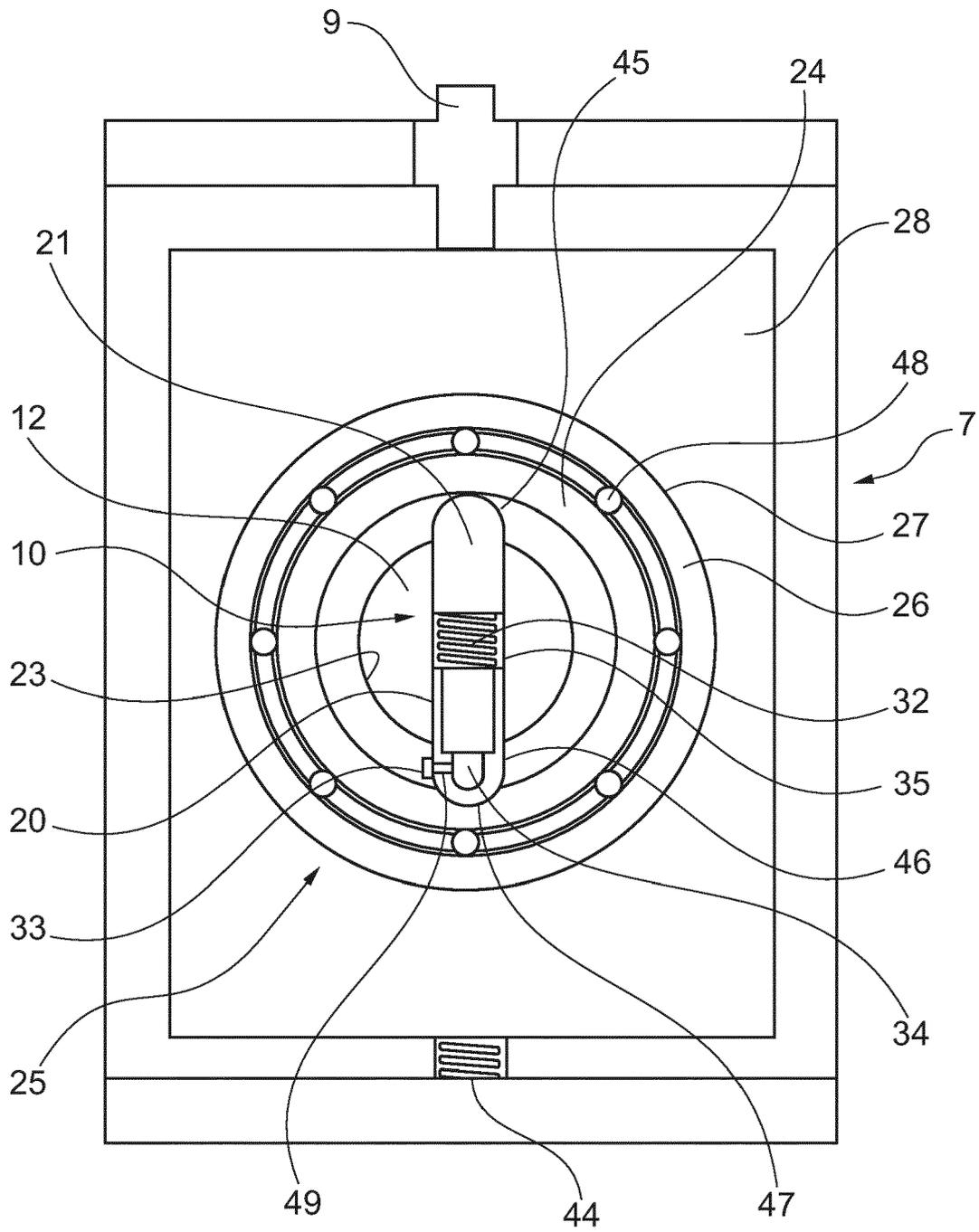


Fig. 3

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 19901123 A1 [0003]
- DE 102005004315 A1 [0003]
- DE 102005062200 A1 [0003]