

(19)



(11)

EP 3 864 300 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
26.07.2023 Patentblatt 2023/30

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F15B 11/036 ^(2006.01) **F15B 20/00** ^(2006.01)
E21B 33/035 ^(2006.01) **E21B 33/06** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19782999.7**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F15B 11/0365; E21B 33/0355; E21B 33/06;
F15B 15/18; F15B 20/004; F15B 2211/20538;
F15B 2211/20561; F15B 2211/20576;
F15B 2211/7056; F15B 2211/8757

(22) Anmeldetag: **02.10.2019**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2019/076687

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2020/074338 (16.04.2020 Gazette 2020/16)

(54) **HYDRAULISCHES SYSTEM FÜR DEN EINSATZ UNTER WASSER MIT EINEM HYDRAULISCHEN STELLANTRIEB**

HYDRAULIC SYSTEM FOR UNDERWATER USE WITH A HYDRAULIC ACTUATOR

SYSTÈME HYDRAULIQUE À USAGE SUBAQUATIQUE AVEC UN ACTIONNEUR HYDRAULIQUE

(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: **08.10.2018 DE 102018217150**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.08.2021 Patentblatt 2021/33

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **ORTH, Alexandre**
97297 Waldbuettelbrunn (DE)
• **HENDRIX, Gottfried**
97737 Gemuenden (DE)
• **KARL, Simone**
97848 Rechtenbach (DE)
• **GERHARD, Oliver**
97225 Zellingen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1-102014 211 806 DE-A1-102015 213 695
US-A1- 2014 131 049 US-A1- 2015 096 435

EP 3 864 300 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 ein hydraulisches System für den Einsatz unter Wasser, insbesondere in großen Wassertiefen, mit einem hydraulischen Stellantrieb. Der hydraulische Stellantrieb dient insbesondere zur Betätigung von Unterwasser-Armaturen. Das System umfasst einen Behälter, der einen Innenraum, der zur Bildung eines zur Umgebung abgeschlossenen und zur Aufnahme eines hydraulischen Druckfluids vorgesehenen Volumens vorgesehen ist. Das System umfasst des Weiteren einen Hydrozylinder und mindestens eine Hydromaschine, die im Inneren des Behälters angeordnet sind. Das hydraulische System für den Einsatz unter Wasser ist insbesondere mit einem redundanten hydraulischen Stellantrieb für manuelle (mechanische) Betätigung eingerichtet.

[0002] Solche Art hydraulischer Systeme werden vor allem dazu benutzt, um unter Wasser in Wassertiefen bis zu mehreren tausend Metern im Zusammenhang mit der Förderung von Erdöl und Erdgas, mit Bergbau, naturwissenschaftlichen Erkundungen, Infrastrukturprojekten oder Projekten der erneuerbaren Energie ein Element zu bewegen. So befinden sich zum Beispiel bei Erdöl- oder Erdgasförderanlagen auf See in großen Tiefen Prozessventile, mit denen der Volumenstrom des zu fördernden Mediums geregelt oder abgesperrt werden kann.

[0003] Ein elektrohydraulisches System kann mit einem elektrohydraulischen Stellantrieb ausgeführt sein, das einen Behälter umfasst, in dessen Innenraum eine zumindest als Pumpe betreibbare hydrostatische Maschine und eine mit der hydrostatischen Maschine mechanisch gekoppelte Elektromaschine angeordnet sind. Der Hauptantrieb des Stellantriebs erfolgt dabei über einen elektrischen Motor, der die Pumpe antreibt und so einen hydraulischen Zylinder mit einer geradlinigen Bewegung verstellt. Der Elektromotor verbraucht erhebliche elektrische Energie, die zum Beispiel über Seekabel herangeführt werden muss. Der Stellantrieb verstellt zum Beispiel große Produktionsarmaturen von Öl- oder Gasbohrlöchern, die die Fördermenge regeln. Damit ein Prozessventil auch manuell durch einen Roboter, wie zum Beispiel durch ein Remote Operated Vehicle (ROV) oder ein Autonomous Underwater Vehicle (AUV) betätigt werden kann, zum Beispiel in einem Notfall, ist an dem Behälter eine manuelle Schnittstelle vorhanden, von der ausgehend eine Stange mit einem Kolben in dem Zylinder gekoppelt ist. In der Schnittstelle kann die Stange ein Bewegungsgewinde aufweisen und mit einer mit einem Innengewinde versehenen und axial fixierten Schraubenmutter zusammenwirken, die zum Betätigen des Prozessventils gedreht wird. Nachteilig bei dieser Anordnung ist der anlagemäßige Aufwand. Erforderlich hierbei ist ein großer Bauraum. Außerdem stört die begrenzte Lebensdauer. Weiterhin steht die manuelle Betätigung einer häufigen Verstellung eines Prozessventils im Betrieb im Wege. Darüber hinaus ist die mechanische An-

ordnung empfindlich gegenüber Stößen und Vibrationen, die durch das Unterwasserfahrzeug erfolgen können.

[0004] Aus der DE 10 2015 213695 A1 sind ein gattungsgemäßes System sowie eine gattungsgemäße Vorrichtung bekannt. Aus der US 2015/096435 A1 ist ein hydraulisches System zur redundanten Betätigung einer hydraulischen Vorrichtung bekannt. Aus der US 2014/131049 A1 ein Unterwasser-Energiespeicher zur Blowout-Prävention bekannt. Hiervon ausgehend ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein hydraulisches System und eine Vorrichtung zu schaffen, die die genannten Nachteile lindern oder sogar vermeiden. Insbesondere sollen auf konstruktiv einfache Weise eine kompakte Bauweise, namentlich ein kleiner Bauraum, und eine gesteigerte Lebensdauer verwirklicht werden. Außerdem soll eine häufige Verstellung des Stellantriebs auf einfache Art ermöglicht werden. Weiterhin soll eine zuverlässige Betätigung durch beispielsweise einen externen Roboter in einem Notfall verwirklicht werden.

[0005] Diese Aufgaben werden gelöst mit einem hydraulischen System gemäß Anspruch 1. Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Beschreibung, insbesondere im Zusammenhang mit den Figuren, weitere Einzelheiten und Weiterbildungen anführen, wobei die Erfindung lediglich durch die Ansprüche definiert wird.

[0006] Hierzu trägt ein hydraulisches System für den Einsatz unter Wasser mit einem hydraulischen Stellantrieb bei, wobei ein Hydrozylinder und mindestens eine Hydromaschine vorhanden sind. Mindestens eine Drehantriebseinrichtung und die Hydromaschine sind für eine gemeinsame drehende Bewegung mechanisch gekoppelt. Die Hydromaschine verstellt weiter zumindest den Hydrozylinder. Der Hydrozylinder weist mindestens drei Zylinderkammern auf. Zudem sind ein erster hydraulischer Kreislauf und ein zweiter hydraulischer Kreislauf vorhanden, die in unterschiedliche Zylinderkammern münden.

[0007] Das hier vorgestellte hydraulische System mit dem hydraulischen Stellantrieb hat den Vorteil, dass auf konstruktiv einfache Art ein kleinerer Bauraum mit einer gesteigerten Lebensdauer kombiniert sind. Insbesondere ist eine häufige Verstellung durch ein Unterwasserfahrzeug, beispielsweise einen Roboter, ermöglicht. Schließlich werden unerwünschte Stöße und Vibrationen auf den Hydrozylinder vermieden, die durch das Unterwasserfahrzeug auftreten können. Vorteilhaft sind zwei hydraulische Kreisläufe mit mehreren Zylinderkammern eines Hydrozylinders kombiniert. Dadurch, dass der Hydrozylinder mindestens drei Zylinderkammern aufweist, sind in konstruktiv eleganter Weise zwei unabhängige hydraulische Kreisläufe dem einen Hydrozylinder zugeordnet, sodass unterschiedliche Funktionen der beiden Kreisläufe durch denselben Hydrozylinder verwirklicht werden können.

[0008] Bevorzugt umfasst der erste hydraulische Kreislauf den Hydrozylinder und eine erste Hydroma-

schine und der eigenständige zweite hydraulische Kreislauf den Hydrozylinder und eine zweite Hydromaschine, wobei der Hydrozylinder und die mindestens eine Hydromaschine jeweils Teil eines hydrostatischen Getriebes sind. Das hydrostatische Getriebe arbeitet nach dem Verdrängerprinzip. In der Regel sind hierbei eine angetriebene Hydropumpe und der Hydrozylinder vorhanden.

[0009] Vorzugsweise sind der erste hydraulische Kreislauf mit mindestens einer Zylinderkammer im Hydrozylinder als normaler Arbeits-Stellantrieb und der zweite hydraulische Kreislauf mit zwei weiteren Zylinderkammern im Hydrozylinder als Notfall-Stellantrieb eingerichtet. Dadurch kann die Drehantriebseinrichtung sowohl zur mechanischen Notverstellung des Hydrozylinders herangezogen werden als auch zur ständigen Verstellung des Hydrozylinders im normalen Arbeitsbetrieb dienen.

[0010] Bevorzugt ist, dass (separat bzw. unabhängig) mit jedem hydraulischen Kreislauf ein bzw. derselbe Kolben des Hydrozylinders entlang seiner Verfahrachse hinbewegt und herbewegt werden kann. Die Ausführung ist insbesondere derart, dass für den Fall, dass ein (erster) hydraulischen Kreislauf nicht (korrekt) funktioniert, der andere (zweite bzw. weitere) hydraulische Kreislauf die Bewegung realisieren kann.

[0011] Zweckmäßig weist der Hydrozylinder mindestens vier oder fünf Zylinderkammern auf. In diesem Fall kann vorgesehen sein, dass ein (erster) hydraulischer Kreislauf mit (ersten) zwei Zylinderkammern und ein (zweiter) hydraulischer Kreislauf mit (zweiten) zwei Zylinderkammern zusammenwirkt und zudem eine Vorspann- oder Rückstelleinheit für die Kolbenstange des Hydrozylinders in der fünften Zylinderkammer angeordnet ist.

[0012] Bevorzugt sind zwei Zylinderkammern von der Arbeitsbewegung der Kolbenstange bzw. des Hydrozylinders abgekuppelt. Auf diese Weise ist der Verschleiß von Dichtungen herabgesetzt.

[0013] Mit Vorteil ist der Hydrozylinder ein Differenzialzylinder oder ein Gleichgangzylinder. Bei dem Differenzialzylinder sind die beiden druckbeaufschlagten Wirkflächen am Kolben unterschiedlich groß. Hieraus ergeben sich beim Ein- und Ausfahren unterschiedliche Kräfte bei gleichem Betriebsdruck sowie unterschiedliche Geschwindigkeiten bei konstantem Volumenstrom. Differenzialzylinder sind kostengünstig und haben eine hohe Leistungsdichte, die sich aus den hohen erreichbaren Kräften und den großen Hüben bezogen auf die Größe der Zylinder ergibt.

[0014] Zweckmäßig ist der Hydrozylinder mit einem längsverschiebbaren Kolben zur Verstellung eines Prozessventils ausgebildet. Vorzugsweise umfasst der Hydrozylinder eine Druckfeder, zum Beispiel Schraubendruckfeder, zur Zurückstellung des Hydrozylinders. In vorteilhafter Weise stützt sich die Druckfeder mit ihrem einen Ende am Zylinderkopf und mit ihrem anderen Ende an dem ersten Kolben oder an einem verschiebbaren Kolbenelement ab.

[0015] In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Hydrozylinder als Tandemzylinder ausgebildet. Hierbei ist der Hydrozylinder derart gestaltet, dass zwei Zylinder so miteinander verbunden sind, dass die Kolbenstange des einen Zylinders durch den Boden des zweiten Zylinders auf dessen Kolbenfläche wirkt.

[0016] Erfindungsgemäß ist ein Behälter vorhanden, in dessen Innenraum der Hydrozylinder und die mindestens eine Hydromaschine angeordnet sind. Der Behälter ist insbesondere so eingerichtet, dass dieser auch in großer Tiefe gegen Seewasser dicht und dauerhaftbar ist.

[0017] Erfindungsgemäß ist die Drehantriebseinrichtung außerhalb des Behälters angeordnet und für eine Ankopplung an die Hydromaschine sowie eine Abkopplung von der Hydromaschine eingerichtet.

[0018] Zweckmäßig sind zwei Drehantriebseinrichtungen außerhalb des Behälters angeordnet, wobei die zweite Drehantriebseinrichtung für die normale Betätigung des Hydrozylinders und die erste Drehantriebseinrichtung für die Notfall-Betätigung (Überbrückung) des Hydrozylinders vorgesehen sind.

[0019] Mit Vorteil umfasst ein ferngesteuertes Unterwasserfahrzeug die Drehantriebseinrichtung. Die Drehantriebseinrichtung ist bevorzugt ein Drehmoment-Werkzeug eines Unterwasser-Roboters. Zweckmäßig umfasst die Drehantriebseinrichtung einen Elektromotor. Der Elektromotor kann außerhalb des Behälters (im Seewasser-Bereich) vorgesehen sein. Es ist möglich, einen separaten Elektromotor innerhalb des Behälters als Arbeitsantrieb vorzusehen. Vorzugsweise ist zwischen der Drehantriebseinrichtung und der Hydromaschine eine Kopplungseinrichtung vorhanden.

[0020] Mit dem hier vorgestellten hydraulischen System ist in vorteilhafter Weise der mechanisch angetriebene, hydraulische Not-Stellantrieb in einen 3-Kammer- oder 5-Kammer-Zylinder integriert. Der 3-Kammer- oder 5-Kammer-Zylinder hat zumindest eine hydraulische Sicherheitsentsperrfunktion (drei Kammern) und ggf. einen hydrostatischen Antrieb (fünf Kammern). Zusätzlich werden zwei Kammern für den von außen mechanisch betätigbaren hydraulischen Not-Stellantrieb vorgesehen.

[0021] Bei größeren Varianten wird eine kompakte Lösung für einen manuellen Override (Betätigung des Zylinders durch einen Roboter über eine externe mechanische Schnittstelle) benötigt. Mit dem hier vorgeschlagenen hydraulischen System wird ein kompletter eigenständiger hydraulischer Kreislauf realisiert. Die Detaillierung des hydraulischen Zylinders mit separaten Kammern ist hierfür mit besonderem Vorteil geeignet.

[0022] Gemäß einem weiteren Aspekt wird eine Vorrichtung zur Anordnung unter Wasser und zur Steuerung eines förderbaren Volumenstroms eines gasförmigen oder flüssigen Mediums vorgeschlagen, welche mit einem Prozessventil ausgeführt ist. Das Prozessventil hat ein Prozessventilgehäuse und einen Prozessventilschieber, mit dem das Volumen steuerbar ist. Weiter weist die Vorrichtung ein erfindungsgemäßes hydraulisches System auf, dessen Hydrozylinder dem Prozessventilgehäu-

se zugeordnet und mit dem Prozessventilschieber bewegbar ist.

[0023] Die Erfindung und das technische Umfeld werden nachfolgend anhand von Figuren näher erläutert. Dabei sind gleiche Bauteile mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet. Die Darstellungen sind schematisch und nicht zur Veranschaulichung von Größenverhältnissen vorgesehen. Die mit Bezug auf einzelne Details einer Figur angeführten Erläuterungen sind extrahierbar und mit Sachverhalten aus anderen Figuren oder der vorstehenden Beschreibung frei kombinierbar, es sei denn, dass sich für einen Fachmann zwingend etwas anderes ergibt bzw. eine solche Kombination hier explizit unter sagt wird. Es zeigen schematisch:

Fig. 1: eine Seitenansicht der Vorrichtung bei geschlossenem Prozessventil mit einem Hydrozylinder mit drei Zylinderkammern, wobei eine Zylinderkammer einem verschiebbaren Kolben und zwei Zylinderkammern einem ortsfesten Kolben zugeordnet sind;

Fig. 2: vergrößert den Hydrozylinder gemäß Figur 1 im Detail;

Fig. 3: eine Ausführungsform des Hydrozylinders mit fünf Zylinderkammern, wobei zwei Zylinderkammern einem ersten verschiebbaren Kolben, eine Zylinderkammer einem verschiebbaren Kolbenelement und zwei Zylinderkammern einem ortsfesten Kolben zugeordnet sind;

Fig. 4: eine Ausführungsform wie Figur 3, wobei jedoch zwei Zylinderkammern einem zweiten verschiebbaren Kolben zugeordnet sind;

Fig. 5: eine Ausführungsform wie Figur 3, wobei jedoch zwei Zylinderkammern einem verschiebbaren Kolbenelement zugeordnet sind;

Fig. 6: eine Ausführungsform wie Figur 3, wobei jedoch zwei Zylinderkammern jeweils einer verschiebbaren Dichtungshülse zugeordnet sind;

Fig. 7: eine Ausführungsform wie Figur 3, wobei jedoch zwei Zylinderkammern jeweils einer verschiebbaren Dichtungsscheibe zugeordnet sind;

Fig. 8: eine Ausführungsform wie Figur 3, wobei jedoch zwei Zylinderkammern einem dritten verschiebbaren Kolben zugeordnet sind;

Fig. 9: einen Schaltplan eines hydraulischen Systems mit einem als Tandem-Zylinder ausge-

bildeten Hydrozylinder mit drei Zylinder-Kammern sowie zwei hydraulischen Kreisläufen; und

Fig. 10: vergrößert den Hydrozylinder gemäß Figur 9 im Detail.

[0024] Die in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispiele eines hydraulischen Systems weisen gemäß Figur 1 ein Prozessventil 1 mit einem Prozessventilgehäuse 2 auf, durch das ein Prozessventilkanal 3 hindurchfährt, der an seinen Mündungen durch nicht dargestellte Rohre fortgeführt wird und in dem ein gasförmiges oder flüssiges Medium vom Meeresboden zu einem aus dem Meer herausragenden Teil eines Bohrturms oder zu einem Bohrschiff fließt. Die Flussrichtung sei durch den Pfeil 4 angegeben.

[0025] In dem Prozessventilgehäuse 2 ist ein Hohlraum ausgebildet, der den Prozessventilkanal 3 quert und in dem ein Prozessventilschieber 5 mit einer Durchflussöffnung 6 quer zur Längsrichtung des Prozessventilkanals 3 bewegbar ist. In dem Zustand nach der Figur 1 überdecken sich der Prozessventilkanal 3 und die Durchflussöffnung 6 im Prozessventilschieber 5 nicht. Das Prozessventil 1 ist also geschlossen. In einem (nicht dargestellten) Zustand überdecken sich die Durchflussöffnung 6 und der Prozessventilkanal 3 weitgehend. Das Prozessventil 1 ist fast ganz offen. Ein Prozessventil der gezeigten Art und der beschriebenen Verwendung soll einerseits kontrolliert betätigt werden können und andererseits auch zur Sicherheit beitragen, indem es bei einer Störung schnell und zuverlässig eine Stellung einnimmt, die einem sicheren Zustand entspricht. Vorliegend ist dieser sichere Zustand ein geschlossenes Prozessventil.

[0026] Das Prozessventil 1 wird durch ein kompaktes hydraulisches System 7 betätigt, das unter Wasser direkt am Prozessventil 1 angeordnet ist. Es genügt, dass von dem hydraulischen System 7 aus nur ein elektrisches Kabel 8 zum Beispiel an die Meeresoberfläche oder eine andere unter Wasser befindliche übergeordnete elektrische Steuerung führt.

[0027] Das als Ausführungsbeispiel gezeigte hydraulische System 7 weist einen Behälter 9 auf, der an einer offenen Seite am Prozessventilgehäuse 2 befestigt ist, sodass ein zur Umgebung abgeschlossener Innenraum 10 vorhanden ist, der mit einem hydraulischen Druckfluid als Arbeitsmittel gefüllt ist. Zur Befestigung an dem Prozessventilgehäuse 2 besitzt der Behälter 9 an seiner offenen Seite einen Innenflansch, mit dem er am Prozessventilgehäuse 2 verschraubt ist. Radial außerhalb der Schraubverbindungen ist zwischen dem Innenflansch des Behälters 9 und dem Prozessventilgehäuse 2 eine umlaufende Dichtung 11 angeordnet, die in eine umlaufende Nut des Prozessventilgehäuses 2 eingelegt ist.

[0028] Der Behälter 9 ist gegenüber dem unter Wasser herrschenden Umgebungsdruck (Seewasserbereich 12) druckkompensiert. Dazu ist bei einem Druckkompensator 13 in einer Öffnung in der Behälterwand eine Memb-

ran 14 dicht eingeklemmt. Im Deckel befinden sich Löcher, sodass der Raum zwischen Membran 14 und Deckel Teil der Umgebung ist und mit Seewasser gefüllt ist. Durch die Membran 14 ist also der Innenraum 10 gegen die Umgebung abgeschottet. Die Membran 14 wird an ihrer dem Innenraum 10 zugekehrten ersten Fläche von dem Druck im Innenraum 10 und an ihrer dem Deckel zugekehrten zweiten Fläche, die etwa genauso groß wie die erste Fläche ist, von dem Druck, der in der Umgebung herrscht, beaufschlagt und sucht immer eine Lage und Form einzunehmen, in der die Summe aller an ihr angreifenden Kräfte Null ist.

[0029] Im Innenraum 10 des Behälters 9 ist ein Hydrozylinder 15 mit einem Zylindergehäuse 16 vorhanden, das stirnseitig durch einen Zylinderboden 17 und einen Zylinderkopf 18 verschlossen ist, mit einem im Inneren des Zylindergehäuses 16 - wie in Figur 2 dargestellt - in Längsrichtung des Zylindergehäuses 16 verschiebbaren Kolben 19 und mit einer mit dem Kolben 19 fest verbundenen und einseitig von dem Kolben 19 wegragenden ersten verschiebbaren Kolbenstange 24, die abgedichtet und in nicht näher dargestellter Weise geführt durch den Zylinderkopf 18 hindurchtritt. Abgedichtet ist der Spalt zwischen der Kolbenstange 24 und dem Zylinderkopf 18 durch zwei (nicht dargestellte) im Zylinderkopf 18 in einem axialen Abstand zueinander angeordnete Dichtungen. Am freien Ende der Kolbenstange 24 ist der Prozessventilschieber 5 befestigt. Weiterhin ist eine mit dem Kolben 19 fest verbundene und zur anderen Seite von dem Kolben 19 wegragende zweite verschiebbare Kolbenstange 25 vorhanden, die abgedichtet geführt und durch eine erste Zylinderinnenwand 39.1 und durch eine zweite Zylinderinnenwand 39.2 hindurchtritt. Durch den Kolben 19 ist das Innere des Zylindergehäuses 16 in eine zylinderbodenseitige erste Zylinderkammer 32 und in eine zylinderkopfseitige Federkammer 37 unterteilt, deren Volumen von der Position des Kolbens 19 abhängen. Mit 19.1 ist eine erste Stirnfläche des Kolbens 19 und mit 19.2 ist eine zweite Stirnfläche des Kolbens 19 bezeichnet. Mit 23.1 ist eine erste Stirnfläche der Kolbenstange 23 und mit 23.2 ist eine zweite Stirnfläche der Kolbenstange 23 bezeichnet.

[0030] In der Federkammer 37 ist eine Druckfeder 38 untergebracht, die die Kolbenstange 24 coaxial umgibt und zwischen dem Zylinderkopf 18 und dem Kolben 19 eingespannt ist, den Kolben 19 also in eine Richtung beaufschlagt, in die die Kolbenstange 24 eingefahren und der Prozessventilschieber 5 zum Schließen des Prozessventils 1 bewegt wird.

[0031] Nach Figur 2 ist der dem Zylinderboden 17 zugewandte Endbereich 25.1 der zweiten verschiebbaren Kolbenstange 25 (teilweise) als Hohlzylinder mit einer Hohlzylinderwand 25.2 und einem Hohlzylinderboden 25.3 ausgebildet, dem ein verschließendes erstes Deckelelement 42 mit einem kreisringförmigen Querschnitt gegenüberliegt. Im Innenhohlraum des Hohlzylinders befindet sich ein ortsfester (mit dem Zylindergehäuse 16 verbundener) Kolben 22, von dessen erster Stirnfläche

22.1 eine ortsfeste Kolbenstange 28 ausgehend und die Öffnung des Deckelelements 42 durchdringend, sich bis zu dem Zylinderboden 17 erstreckt. Mit 65 ist ein erster Zylinderinnenhohlraum und mit 66 ist ein zweiter Zylinderinnenhohlraum bezeichnet.

[0032] Der Hydrozylinder 15 weist drei Zylinder-Kammern auf, nämlich eine erste Zylinderkammer 32, eine vierte Zylinderkammer 35 und eine fünfte Zylinderkammer 36. Die beiden Zylinderkammern 35 und 36 sind Teil einer hydraulischen Überbrückungsanordnung für einen Notfall, während die Zylinderkammer 32 dem normalen Arbeitsbetrieb des Hydrozylinders 15 dient. Auf diese Weise ist ein Not-Stellantrieb in einen 3-Kammer-Zylinder integriert. Die zu der Zylinderkammer 32 zusätzlichen beiden Zylinderkammern 35 und 36 sind für den von außen mechanisch betätigbaren hydraulischen Not-Stellantrieb vorgesehen. Mit 44 und 45 sind Kanäle in der ortsfesten Kolbenstange 28 bezeichnet, die Hydraulikfluid in die bzw. aus den Zylinderkammern 35 bzw. 36 fördern. Mit A und B sind Richtungs Pfeile für die Bewegungsrichtungen der Kolbenstange 23 bezeichnet. Die Bewegungsrichtungen A und B gelten in gleicher Weise für den mit der Kolbenstange 23 fest verbundenen verschiebbaren Kolben 19 und den mit der Kolbenstange 23 fest verbundenen Endbereich 25.1.

[0033] Im Innenraum 10 des Behälters 9 befindet sich auch eine Hydromaschine 48, die als Pumpe mit zwei Förderrichtungen betreibbar ist. Die Hydromaschine 48 hat einen ersten Druck- bzw. Sauganschluss 52 und einen zweiten Druck- bzw. Sauganschluss 53. Von der Hydromaschine 48 kann im Betrieb als Pumpe angesaugtes Druckfluid über den Druckanschluss 52 zu den Zylinderkammern gefördert werden. Umgekehrt kann Druckfluid aus den Zylinderkammern über die Hydromaschine 48 abgesaugt werden (siehe hierzu Figur 9).

[0034] Mit der Hydromaschine 48 ist eine Drehantriebseinrichtung 54 für eine gemeinsame drehende Bewegung mechanisch gekoppelt, zum Beispiel über eine Welle 56. Die Welle 56 überträgt ein Drehmoment von der Drehantriebseinrichtung 28 zu der Hydromaschine 48. Die Drehantriebseinrichtung 54 befindet sich außerhalb des Behälters 9. Sie ist zum Beispiel von einem ferngesteuerten Unterwasserfahrzeug 72 (ROV) bzw. einem Roboter umfasst und weist als Drehantriebseinrichtung 54 bevorzugt einen Elektromotor auf.

[0035] Damit das Prozessventil 1 durch einen Roboter, wie zum Beispiel durch ein ROV, betätigt werden kann, ist an dem Behälter 9 eine Schnittstelle 57 vorhanden, von der ausgehend im Innenraum 10 die Welle 56 mit der Hydromaschine 48 gekoppelt ist.

[0036] In Figur 1 ist vereinfacht der in Figur 9 detailliert dargestellte zweite eigenständige hydraulische Kreislauf 69 als Notfall-Stellantrieb gezeigt. Bei der Ausführungsform nach Figur 1 kann als normaler Arbeits-Stellantrieb der in Figur 9 dargestellte erste hydraulische Kreislauf 68 zur Anwendung kommen. Alternativ kann - in nicht dargestellter Weise - der Arbeits-Stellantrieb durch eine Kombination der Hydropumpe mit einem - nicht darge-

stellten - zusätzlichen Elektromotor verwirklicht werden.

[0037] In den Ausführungsformen nach den Figuren 3 bis 8 sind jeweils fünf Zylinder-Kammern vorhanden, das heißt eine erste Zylinderkammer 32, eine zweite Zylinderkammer 33, eine dritte Zylinderkammer 34, eine vierte Zylinderkammer 35 und eine fünfte Zylinderkammer 36. Die beiden Zylinderkammern 35 und 36 sind Teil einer hydraulischen Überbrückungsanordnung für einen Notfall, während die Zylinderkammern 32, 33 und 34 für den normalen Arbeitsbetrieb des Hydrozylinders 15 vorgesehen sind. Alle Varianten der fünf Zylinder-Kammern sind für Hydrozylinder 15 mit drei Zylinder-Kammern (siehe Figuren 2 und 9) verwendbar. In allen Ausführungsbeispielen gemäß Figur 1 bis 9 sind jeweils eine erste Zylinderkammer 32, eine vierte Zylinderkammer 35 und eine fünfte Zylinderkammer 36 vorhanden. In den Ausführungsbeispielen nach den Figuren 3 bis 8 sind jeweils zusätzlich eine zweite Zylinderkammer 33 und eine dritte Zylinderkammer 34 vorhanden, die dem normalen Arbeitsbetrieb des Hydrozylinders 15 dienen.

[0038] Figur 3 zeigt eine Ausführungsform des Hydrozylinders 15 mit fünf Zylinder-Kammern 32, 33, 34, 35, 36, wobei zwei Zylinderkammern 32, 33 einem ersten verschiebbaren Kolben 19, eine Zylinderkammer 34 einem verschiebbaren Kolbenelement 29 und zwei Zylinderkammern 35, 36 dem ortsfesten Kolben 22 zugeordnet sind. Die Zylinderkammer 34 ist durch einen ersten Hohlkolben 29.2 und eine dritte Zylinderinnenwand 39.3 begrenzt. Das verschiebbare Kolbenelement 29 besteht aus einem hohlzylinderartigen Verbundelement 29.1, an dessen beiden Endbereichen jeweils ein erster Hohlkolben 29.2 bzw. ein zweiter Hohlkolben 29.3 angebracht sind, deren Öffnungen von der ersten verschiebbaren Kolbenstange 24 coaxial durchdrungen sind. Das Kolbenelement 29 ist in Richtung der Pfeile C und D auf der Kolbenstange 24 abgedichtet verschiebbar. Mit 24.1 ist ein bundförmiger Ansatz an der Kolbenstange 24 bezeichnet, der - bei Bewegung der Kolbenstange 24 in den Richtungen A und B - durch Eingriff mit dem Hohlkolben 29.1 und 29.2 das Kolbenelement 29 in die Richtungen C und D zu bewegen vermag.

[0039] Figur 4 veranschaulicht eine Ausführungsform, bei der zwei Zylinderkammern 35, 36 einem zweiten verschiebbaren Kolben 20 zugeordnet sind. Auf diese Weise ist ein Differenzialzylinder gebildet, bei dem die beiden druckbeaufschlagten Wirkflächen am Kolben 20, das heißt die erste Stirnfläche 20.1 und die zweite Stirnfläche 20.2, unterschiedlich groß sind.

[0040] Figur 5 verdeutlicht eine Ausführungsform, wobei zwei Zylinderkammern 35, 36 dem verschiebbaren Kolbenelement 29 zugeordnet sind. Zur Bildung der Zylinderkammern 35, 36 ist eine Zylinderinnenkammer-trennwand 40 vorgesehen, die zwischen der Gehäusewand des Zylindergehäuses 16 und dem Verbundelement 29.1 sowie den Hohlkolben 29.2 und 29.3 vorhanden ist. Am bodenseitigen Ende der Kolbenstange 23 ist ein dritter Zylinderinnenhohlraum 67 gebildet, der von einem becherförmigen zweiten Deckelement 43 um-

schlossen ist.

[0041] Figur 6 stellt eine Ausführungsform dar, wobei zwei Zylinderkammern 35 und 36 jeweils einer in Richtung der Pfeile E, F verschiebbaren Dichtungshülse 30.1 bzw. 30.2 zugeordnet sind. Die Dichtungshülsen 30.1 und 30.2 sind coaxial und abgedichtet zur ersten Kolbenstange 24 bzw. zur zweiten Kolbenstange 25 angeordnet. Die Zylinderkammern 35 und 36 sind zwischen den Dichtungshülsen 30.1 bzw. 30.2 und den gegenüberliegenden Zylinderinnenwänden 39 bzw. 39.2 gebildet.

[0042] Figur 7 zeigt eine Ausführungsform ähnlich wie Figur 6, bei der jedoch - anstelle der Dichtungshülsen 30.1 und 30.2 - zwei in Richtung der Pfeile G und H verschiebbare hohlzylinderartige Dichtungsscheiben 31.1 und 31.2 vorhanden sind.

[0043] Figur 8 verdeutlicht eine Ausführungsform, bei der zwei Zylinderkammern 35 und 36 einem dritten verschiebbaren Kolben 21 zugeordnet sind. Von dem Kolben 21 geht einseitig eine vierte verschiebbare Kolbenstange 27 aus, die mit dem zweiten Hohlkolben 29.3 verbunden ist. In der Federkammer 37 ist ein Zylinderrohr 41 angeordnet, in dessen Innenhohlraum der Kolben 21 zusammen mit dem Kolbenelement 29 in Richtung der Pfeile C und D verschiebbar ist. Mit 46 und 47 sind Kanäle für den Durchfluss von Hydrofluid in die Zylinderkammern 35 bzw. 36 bezeichnet.

[0044] Figur 9 veranschaulicht einen Schaltplan eines hydraulischen Systems mit dem als Tandemzylinder ausgebildeten Hydrozylinder 15 und drei Zylinder-Kammern 32, 35 und 36 (siehe Figur 10) und zwei hydraulischen Kreisläufen 68 und 69. Der Kreislauf 68 ist ein offener Kreislauf mit der als Pumpe mit konstantem Verdrängervolumen einer Förderrichtung und einer Drehrichtung ausgebildeten zweiten Hydromaschine 49. Die Pumpe weist einen Druckanschluss 50 und einen Sauganschluss 51 auf. Mit 61 bis 64 sind Wegesitzventile und mit 70.1 und 70.2 sind Rückschlagventile ohne Druckabfall bezeichnet. Der Kreislauf 69 ist ein geschlossener Kreislauf mit der als Pumpe mit zwei Förderrichtungen ausgebildeten ersten Hydromaschine 48. Die Pumpe weist einen ersten Druck- bzw. Sauganschluss 52 und einen zweiten Druck- bzw. Sauganschluss 53 auf. Mit 58 und 59 sind hydraulische Sperrventile, mit 60 ist ein Hydrospeicher, zum Beispiel Kolbenspeicher, bezeichnet. Mit 70.3 und 70.4 sind Rückschlagventile ohne Druckabfall, mit 71.1 und 71.2 sind Rückschlagventile mit Druckabfall bezeichnet. Mit 26 ist eine dritte verschiebbare Kolbenstange bezeichnet.

[0045] Bei dem ersten (offenen) Kreislauf 68 fließt der Volumenstrom von der Abflusseite des Hydrozylinders 15 zu einem (nicht dargestellten) Behälter. Bei dem zweiten (geschlossenen) Kreislauf 69 wird der Volumenstrom von der Abflusseite des Hydrozylinders 15 wieder direkt der Saugleitung der Pumpe zugeführt; der zurückfließende Volumenstrom ist gleich dem zufließenden Volumenstrom. Die beiden Kreisläufe 68 und 69 bilden jeweils ein hydrostatisches Getriebe, umfassend den Hydrozylinder und die als Pumpe ausgebildeten Hydromaschinen 48

bzw. 49.

[0046] Es sind zwei Drehantriebseinrichtungen 54, 55 außerhalb des Behälters 9 angeordnet, wobei die zweite Drehantriebseinrichtung 55 als normaler Arbeits-Stellantrieb für den Hydrozylinder 15 und die erste Drehantriebseinrichtung 54 als Notfall-Stellantrieb für den Hydrozylinder 15 eingerichtet sind.

[0047] Bei den in den Figuren 3 bis 8 dargestellten Ausführungsvarianten sind fünf Zylinderkammern 32, 33, 34, 35, 36 und eine Federkammer 37 mit einer Druckfeder 38 vorhanden. In der in Fig. 10 gezeigten Ausbildung sind drei Zylinderkammern 32, 35, 36 und eine Federkammer 37 mit einer Druckfeder 38 vorgesehen. Gemäß einer (nicht dargestellten) Ausführungsform kann die Ausbildung nach Fig. 10 derart abgewandelt sein, dass vier Zylinderkammern vorhanden sind, d.h. dass die Federkammer 37 ohne Druckfeder 38 als weitere (vierte) Zylinderkammer eingerichtet ist.

Bezugszeichenliste

[0048]

1	Prozessventil	25.2	Hohlzylinderwand
2	Prozessventilgehäuse	25.3	Hohlzylinderboden
3	Prozessventilkanal	26	dritte verschiebbare Kolbenstange
4	Pfeil	27	vierte verschiebbare Kolbenstange
5	Prozessventilschieber	5 28	ortsfeste Kolbenstange
6	Durchflussöffnung	29	verschiebbares Kolbenelement
7	hydraulisches System	29.1	Verbundelement
8	Kabel	29.2	erster Hohlkolben
9	Behälter	29.3	zweiter Hohlkolben
10	Innenraum von 9	10 30.1	erste verschiebbare Dichtungshülse
11	Dichtung	30.2	zweite verschiebbare Dichtungshülse
12	Seewasserbereich	31.1	erste verschiebbare Dichtungsscheibe
13	Druckkompensator	31.2	zweite verschiebbare Dichtungsscheibe
14	Membran	32	erste Zylinderkammer
15	Hydrozylinder	15 33	zweite Zylinderkammer
16	Zylindergehäuse	34	dritte Zylinderkammer
17	Zylinderboden	35	vierte Zylinderkammer
18	Zylinderkopf	36	fünfte Zylinderkammer
19	erster verschiebbarer Kolben	37	Federkammer
19.1	erste Stirnfläche von 19	20 38	Druckfeder
19.2	zweite Stirnfläche von 19	39	Zylinderinnenwand
20	zweiter verschiebbarer Kolben	39.1	erste Zylinderinnenwand
20.1	erste Stirnfläche von 20	39.2	zweite Zylinderinnenwand
20.2	zweite Stirnfläche von 20	39.3	dritte Zylinderinnenwand
21	dritter verschiebbarer Kolben	25 40	Zylinderinnenkammertrennwand
22	ortsfester Kolben	41	Zylinderrohr
22.1	erste Stirnfläche von 22	42	erstes Deckelelement
22.2	zweite Stirnfläche von 22	43	zweites Deckelelement
23	Kolbenstange	44	erster Kanal
23.1	erste Stirnfläche von 23	30 45	zweiter Kanal
23.2	zweite Stirnfläche von 23	46	dritter Kanal
24	erste verschiebbare Kolbenstange	47	vierter Kanal
24.1	Ansatz an 24	48	erste Hydromaschine
25	zweite verschiebbare Kolbenstange	49	zweite Hydromaschine
25.1	Endbereich von 25	35 50	Druckanschluss
		51	Sauganschluss
		52	erster Druck- bzw. Sauganschluss
		53	zweiter Druck- bzw. Sauganschluss
		54	erste Drehantriebseinrichtung
		40 55	zweite Drehantriebseinrichtung
		56	Welle
		57	Schnittstelle
		58	erstes hydraulisch sperrbares Ventil
		59	zweites hydraulisch sperrbares Ventil
		45 60	Hydrospeicher
		61	erstes Wegesitzventil
		62	zweites Wegesitzventil
		63	drittes Wegesitzventil
		64	viertes Wegesitzventil
		50 65	erster Zylinderinnenhohlraum
		66	zweiter Zylinderinnenhohlraum
		67	dritter Zylinderinnenhohlraum
		68	erster Kreislauf
		69	zweiter Kreislauf
		55 70.1	erstes Rückschlagventil ohne Druckabfall
		70.2	zweites Rückschlagventil ohne Druckabfall
		70.3	drittes Rückschlagventil ohne Druckabfall
		70.4	viertes Rückschlagventil ohne Druckabfall

- 71.1 erstes Rückschlagventil mit Druckabfall
- 71.2 zweites Rückschlagventil mit Druckabfall
- 72 ferngesteuertes Unterwasserfahrzeug

Patentansprüche

1. Hydraulisches System (7) für den Einsatz unter Wasser mit einem hydraulischen Stellantrieb, der einen Hydrozylinder (15) und mindestens eine Hydromaschine (48, 49) aufweist, und mit mindestens einer Drehantriebseinrichtung (54, 55), die mit der Hydromaschine (48, 49) für eine gemeinsame drehende Bewegung mechanisch gekoppelt ist, wobei die Hydromaschine (48, 49) zumindest den Hydrozylinder (15) verstellt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hydrozylinder (15) mindestens drei Zylinderkammern (32, 33, 34, 35, 36) aufweist, wobei ein erster hydraulischer Kreislauf (68) und ein zweiter hydraulischer Kreislauf (69) vorhanden sind, die in unterschiedliche Zylinderkammern (32, 33, 34, 35, 36) münden, wobei das hydraulische System (7) einen Behälter (9) aufweist, in dessen Innenraum (10) der Hydrozylinder (15) und die mindestens eine Hydromaschine (48, 49) angeordnet sind und wobei die mindestens eine Drehantriebseinrichtung (54, 55) außerhalb des Behälters (9) angeordnet und für eine Ankopplung an die Hydromaschine (48, 49) sowie eine Abkopplung von der Hydromaschine (48, 49) eingerichtet ist.
2. Hydraulisches System (7) nach Anspruch 1, wobei der erste hydraulische Kreislauf (68) den Hydrozylinder (15) und eine erste Hydromaschine (49) und der zweite hydraulische Kreislauf (69) den Hydrozylinder (15) und eine zweite Hydromaschine (48) umfasst, wobei der Hydrozylinder (15) und die mindestens eine Hydromaschine (48, 49) jeweils Teil eines hydrostatischen Getriebes sind.
3. Hydraulisches System (7) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der erste hydraulische Kreislauf (68) mit mindestens einer Zylinderkammer (32, 33, 34) im Hydrozylinder (15) als normaler Arbeits-Stellantrieb und der zweite hydraulische Kreislauf (69) mit zwei weiteren Zylinderkammern (35, 36) im Hydrozylinder (15) als Notfall-Stellantrieb eingerichtet sind.
4. Hydraulisches System (7) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Hydrozylinder (15) mindestens vier oder mindestens fünf Zylinder-Kammern (32, 33, 34, 35, 36) aufweist.
5. Hydraulisches System (7) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zwei Zylinderkammern (35, 36) von der Arbeitsbewegung einer Kolbenstange (23) des Hydrozylinders (15) abgekuppelt sind.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

6. Hydraulisches System (7) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Hydrozylinder (15) ein Differenzialzylinder oder ein Gleichgangzylinder ist.
7. Hydraulisches System (7) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Hydrozylinder (15) mit einem verschiebbaren ersten Kolben (19) zur Verstellung eines Prozessventils (1) ausgebildet ist.
8. Hydraulisches System (7) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Hydrozylinder (15) eine Druckfeder (38) zur Rückstellung des Hydrozylinders (15) umfasst.
9. Hydraulisches System (7) nach Anspruch 8, wobei sich die Druckfeder (38) mit ihrem einen Ende am Zylinderkopf (18) und mit ihrem anderen Ende an dem ersten Kolben (19) oder an einem Kolbenelement (29) abstützt.
10. Hydraulisches System (7) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Hydrozylinder (15) als Tandemzylinder ausgebildet ist.
11. Hydraulisches System (7) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zwei Drehantriebseinrichtungen (54, 55) außerhalb des Behälters (9) angeordnet sind, wobei die zweite Drehantriebseinrichtung (55) für die normale Betätigung des Hydrozylinders (15) und die erste Drehantriebseinrichtung (54) für die Notfall-Betätigung des Hydrozylinders (15) vorgesehen sind.
12. Hydraulisches System (7) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das hydraulische System ein ferngesteuertes Unterwasserfahrzeug aufweist, das die Drehantriebseinrichtung (54, 55) umfasst.
13. Vorrichtung zur Anordnung unter Wasser und zur Steuerung eines förderbaren Volumenstroms eines gasförmigen oder flüssigen Mediums mit einem Prozessventil (1) mit einem Prozessventilgehäuse (2), einem Prozessventilschieber (5), mit dem das Volumen steuerbar ist, und mit einem hydraulischen System (7) nach einem der vorgehenden Ansprüche, dessen Hydrozylinder (15) dem Prozessventilgehäuse (2) zugeordnet und mit dem Prozessventilschieber (5) bewegbar ist.

Claims

1. Hydraulic system (7) for underwater use with a hydraulic actuating drive which comprises a hydraulic cylinder (15) and at least one hydraulic machine (48, 49), and with at least one rotary drive device (54, 55)

which is coupled mechanically to the hydraulic machine (48, 49) for a joint rotational movement, the hydraulic machine (48, 49) adjusting at least the hydraulic cylinder (15), **characterized in that** the hydraulic cylinder (15) comprises at least three cylinder chambers (32, 33, 34, 35, 36), there being a first hydraulic circuit (68) and a second hydraulic circuit (69) which open into different cylinder chambers (32, 33, 34, 35, 36), the hydraulic system (7) comprising a vessel (9), in the interior space (10) of which the hydraulic cylinder (15) and the at least one hydraulic machine (48, 49) are arranged, and the at least one rotary drive device (54, 55) being arranged outside the vessel (9) and being configured for coupling to the hydraulic machine (48, 49) and for coupling from the hydraulic machine (48, 49).

2. Hydraulic system (7) according to Claim 1, the first hydraulic circuit (68) comprising the hydraulic cylinder (15) and a first hydraulic machine (49), and the second hydraulic circuit (69) comprising the hydraulic cylinder (15) and a second hydraulic machine (48), the hydraulic cylinder (15) and the at least one hydraulic machine (48, 49) each being part of a hydrostatic transmission.
3. Hydraulic system (7) according to Claim 1 or 2, the first hydraulic circuit (68) being configured with at least one cylinder chamber (32, 33, 34) in the hydraulic cylinder (15) as a normal working actuating drive, and the second hydraulic circuit (69) being configured with two further cylinder chambers (35, 36) in the hydraulic cylinder (15) as an emergency actuating drive.
4. Hydraulic system (7) according to one of the preceding claims, the hydraulic cylinder (15) comprising at least four or at least five cylinder chambers (32, 33, 34, 35, 36).
5. Hydraulic system (7) according to one of the preceding claims, two cylinder chambers (35, 36) being decoupled from the working movement of the piston rod (23) of the hydraulic cylinder (15).
6. Hydraulic system (7) according to one of the preceding claims, the hydraulic cylinder (15) being a differential cylinder or a synchronous cylinder.
7. Hydraulic system (7) according to one of the preceding claims, the hydraulic cylinder (15) being configured with a displaceable first piston (19) for adjusting a process valve (1).
8. Hydraulic system (7) according to one of the preceding claims, the hydraulic cylinder (15) comprising a compression spring (38) for resetting the hydraulic cylinder (15).

9. Hydraulic system (7) according to Claim 8, the compression spring (38) being supported with its one end on the cylinder head (18) and with its other end on the first piston (19) or on a piston element (29).
10. Hydraulic system (7) according to one of the preceding claims, the hydraulic cylinder (15) being configured as a tandem cylinder.
11. Hydraulic system (7) according to one of the preceding claims, two rotary drive devices (54, 55) being arranged outside the vessel (9), the second rotary drive device (55) being provided for the normal actuation of the hydraulic cylinder (15), and the first rotary drive device (54) being provided for the emergency actuation of the hydraulic cylinder (15).
12. Hydraulic system (7) according to one of the preceding claims, the hydraulic system comprising a remote-controlled underwater vehicle which comprises the rotary drive device (54, 55).
13. Apparatus for arranging under water and for controlling a volumetric flow which can be delivered of a gaseous or liquid medium with a process valve (1) with a process valve housing (2), a process valve slide (5), by way of which the volume can be controlled, and with a hydraulic system (7) according to one of the preceding claims, the hydraulic cylinder (15) of which is assigned to the process valve housing (2) and can be moved with the process valve slide (5).

35 Revendications

1. Système hydraulique (7) destiné à être utilisé sous l'eau, avec un actionneur hydraulique qui présente un cylindre hydraulique (15) et au moins une machine hydraulique (48, 49), et avec au moins un dispositif d'entraînement en rotation (54, 55) qui est couplé mécaniquement à la machine hydraulique (48, 49) pour un mouvement de rotation commun, la machine hydraulique (48, 49) réglant au moins le cylindre hydraulique (15), **caractérisé en ce que** le cylindre hydraulique (15) présente au moins trois chambres de cylindre (32, 33, 34, 35, 36), un premier circuit hydraulique (68) et un deuxième circuit hydraulique (69) étant présents, qui débouchent dans des chambres de cylindre différentes (32, 33, 34, 35, 36), le système hydraulique (7) présentant un contenant (9) dans l'espace intérieur (10) duquel sont agencés le cylindre hydraulique (15) et l'au moins une machine hydraulique (48, 49), et l'au moins un dispositif d'entraînement en rotation (54, 55) étant agencé à l'extérieur du contenant (9) et étant conçu pour un couplage à la machine hydraulique (48, 49) ainsi que pour un découplage de la machine hydraulique (48,

- 49).
2. Système hydraulique (7) selon la revendication 1, dans lequel le premier circuit hydraulique (68) comprend le cylindre hydraulique (15) et une première machine hydraulique (49) et le deuxième circuit hydraulique (69) comprend le cylindre hydraulique (15) et une deuxième machine hydraulique (48), le cylindre hydraulique (15) et l'au moins une machine hydraulique (48, 49) faisant chacun partie d'une transmission hydrostatique. 5 10
 3. Système hydraulique (7) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le premier circuit hydraulique (68) avec au moins une chambre de cylindre (32, 33, 34) dans le cylindre hydraulique (15) est conçu en tant qu'actionneur de travail normal et le deuxième circuit hydraulique (69) avec deux autres chambres de cylindre (35, 36) dans le cylindre hydraulique (15) est conçu en tant qu'actionneur de secours. 15 20
 4. Système hydraulique (7) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le cylindre hydraulique (15) présente au moins quatre ou au moins cinq chambres de cylindre (32, 33, 34, 35, 36). 25
 5. Système hydraulique (7) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel deux chambres de cylindre (35, 36) sont découplées du mouvement de travail d'une tige de piston (23) du cylindre hydraulique (15). 30
 6. Système hydraulique (7) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le cylindre hydraulique (15) est un cylindre différentiel ou un cylindre de même vitesse. 35
 7. Système hydraulique (7) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le cylindre hydraulique (15) est réalisé avec un premier piston (19) coulissant pour le réglage d'une soupape de processus (1). 40
 8. Système hydraulique (7) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le cylindre hydraulique (15) comprend un ressort de compression (38) pour la réinitialisation du cylindre hydraulique (15). 45
 9. Système hydraulique (7) selon la revendication 8, dans lequel le ressort de compression (38) s'appuie par une de ses extrémités sur la culasse (18) et par son autre extrémité sur le premier piston (19) ou sur un élément de piston (29). 50 55
 10. Système hydraulique (7) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le cylindre hydraulique (15) est réalisé sous forme de cylindre
- tandem.
11. Système hydraulique (7) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel deux dispositifs d'entraînement en rotation (54, 55) sont agencés à l'extérieur du contenant (9), le deuxième dispositif d'entraînement en rotation (55) étant prévu pour l'actionnement normal du cylindre hydraulique (15) et le premier dispositif d'entraînement en rotation (54) pour l'actionnement d'urgence du cylindre hydraulique (15).
 12. Système hydraulique (7) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le système hydraulique présente un véhicule sous-marin télécommandé qui comprend le dispositif d'entraînement en rotation (54, 55).
 13. Dispositif destiné à être agencé sous l'eau et à commander un débit volumétrique transportable d'un fluide gazeux ou liquide, avec une soupape de processus (1) avec un boîtier de soupape de processus (2), un tiroir de soupape de processus (5) avec lequel le volume peut être commandé, et avec un système hydraulique (7) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dont le cylindre hydraulique (15) est associé au boîtier de soupape de processus (2) et peut être déplacé avec le tiroir de soupape de processus (5).

Fig. 1

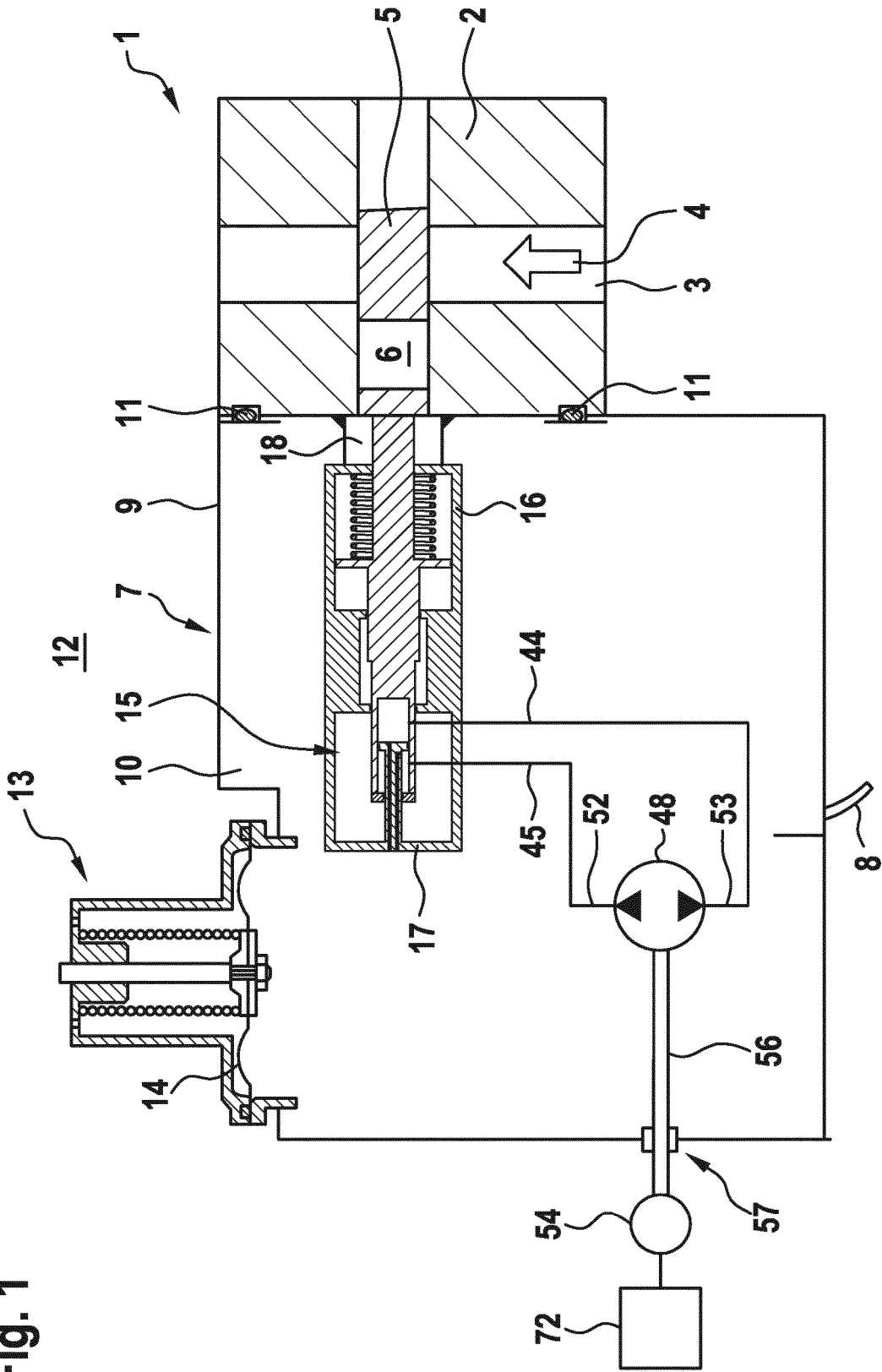


Fig. 2

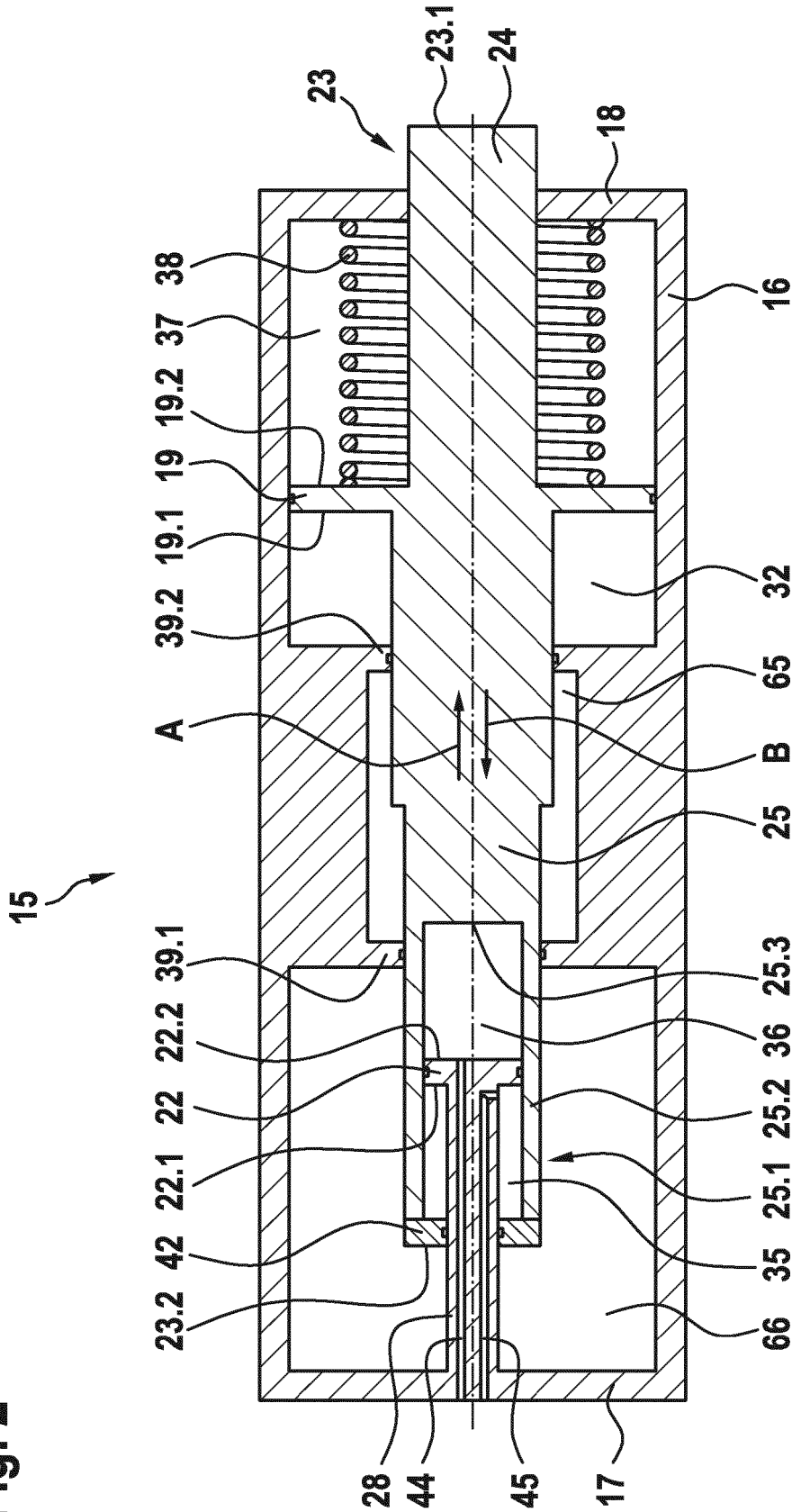


Fig. 3

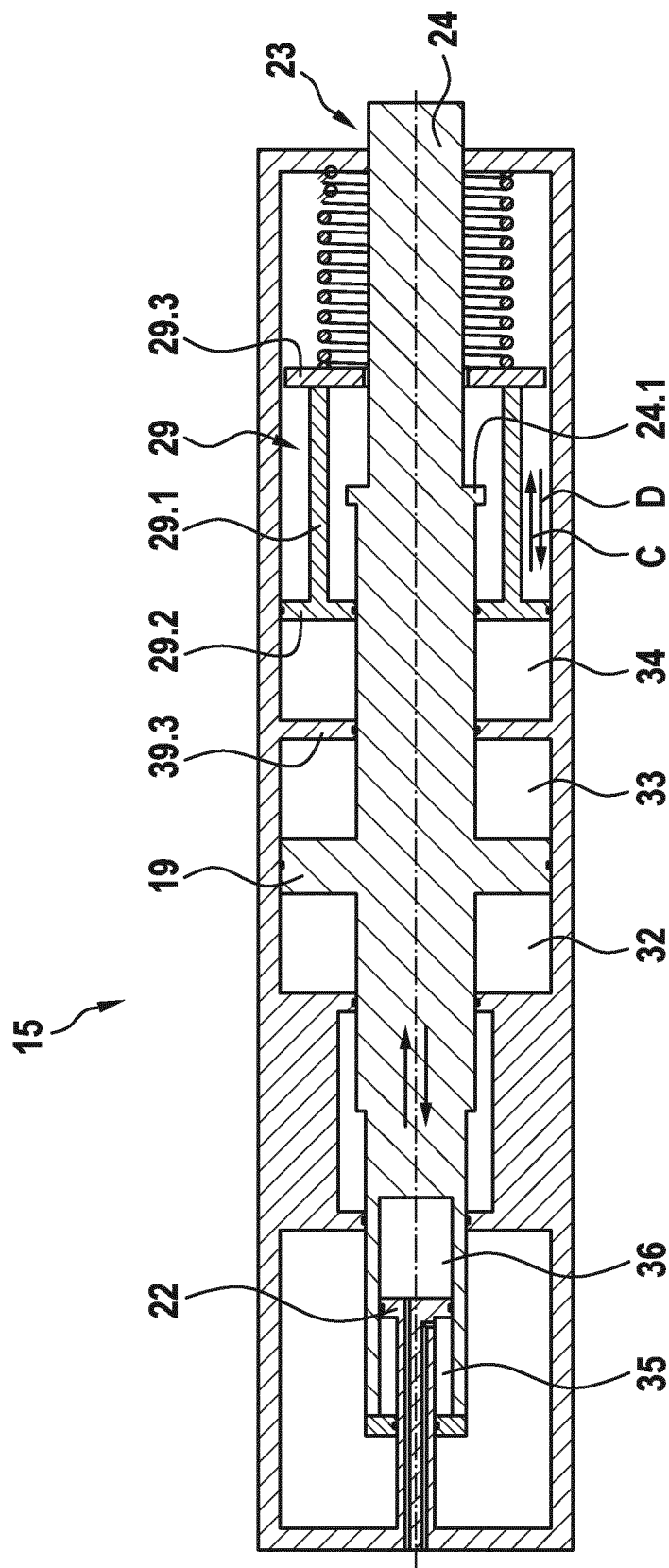


Fig. 4

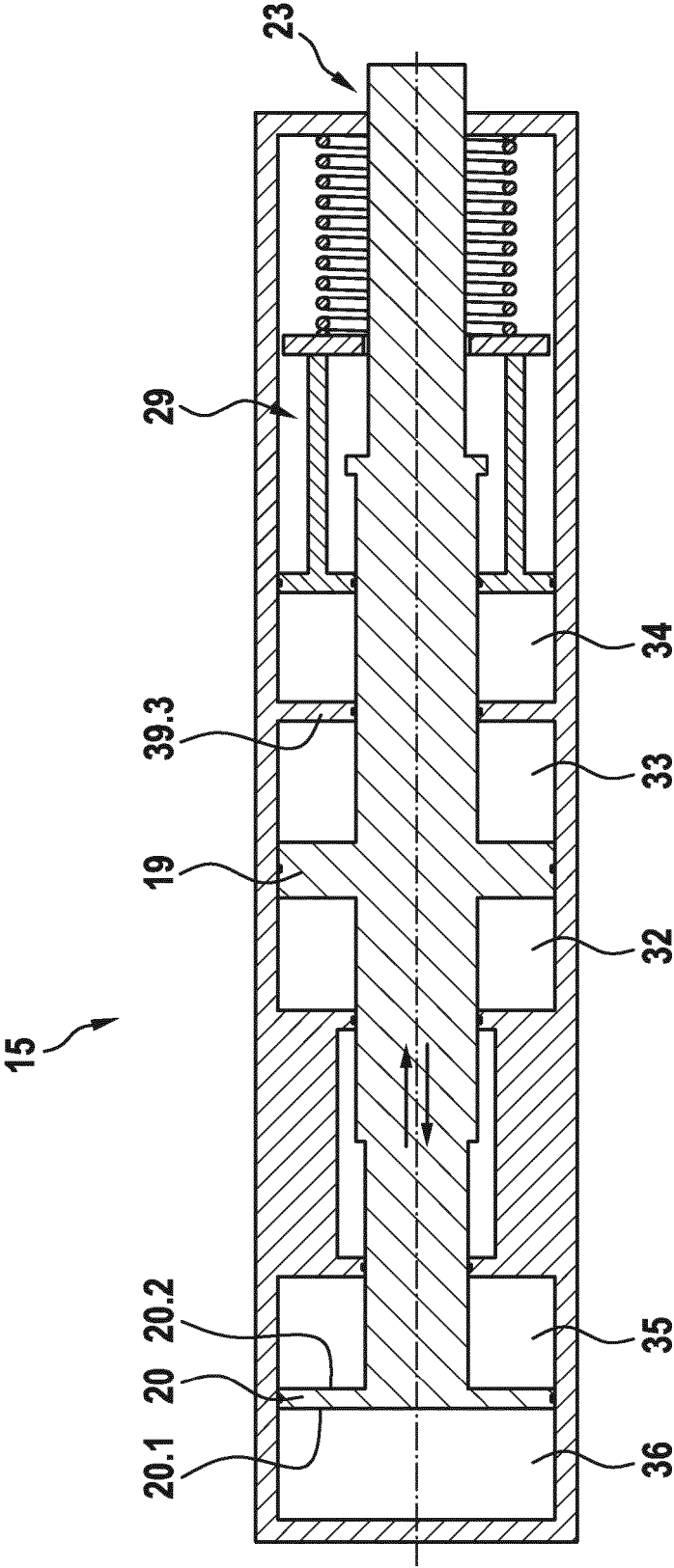


Fig. 5

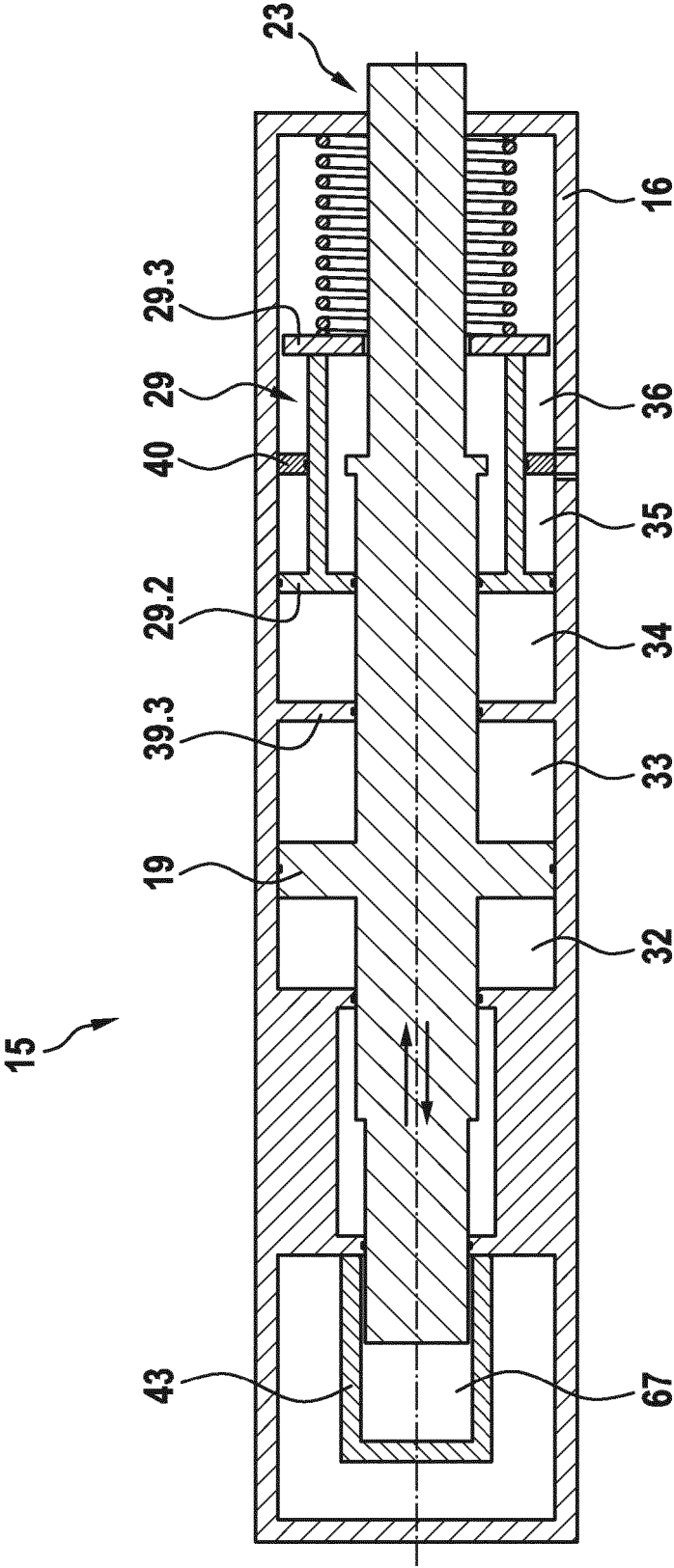


Fig. 6

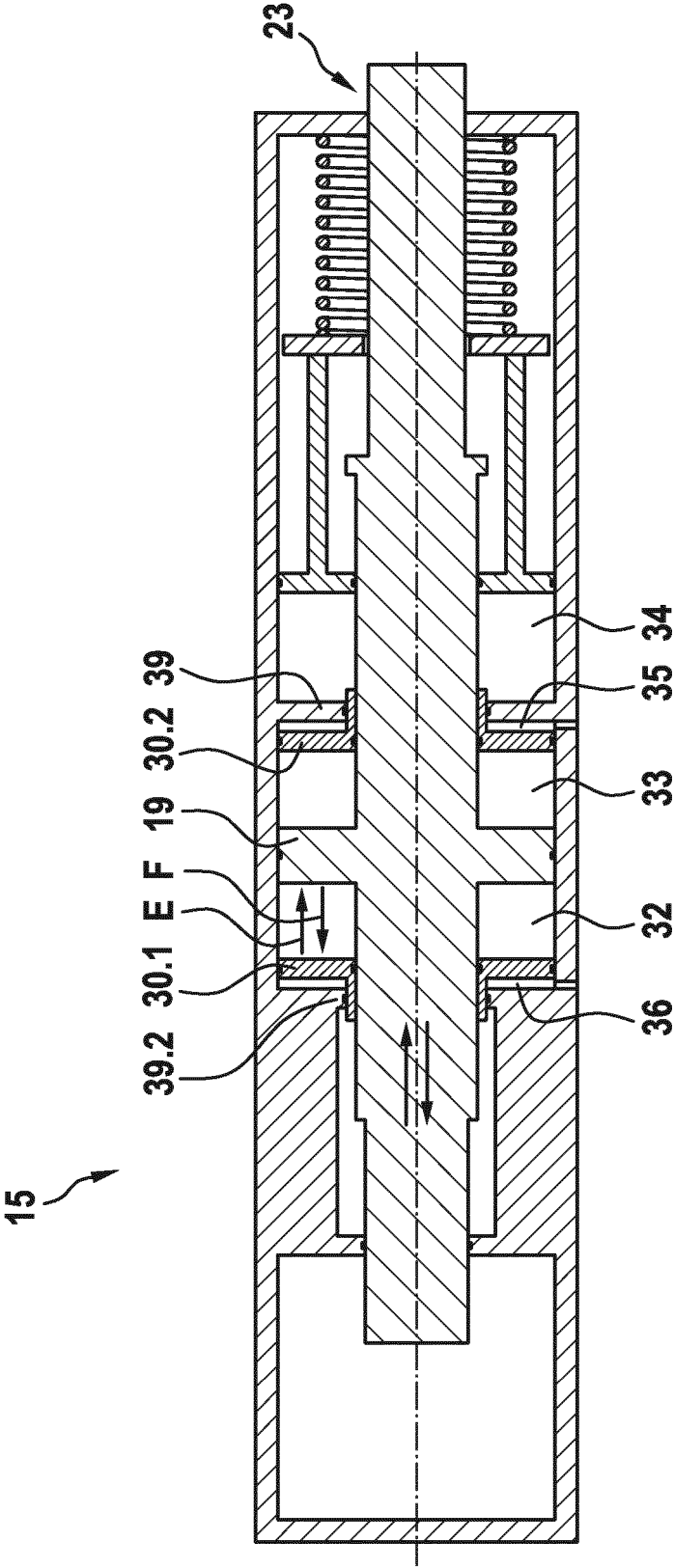
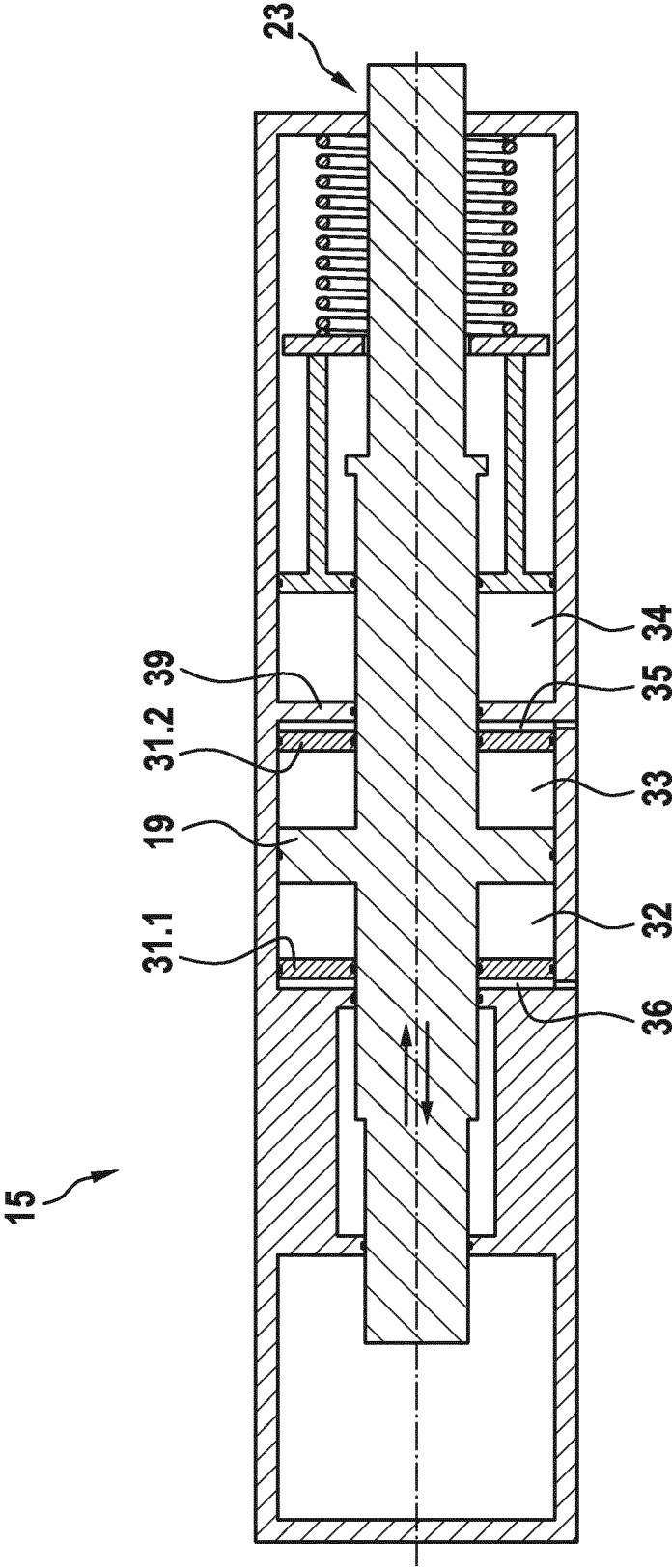


Fig. 7



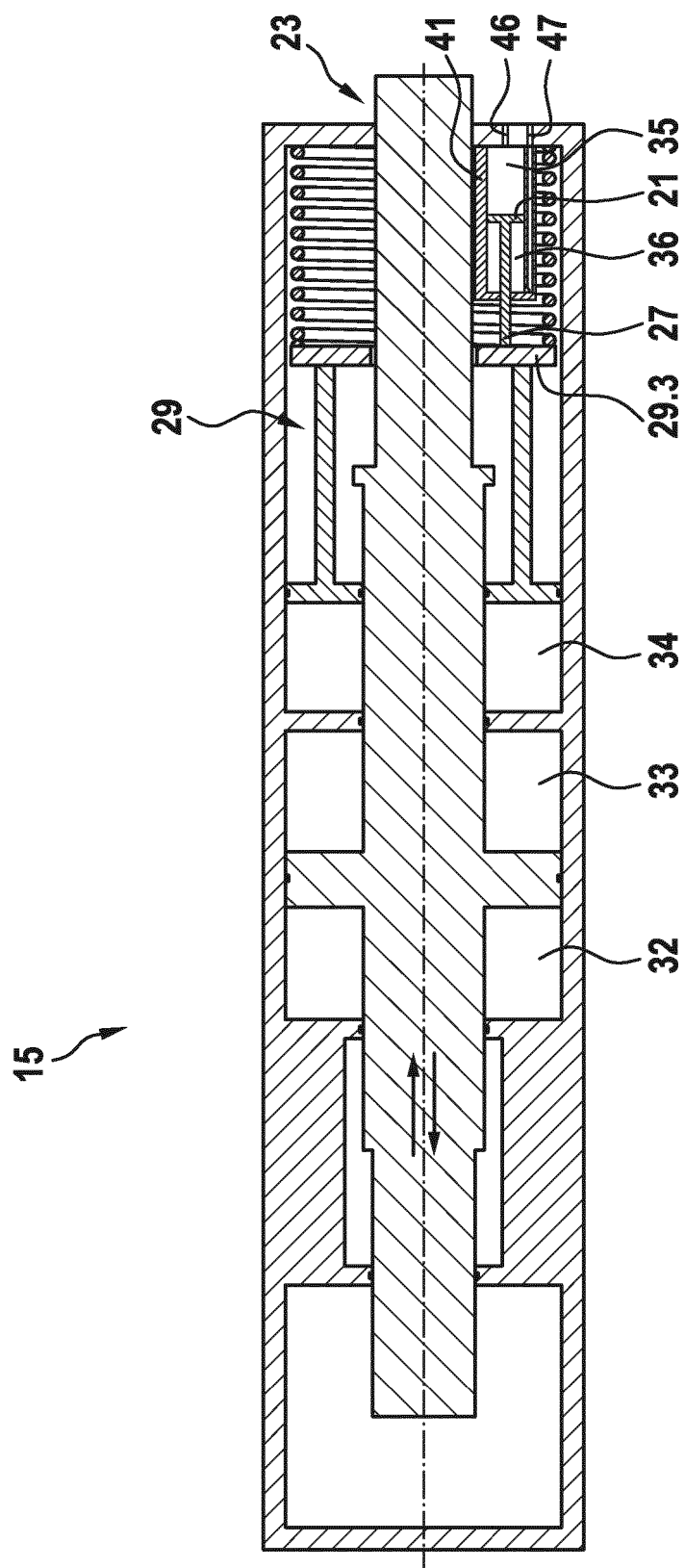
8. **g.** **F**

Fig. 9

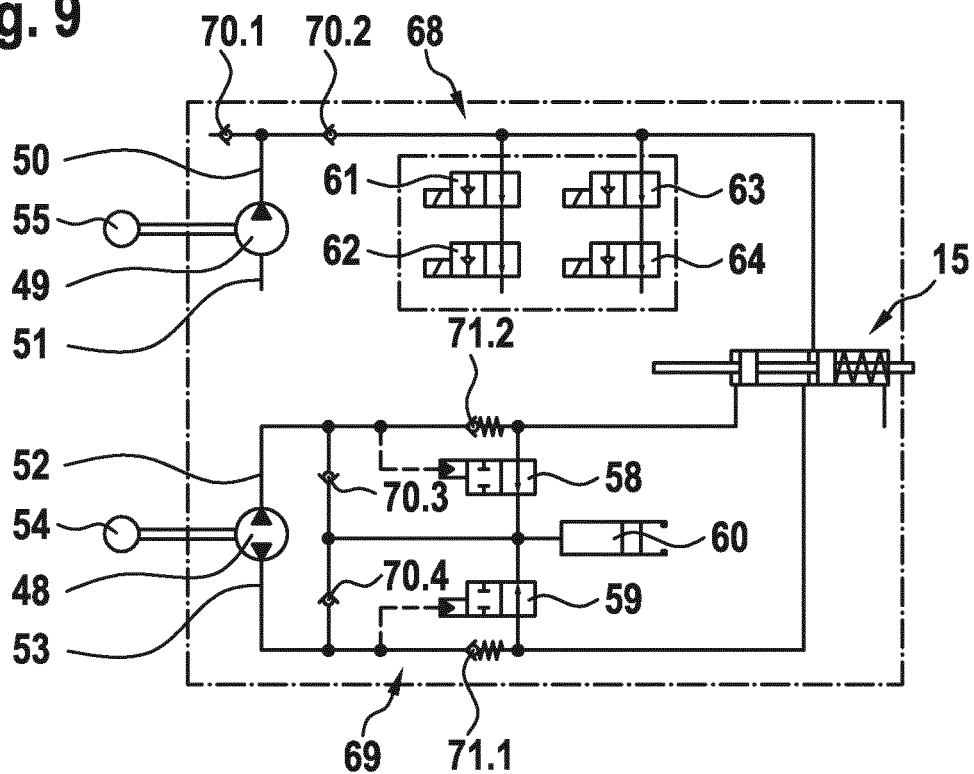
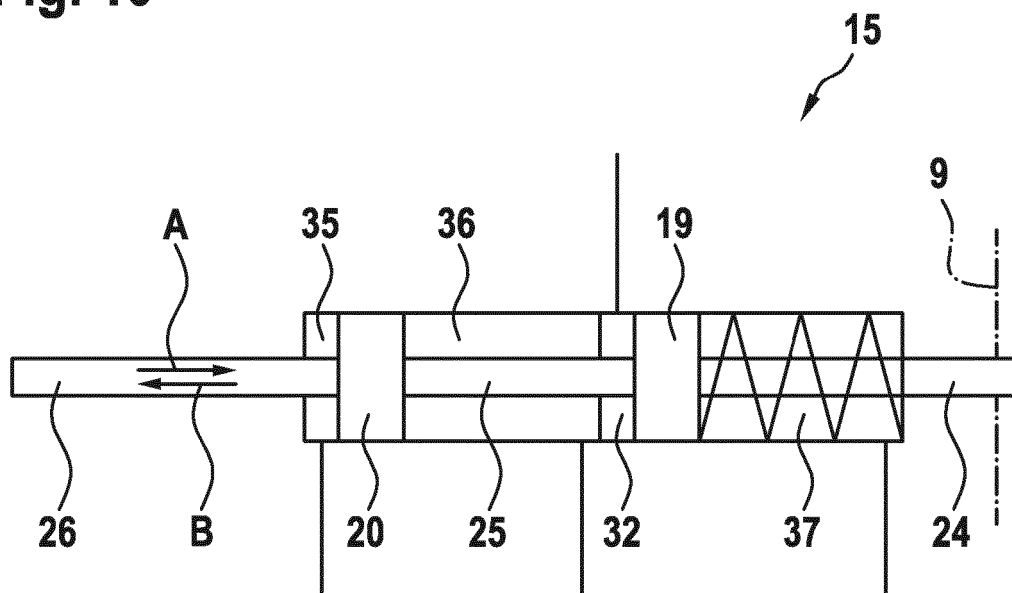


Fig. 10



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 102015213695 A1 [0004]
- US 2015096435 A1 [0004]
- US 2014131049 A1 [0004]