



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.07.2011 Patentblatt 2011/29

(51) Int Cl.:
B63G 8/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10014867.5**

(22) Anmeldetag: **23.11.2010**

(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

(72) Erfinder: **Callsen, Marten**
23626 Ratekau (DE)

(74) Vertreter: **Vollmann, Heiko et al**
Vollmann & Hemmer
Patentanwälte
Wallstrasse 33a
23560 Lübeck (DE)

(30) Priorität: **14.01.2010 DE 102010004548**

(71) Anmelder: **Howaldtswerke-Deutsche Werft GmbH**
24143 Kiel (DE)

(54) **Verfahren zum Betrieb eines hydraulischen Systems eines Unterseebootes**

(57) Bei dem Verfahren zum Betrieb eines hydraulischen Systems eines Unterseebootes (5) ist zumindest ein Teil (54) des hydraulischen Systems außerhalb des

Druckkörpers (15) angeordnet. Dabei wird der Betriebsdruck zumindest des außerhalb des Druckkörpers (15) angeordneten Teils (54) stets über dem Tauchdruck oder dem Nenntauchdruck des Unterseebootes (5) gehalten.

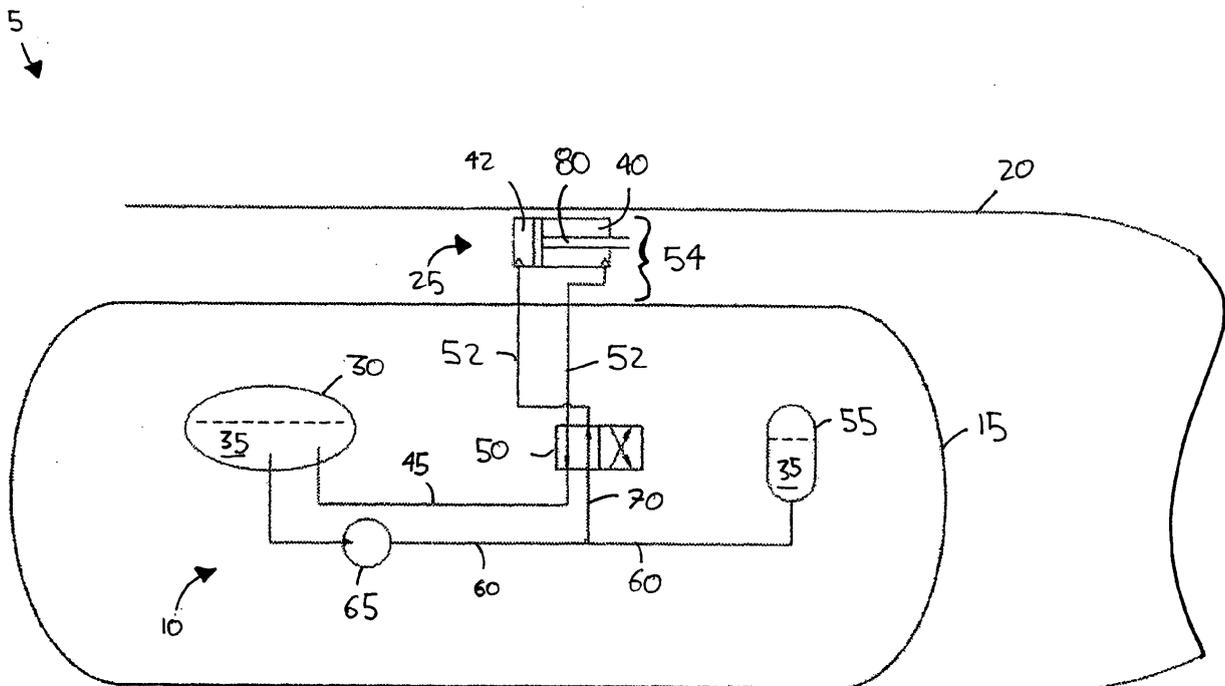


Fig. 1

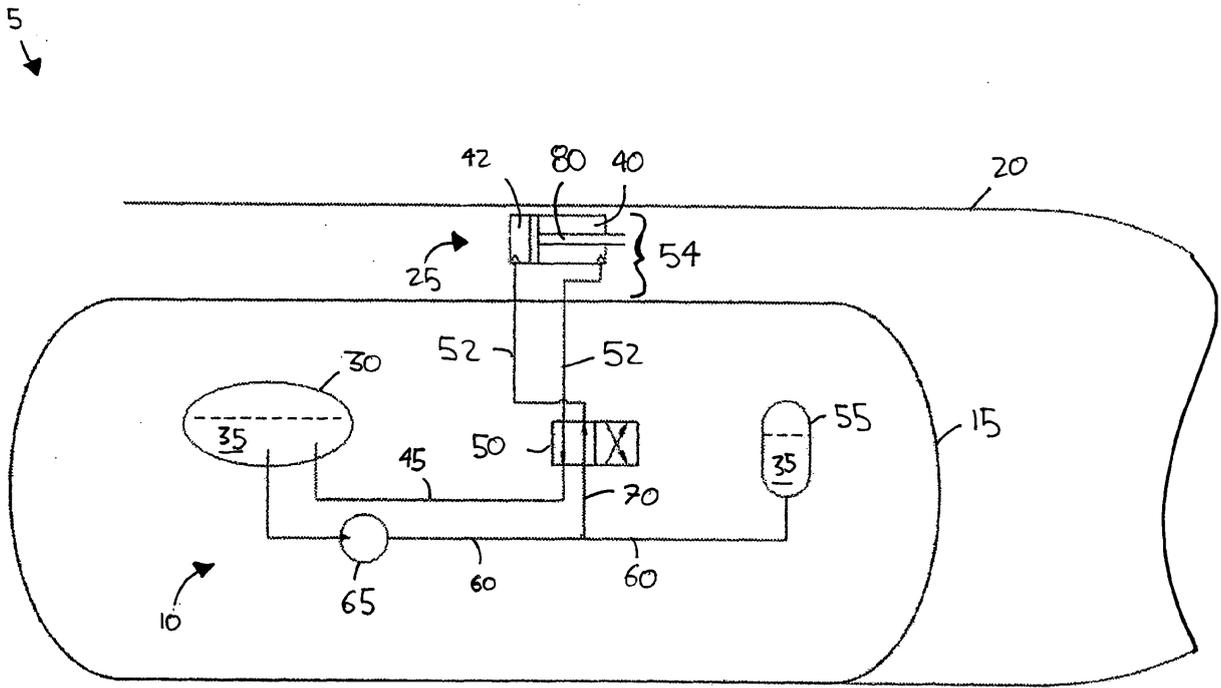


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines hydraulischen Systems eines Unterseebootes sowie ein Unterseeboot mit einer Hydraulikanlage.

[0002] Bei hydraulischen Systemen von Unterseebooten kann die Umspülung des Unterseebootes mit Seewasser unter ungünstigen Umständen bei Tauchfahrt Wassereinträge in das hydraulische System bewirken. Dabei wird das Hydrauliköl des hydraulischen Systems dann mit Seewasser kontaminiert. Derart kontaminiertes Hydrauliköl verursacht Korrosionsschäden an Hydraulikventilen, Kavitation und dergleichen.

[0003] Vor diesem Hintergrund ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Betrieb eines hydraulischen Systems eines Unterseebootes zu schaffen, das zuverlässig und langzeitlich ein Eindringen von Seewasser in das hydraulische System vermeidet. Ferner ist es Aufgabe der Erfindung, ein Unterseeboot mit einer Hydraulikanlage zur Durchführung dieses Verfahrens zu schaffen.

[0004] Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren zum Betrieb eines hydraulischen Systems eines Unterseebootes mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen sowie mit einem Unterseeboot mit den in Anspruch 6 angegebenen Merkmalen gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der nachfolgenden Beschreibung und der Zeichnung.

[0005] Beim erfindungsgemäßen Verfahren zum Betrieb eines hydraulischen Systems eines Unterseebootes, bei dem zumindest ein Teil des hydraulischen Systems außerhalb des Druckkörpers angeordnet ist, wird der Betriebsdruck zumindest des außerhalb des Druckkörpers angeordneten Teils stets über dem Tauchdruck oder dem Nenntauchdruck des Unterseebootes gehalten. Auf diese Weise werden Wassereinträge in den außerhalb des Druckkörpers angeordneten Teil des hydraulischen Systems, welcher insbesondere bei Tauchfahrt von Seewasser umgeben ist, systembedingt und somit wirksam vermieden. So bewegen sich Flüssigkeiten beim Vorliegen unterschiedlich hoher Druckniveaus stets vom hohen zum niedrigen Druckniveau. Somit ist das Eindringen von Seewasser in das Hydrauliksystem systembedingt ausgeschlossen, da das Hydrauliköl stets unter einem höheren Druck steht als das umgebende Seewasser.

[0006] Nenntauchdruck im Sinne dieser Erfindung ist der maximale Tauchdruck für den das Unterseeboot ausgelegt ist, d. h. der Tauchdruck bei maximal zulässiger Tauchtiefe des Unterseebootes. Der Nenntauchdruck ergibt sich somit durch Multiplikation der maximal zulässigen Tauchtiefe in Metern mit 0,101 bar.

[0007] Unter Betriebsdruck im Sinne dieser Erfindung ist der statische Druck des hydraulischen Drucksystems im statischen Zustand zu verstehen. Der Begriff Betriebsdruck kann sich dabei auch auf einen Teil des hydraulischen Drucksystems beziehen, d. h. den niedrigsten

Druck dieses Teils des hydraulischen Drucksystems bezeichnen. Z. B. kann ein Teil des hydraulischen Systems außerhalb des Druckkörpers angeordnet sein und einen Verbraucher sowie außerhalb des Druckkörpers angeordnete Leitungen zu und/oder von diesem Verbraucher umfassen. Dabei ist der statische Druck in einer solchen Leitung der Betriebsdruck des außerhalb des Druckkörpers angeordneten Teils des hydraulischen Systems. Gerade in diesem Bereich sind Anschlüsse und Verbindungen, da sie dauerhaft Seewasser ausgesetzt sind, hinsichtlich der Gefahr von Wassereinträgen besonders kritisch.

[0008] Vorzugsweise bildet der Betriebsdruck des außerhalb des Druckkörpers angeordneten Teils des hydraulischen Systems zugleich auch den Betriebsdruck des innerhalb des Druckkörpers angeordneten Teils, da dann eine hydraulische Trennung der Systemteile nicht erforderlich ist.

[0009] In einer alternativen Weiterbildung wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ein innerhalb des Druckkörpers angeordneter Teil des hydraulischen Systems unter einem niedrigeren Druck als dem Betriebsdruck des außerhalb des Druckkörpers angeordneten Teils gehalten. Beispielsweise kann ein innerhalb des Druckkörpers angeordneter Hydrauliktank des hydraulischen Systems bei atmosphärischem Druck gehalten werden. Dabei muss eine Entspannung von außerhalb des Druckkörpers angeordneten und unter Betriebsdruck stehenden Teilen des hydraulischen Systems auf den niedrigeren Druck des innerhalb des Druckkörpers angeordneten Teils vermieden werden. Beispielsweise sind dazu innerhalb des Druckkörpers Druckbegrenzungsventile vorgesehen, deren Öffnungsdruck gleich oder größer als der vorgesehene Betriebsdruck ist. Auf diese Weise kann eine Entspannung auf einen niedrigeren Druck als dem vorgesehenen Betriebsdruck des außerhalb des Druckkörpers angeordneten Teils ausgeschlossen werden.

[0010] In einer bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein druckbeaufschlagter Hydrauliktank und/oder ein Druckspeicher als Quelle für den Betriebsdruck genutzt.

[0011] Bevorzugt wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren der Druck in einer Rücklaufleitung des hydraulischen Systems über dem Tauchdruck oder dem Nenntauchdruck des Unterseebootes gehalten. Die Steuerung des Drucks anhand des Drucks in einer Rücklaufleitung des hydraulischen Systems ist besonders vorteilhaft, da typischerweise in der Rücklaufleitung, also hinter dem oder den Verbrauchern, die niedrigsten Drücke im System auftreten. Wenn also sichergestellt wird, dass in diesem Bereich der Druck stets über dem Tauchdruck oder dem Nenntauchdruck gehalten wird, dann ist ein Eindringen von Seewasser in das hydraulische System ausgeschlossen. Dabei wird gemäß einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens der Druck in der Rücklaufleitung bevorzugt kontinuierlich überwacht und mit dem Tauchdruck bzw. dem Nenntauchdruck des Unterseebootes verglichen. Entspricht der Rücklaufdruck

dem Tauchdruck bzw. dem Nenntauchdruck oder ist der Rücklaufdruck sogar niedriger als der Tauchdruck bzw. der Nenntauchdruck, so wird der Druck eingangsseitig erhöht, bis dieser den Nenntauchdruck bzw. den Tauchdruck des Unterseebootes übersteigt.

[0012] Zweckmäßigerweise ist der Druck in der Vorlaufleitung gegenüber dem niedrigeren Rücklaufdruck um eine Arbeitsdruckdifferenz erhöht. Diese Arbeitsdruckdifferenz steht dann zur Verrichtung hydraulischer Arbeit zur Verfügung. Besonders bevorzugt bilden Vorlaufdruck und Rücklaufdruck eine Arbeitsdruckdifferenz von mindestens 60 bar.

[0013] In einer bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird Silikonöl als Hydraulikflüssigkeit verwendet. Silikonöl ist bei einem Austritt aus dem hydraulischen System insbesondere in das umgebende Seewasser unter Umweltgesichtspunkten relativ unkritisch. Bevorzugt wird Silikonöl als einziges Hydrauliköl des Hydrauliksystems verwendet. Alternativ wird Silikonöl nur im außerhalb des Druckkörpers befindlichen Teils des Systems als Hydraulikflüssigkeit verwendet, während innerhalb des Druckkörpers konventionelles Hydrauliköl eingesetzt wird. Beispielsweise stehen dann innerhalb des Druckkörpers angeordnete Hydraulikleitungen über Druckübertrager mit den Silikonöl führenden Teilen des außerhalb des Druckkörpers befindlichen Teils des hydraulischen Systems in Verbindung, beispielsweise über druckübertragende Hubzylinder, die mit Hydrauliköl gefüllte Bereiche und mit Silikonöl gefüllte Bereiche der Hydraulikleitungen voneinander trennen.

[0014] Besonders bevorzugt wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren der Betriebsdruck des außerhalb des Druckkörpers angeordneten Teils, insbesondere der Rücklaufdruck, um zumindest 3, vorzugsweise 5 bar über dem Nenn- oder dem aktuellen Tauchdruck des Unterseebootes gehalten. In dieser Weiterbildung des Verfahrens wird verhindert, dass bereits geringe Strömungs- und/oder Druckverluste im hydraulischen System zu einer - beispielsweise bereichs- oder stellenweisen - Absenkung des Leitungsdrucks unter den Nenn- oder den aktuellen Tauchdruck des Unterseebootes führen.

[0015] Das erfindungsgemäße Unterseeboot weist eine Hydraulikanlage zur Durchführung des vorstehend beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahrens auf. Das Unterseeboot weist hierzu Mittel zum Erfassen des Tauchdrucks sowie Mittel zum Steuern des Betriebsdrucks zumindest des außerhalb des Druckkörpers angeordneten Teils der Hydraulikanlage in Abhängigkeit vom erfassten Tauchdruck auf. Dabei wird der aktuelle Tauchdruck erfasst und der Betriebsdruck des außerhalb des Druckkörpers angeordneten Teils der Hydraulikanlage dann in Abhängigkeit vom erfassten Tauchdruck gesteuert und auf diese Weise oberhalb des erfassten Tauchdrucks gehalten. Beispielsweise ist oder sind die Mittel zum Erfassen des Tauchdrucks ein oder mehrere außerhalb des Druckkörpers angeordnete Drucksensoren. Der oder die Drucksensoren ist bzw. sind zweckmäßigerweise mit den Mitteln zum Steuern des Betriebs-

drucks signalverbunden. Vorzugsweise umfassen die Mittel zum Steuern des Betriebsdrucks eine Steuereinheit für den Motor einer Hydraulikpumpe, welche über Änderungen der Pumpleistung einen Vorlaufdruck des hydraulischen Systems einstellt. Alternativ oder zusätzlich umfassen die Mittel zum Steuern des Betriebsdrucks eine Steuereinheit, die mit einem steuerbaren Druckbegrenzungsventil verbunden ist, das den Betriebsdruck über dem erfassten Tauchdruck hält. Zweckmäßigerweise ist die Steuereinheit zur Einstellung des Öffnungsdrucks des Druckbegrenzungsventils ausgebildet. Geigneterweise wird der Öffnungsdruck gleich dem oder oberhalb des vorgesehenen Betriebsdrucks eingestellt.

[0016] Bevorzugt weist das erfindungsgemäße Unterseeboot Mittel zum Erfassen des Rücklaufdrucks und Mittel zum Steuern des Vorlaufdrucks in Abhängigkeit vom erfassten Rücklaufdruck auf. Hierdurch kann sichergestellt werden, dass der Druck auch im Bereich der Rücklaufleitung nie unter den Tauchdruck abfällt. Bevorzugt wird bei dem erfindungsgemäßen Unterseeboot der Vorlaufdruck in einer vorbestimmten Arbeitsdifferenz zum Rücklaufdruck gehalten.

[0017] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 in schematischer Darstellung den Aufbau eines hydraulischen Systems eines Unterseebootes,

Fig. 2 in schematischer Darstellung den Aufbau eines weiteren hydraulischen Systems eines Unterseebootes und

Fig. 3 in schematischer Darstellung eine weitere Variante des Aufbaus eines hydraulischen Systems eines Unterseebootes.

[0018] Das in Figur 1 dargestellte Unterseeboot 5 weist ein hydraulisches System in Form einer Hydraulikanlage auf. Die Hydraulikanlage weist einen innerhalb des Druckkörpers 15 des Unterseebootes 5 angeordneten Teil 10 sowie einen außerhalb des Druckkörpers 15 angeordneten Teil 54 auf. Der innerhalb des Druckkörpers 15 angeordnete Teil 10 der Hydraulikanlage ist zur hydraulischen Versorgung des außerhalb des Druckkörpers 15 und innerhalb der Außenhaut 20 angeordneten Verbrauchers 25 in Form eines doppelt wirkenden Hubzylinders 25 vorgesehen. Der Verbraucher 25 ist hier also beispielhaft durch einen doppelt wirkenden Hydraulikzylinder, bei welchem ein Kolben 80 die beiden Arbeitskammern 40, 42 voneinander trennt, gebildet.

[0019] Der innerhalb des Druckkörpers 15 angeordnete Teil 10 der Hydraulikanlage umfasst einen druckfesten Hydrauliktank 30, der Hydrauliköl, hier Silikonöl 35, enthält. Der Hydrauliktank 30 sowie das in ihm befindliche Silikonöl 35 stehen unter einem den Nenntauchdruck des Unterseebootes 5 um 5 bar übersteigenden Druck. Der Hydrauliktank 30 ist mit einer von zwei Arbeitskammern

40, 42 des Hubzylinders 25 über eine Rücklaufleitung 45 verbunden. Die Rücklaufleitung 45 schließt innerhalb des Druckkörpers 15 an einen ersten Anschluss eines 4/2-Wege-UmschaltVentils 50 an, welches die Rücklaufleitung 45 mit einer von zwei Leitungen 52 verbindet, die durch die Druckkörperwandung hindurch geführt sind und mit jeweils einer Arbeitskammer 40, 42 des Hubzylinders 25 verbunden sind. Auf diese Weise wird diejenige Arbeitskammer 40, 42 des Hubzylinders 25, die mit der Rücklaufleitung 45 verbunden ist, stets mit einem über dem Nenntauchdruck des Unterseebootes 5 liegenden Druck beaufschlagt. Dieser Druck bildet den Betriebsdruck auch des außerhalb des Druckkörpers 15 angeordneten Teils 54 der Hydraulikanlage, welche durch den Hubzylinder 25 und die außerhalb des Druckkörpers 15 befindlichen Abschnitte der Leitungen 52 gebildet ist.

[0020] Der Hydrauliktank 30 ist ferner mit einem innerhalb des Druckkörpers 15 angeordneten Druckspeicher 55 über eine Leitung 60 verbunden. Die Leitung 60 verbindet den Ausgang einer Hydraulikpumpe 65, die Silikonöl 35 aus dem Hydrauliktank 30 fördert, mit dem Druckspeicher 55. Hydraulikpumpe 65 und Druckspeicher 55 sind dabei für einen Förder- und Speicherdruck ausgebildet, welcher den Tankdruck im Hydrauliktank 30 um eine hydraulische Arbeitsdruckdifferenz von z. B. 80 bar übersteigt. Von der Leitung 60 zweigt eine Vorlaufleitung 70 ab, die die Leitung 60 über eine der Leitungen 52 mit einer der Arbeitskammern 40, 42 des Hubzylinders 25 verbindet. Die Vorlaufleitung 70 schließt dazu an einen zweiten Anschluss des 4/2-Wege-Umschalt-Ventils 50, sodass das 4/2-Wege-Umschalt-Ventil 50 jeweils eine der Leitungen 52 mit der Rücklaufleitung 45 und die andere Leitung 52 mit der Vorlaufleitung 70 verbindet und umgekehrt, je nachdem in welche Verfahrrichtung der Kolbenstange 80 der Hubzylinder 25 angesteuert wird.

[0021] Das System wird so betrieben, dass das Silikonöl 35 im Hydrauliktank 30 unter einen den Nenntauchdruck des Unterseebootes um 5 bar übersteigenden Druck gesetzt wird. Die Hydraulikpumpe 65 erhöht den Druck des Silikonöls 35 in der Vorlaufleitung 70 zusätzlich um die Arbeitsdruckdifferenz von 80 bar. Damit werden sowohl die Vorlaufleitung 70, die Rücklaufleitung 45 und die Arbeitskammern 40, 42 auf Drücken über dem Nenntauchdruck des Unterseebootes 5 gehalten. Der aktuelle Tauchdruck des Unterseebootes 5, der stets unter dem Nenntauchdruck steht, reicht somit nie aus, Wasser in die Arbeitskammern 40, 42, die Vorlaufleitung 70 oder die Rücklaufleitung 45 einzutragen, da der Nenntauchdruck und somit der darüber liegende Betriebsdruck stets höher ist.

[0022] Der Aufbau der Hydraulikanlage des in Figur 2 dargestellten Unterseebootes 5' entspricht im Wesentlichen dem Aufbau der Hydraulikanlage des in Figur 1 dargestellten Unterseebootes 5. Abweichend vom zuvor beschriebenen Unterseeboot 5 weist das Unterseeboot 5' keinen druckfesten Hydrauliktank 30 auf, sondern einen unter lediglich atmosphärischem Druck stehenden

Hydrauliktank 30' auf. Stattdessen weist die Rücklaufleitung 45' zwischen Hydrauliktank 30' und 4/2-Wege-UmschaltVentil 50 ein Druckbegrenzungsventil 85' auf. Dieses Druckbegrenzungsventil 85' verhindert einen Druckabfall in der Rücklaufleitung 45 unter den Betriebsdruck. Hierzu ist bei dem Druckbegrenzungsventil 85' der Öffnungsdruck in Höhe des zu haltenden Betriebsdrucks gewählt.

[0023] Bei dem in Figur 3 dargestellten Unterseeboot 5" ist der Hydrauliktank 30" des innerhalb des Druckkörpers 15 befindlichen Teils 10" der Hydraulikanlage druckfest ausgebildet. Anders als bei den in Fig. 1 und 2 dargestellten Unterseebooten 5 und 5' wird der Druck in der Rücklaufleitung 45 und in der Vorlaufleitung 70 nicht oberhalb des Nenntauchdrucks des Unterseebootes 5" gehalten, sondern oberhalb des aktuellen Tauchdrucks des Unterseebootes 5".

[0024] Dazu ist an der Rücklaufleitung 45 zwischen 4/2-Wege-Umschalt-Ventil 50 und Hydrauliktank 30" ein steuerbares Druckbegrenzungsventil 85" vorgesehen, welches den Druck in der Rücklaufleitung 45 auf einen um 5 bar höheren Druck als den des aktuellen Tauchdrucks des Unterseebootes 5" hält. Dieser (variable) Druck bildet bei der Hydraulikanlage den Betriebsdruck. Dazu wird der aktuelle Tauchdruck über einen außerhalb des Druckkörpers 15 angeordneten Druckmesser 90" in Form eines Drucksensors erfasst, welcher mit einer Steuereinheit 95" signalverbunden ist. Die Steuereinheit 95" enthält den über den Druckmesser 90" gemessenen Druck und steuert das Druckbegrenzungsventil 85" mit einem 5 bar höheren Öffnungsdruck an. Das Druckbegrenzungsventil 85" ist ferner mit einem Druckmesser (in der Zeichnung nicht dargestellt) versehen, welcher ein Signal, welches mit dem sich in der Rücklaufleitung 45 einstellenden Druck korrespondiert, an die Steuereinheit 95" als Regelgröße zurückliefert. Die Steuereinheit 95" als erfasst ferner den in der Leitung 60 herrschenden Speicherdruck.

[0025] Zur Aufrechterhaltung einer zum Antrieb des Hubzylinders 25 erforderlichen Arbeitsdruckdifferenz steuert die Steuereinheit 95" in Abhängigkeit von den erfassten Drücken in der Leitung 60 und in der Rücklaufleitung 45 einen Motor 100" der Hydraulikpumpe 65" an. Die Drehzahl des Motors 100" und damit auch die Drehzahl und der hierdurch verursachte Druck der Hydraulikpumpe 65" werden dabei solange erhöht, bis sich zwischen den in der Leitung 60 und in dem verbraucherseitigen Teil der Rücklaufleitung 45 herrschenden Drücken eine vorgesehene Arbeitsdruckdifferenz von 60 bis 80 bar einstellt. Somit wird der Druck in den Arbeitskammern 40, 42 stets über dem jeweils vorherrschenden Seewasserdruck gehalten, so dass Seewassereinträge in die Vorlaufleitung 70, in die Arbeitskammern 40, 42 und in die Rücklaufleitung 45 zuverlässig vermieden werden.

Bezugszeichenliste

[0026]

5, 5', 5"	- Unterseeboot		10', 10") des hydraulischen Systems unter einem niedrigeren Druck als dem Betriebsdruck des außerhalb des Druckkörpers angeordneten Teils gehalten wird.
10, 10', 10"	- Teil der Hydraulikanlage		
15	- Druckkörper	5	
20	- Außenhaut		3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei welchem ein Rücklaufdruck des hydraulischen Systems über dem Tauchdruck oder dem Nenntauchdruck des Unterseebootes gehalten wird.
25	- Verbraucher, Hubzylinder		
30, 30', 30"	- Hydrauliktank	10	
35	- Silikonöl		4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, bei welchem Silikonöl (35) als Hydraulikflüssigkeit verwendet wird.
40	- Arbeitskammer	15	
42	- Arbeitskammer		
45	- Rücklaufleitung		
50	- 4/2-Wege-Umschalt-Ventil	20	
52	- Leitungen		
54	- Teil der Hydraulikanlage	25	
55	- Druckspeicher		
60	- Leitung		6. Unterseeboot mit einer Hydraulikanlage (10"; 54) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, mit Mitteln (90") zum Erfassen des Tauchdrucks und mit Mitteln (95") zum Steuern des Betriebsdrucks des außerhalb des Druckkörpers angeordneten Teils (54) der Hydraulikanlage in Abhängigkeit vom erfassten Tauchdruck.
65, 65"	- Hydraulikpumpe	30	
70	- Vorlaufleitung		
80	- Aktorkolben	35	
85', 85"	- Druckbegrenzungsventil		
90"	- Druckmesser	40	
95"	- Steuereinheit		
100"	- Motor	45	

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines hydraulischen Systems eines Unterseebootes, bei dem zumindest ein Teil (54) des hydraulischen Systems außerhalb des Druckkörpers (15) angeordnet ist und bei welchem der Betriebsdruck zumindest des außerhalb des Druckkörpers (15) angeordneten Teils (54) stets über dem Tauchdruck oder dem Nenntauchdruck des Unterseebootes gehalten wird. 50
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem ein innerhalb eines Druckkörpers (15) angeordneter Teil (10, 55

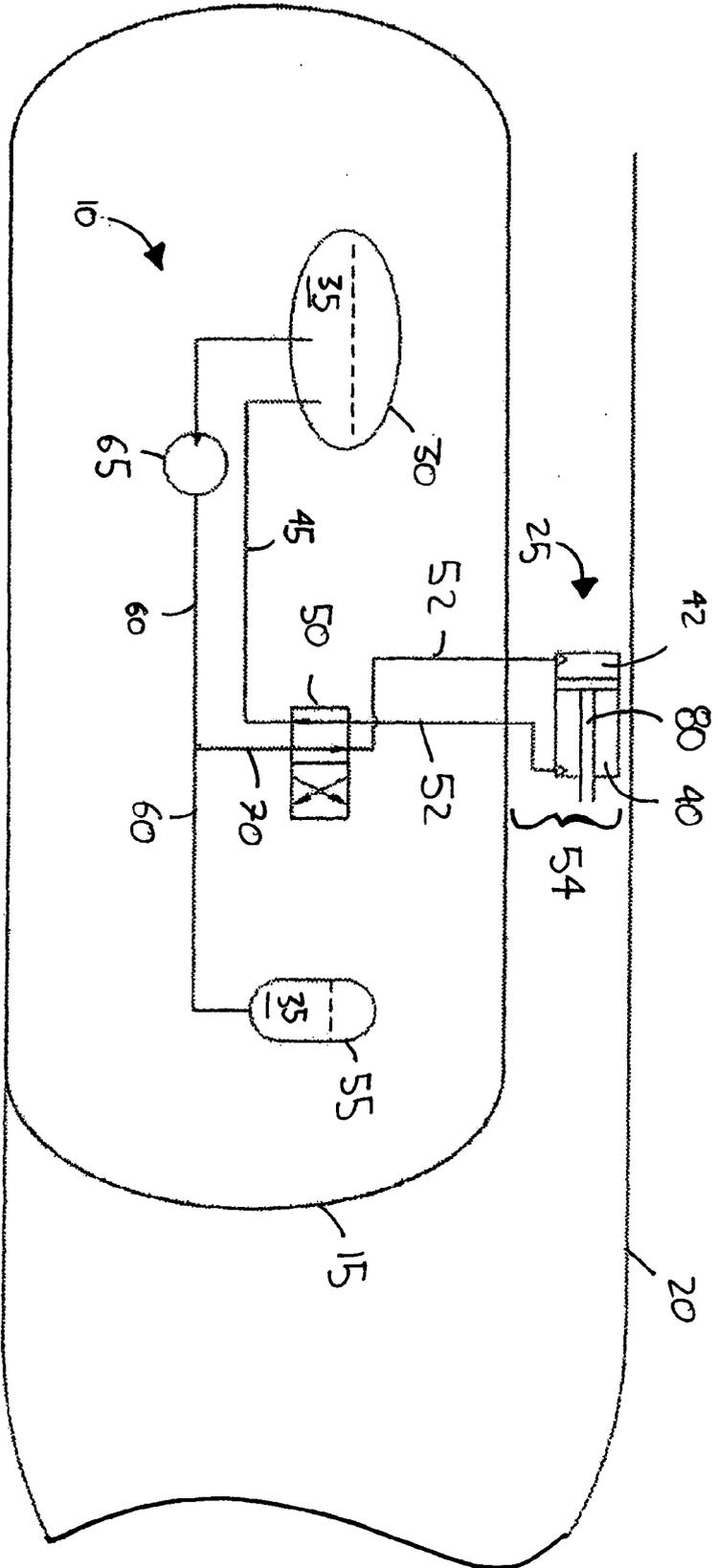


Fig. 1

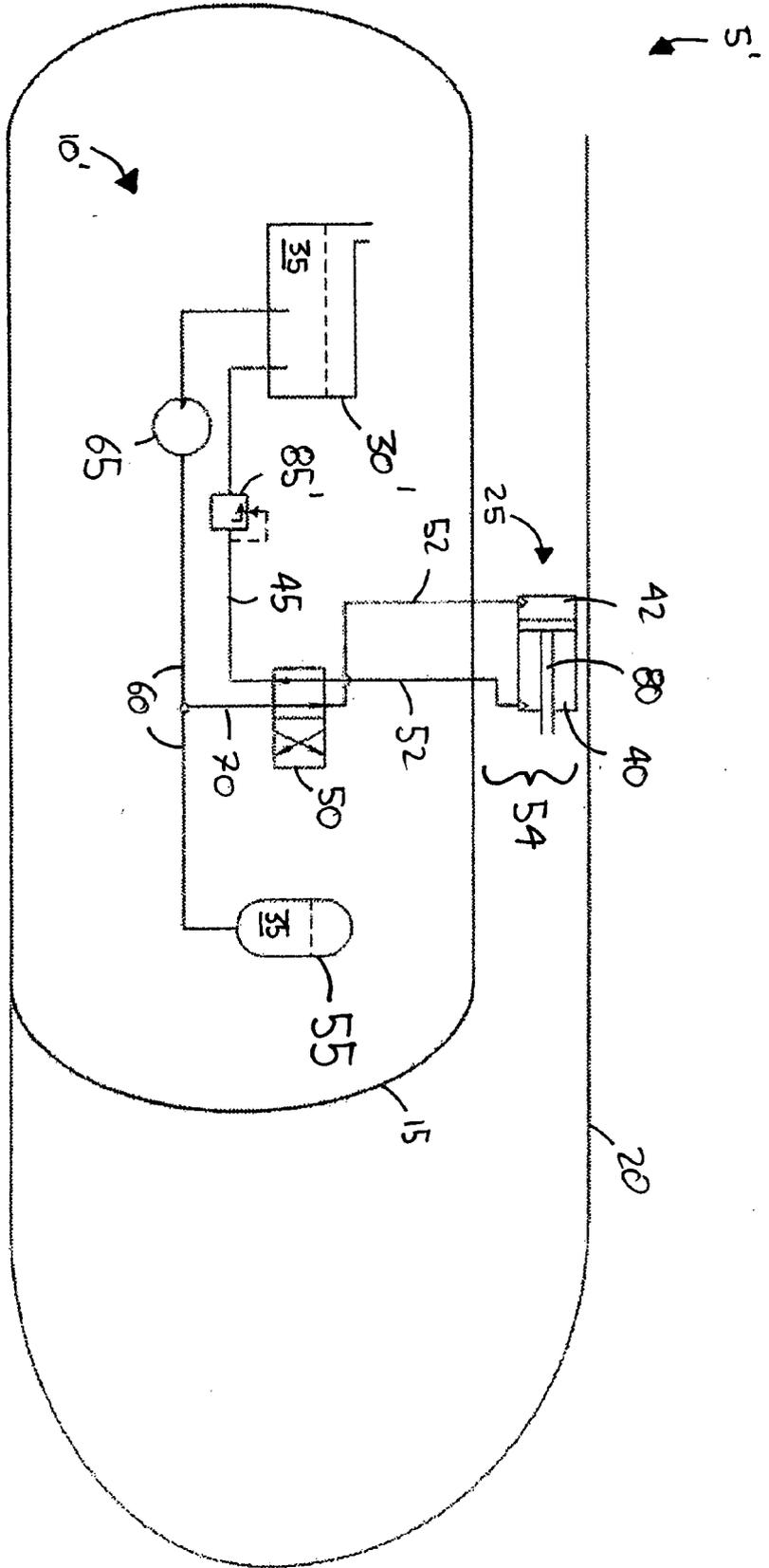


Fig. 2

