



(11)

EP 4 230 874 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
23.08.2023 Patentblatt 2023/34

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F15B 1/24 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23162104.6**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F15B 1/24; F15B 2201/31; F15B 2201/515

(22) Anmeldetag: **11.04.2017**

(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

(72) Erfinder:
• **Mannebach, Horst**
66127 Saarbrücken (DE)
• **Kloft, Peter**
56235 Ransbach-Baumbach (DE)

(30) Priorität: **25.06.2016 DE 102016007798**
25.06.2016 DE 102016007824

(74) Vertreter: **Bartels und Partner, Patentanwälte**
Lange Strasse 51
70174 Stuttgart (DE)

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:
17717082.6 / 3 475 583

(27) Früher eingereichte Anmeldung:
11.04.2017 PCT/EP2017/000469

Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 15.03.2023 als Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

(71) Anmelder: **Hydac Technology GmbH**
66280 Sulzbach (DE)

(54) HYDROPNEUMATISCHER KOLBENSPEICHER

(57) 2. Ein hydropneumatischer Kolbenspeicher, mit einem Speichergehäuse (1), das eine Längsachse (11) definierendes Zylinderrohr (3) aufweist, das an beiden Enden durch jeweils einen Gehäusedeckel (5, 7) geschlossen ist und in dem ein Kolben (9) längsverfahrbar ist, der im Gehäuse einen Arbeitsraum (13) für ein kompressibles Medium, wie ein Arbeitsgas, von einem Arbeitsraum für ein inkompressibles Medium, wie Hydrauliköl, trennt, und mit einer die Position des Kolbens (9) im Gehäuse berührungslos ermittelnden Wegmessenrichtung, ist dadurch gekennzeichnet, dass die Wegmessenrichtung ein nichtmagnetisches Messrohr (29) aufweist, das sich durch eine im Kolben (9) gebildete Durchföhrung (31) entlang der Längsachse (11) von einem Gehäusedeckel (5) zum anderen Gehäusedeckel (7) hin erstreckt und gegen den Innenraum des Gehäuses (1) abgedichtet ist, dass im Rohr (29) ein Positionsgeber (57) verschiebbar geführt ist, der durch zwischen ihm und dem Kolben (9) wirkende Magnetkraft im Messrohr (29) den Kolbenbewegungen nachfolgt, und dass an einem der Gehäusedeckel (5, 7) ein Sender/Empfänger (65) der Wegmessenrichtung angeordnet ist, der durch das betreffende offene Ende (25, 26) des Messrohres (29) hindurchtretende Messstrahlung zum Positionsgeber (57) aussendet und von diesem reflektierte Strahlung empfängt.

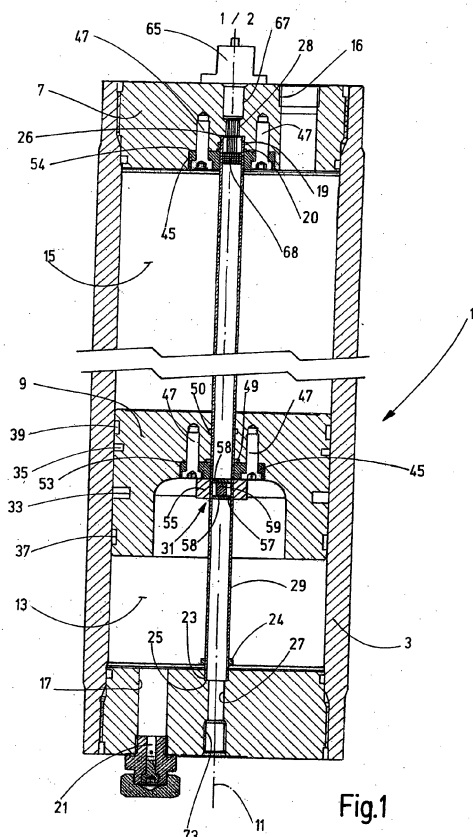


Fig.1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen hydropneumatischen Kolbenspeicher, mit einem Speichergehäuse, das ein eine Längsachse definierendes Zylinderrohr aufweist, das an beiden Enden durch jeweils einen Gehäusedeckel geschlossen ist und in dem ein Kolben längsverfahrbar ist, der im Gehäuse einen Arbeitsraum für ein kompressibles Medium, wie ein Arbeitsgas, von einem Arbeitsraum für ein inkompressibles Medium, wie Hydrauliköl, trennt, und mit einer die Position des Kolbens im Gehäuse berührungslos ermittelnden Wegmesseinrichtung.

[0002] Hydrospeicher, wie hydropneumatische Kolbenspeicher, kommen in Hydrauliksystemen zum Einsatz, um bestimmte Volumina unter Druck stehender Flüssigkeit, wie Hydrauliköl, aufzunehmen und bei Bedarf an das System zurückzugeben. Bei den heutzutage üblichen hydropneumatischen Kolbenspeichern, bei denen der Kolben den ölseitigen Arbeitsraum von dem ein Arbeitsgas, wie N_2 , aufnehmenden Arbeitsraum trennt, verändert sich die Position des Kolbens, so dass der Speicher beim Anstieg des Drucks Hydrauliköl aufnimmt, wobei das Gas im anderen Arbeitsraum komprimiert wird. Bei sinkendem Druck dehnt sich das verdichtete Gas aus und verdrängt dabei gespeichertes Hydrauliköl zurück in den Hydrokreislauf. Durch die sich dadurch im Betrieb ergebenden Veränderungen der Volumina der Arbeitsräume ergibt sich jeweils eine entsprechende Axialbewegung des Kolbens.

[0003] Für das gewünschte, einwandfreie Betriebsverhalten des Speichers ist Voraussetzung, dass der im Arbeitsraum des Arbeitsgases herrschende Druck an das Druckniveau im ölseitigen Arbeitsraum angepasst ist, so dass sich der Kolben an geeigneten Stellen innerhalb des Speichergehäuses befindet und dadurch die Arbeitsbewegungen zwischen Kolben-Endpositionen im Speichergehäuse durchführen kann. Die Ermittlung der Position, die der Kolben bei einem gegebenen Flüssigkeitsdruck im ölseitigen Arbeitsraum einnimmt, ermöglicht zudem eine Feststellung über die Höhe des Fülldrucks des Arbeitsgases im zugehörigen Arbeitsraum und damit eine Überwachung des Kolbenspeichers auf ordnungsgemäße Funktionsfähigkeit.

[0004] Zur Positionsfeststellung des Kolbens wurden verschiedene Lösungen vorgeschlagen. Aus dem Dokument DE 10 2013 009 614 A1 ist beispielsweise ein Ultraschall-Wegmesssystem bekannt, bei dem, ausgehend von dem an den das Arbeitsgas enthaltenden Arbeitsraum angrenzenden Gehäusedeckel, mittels eines Ultraschallsensors der Abstand zur zugewandten Seite des Kolbens ermittelt wird. Diese Lösung ist insofern aufwendig, als wegen der im Betrieb sich ändernden Schallausbreitungsgeschwindigkeit im das Gas enthaltenden Arbeitsraum eine fortlaufende Fehlerkorrektur des aufgrund einer Laufzeitermittlung erhaltenen Messergebnisses durchzuführen ist. Bei einer weiteren bekannten Lösung, die in DE 103 10 427 A1 offenbart ist,

sind an der Außenseite des Speichergehäuses entlang einer Reihe angeordnete Magnetfeldsensoren angeordnet, die auf das Feld einer Magnetanordnung ansprechen, die sich am Kolben des Kolbenspeichers befindet. Diese Lösung lässt insofern zu wünschen übrig, als eine die Magnetfeldsensoren enthaltende Magnetleiste als äußeres Bauteil am Speichergehäuse anzubauen ist.

[0005] Ausgehend von diesem Stand der Technik stellt sich die Erfindung die Aufgabe, einen hydropneumatischen Kolbenspeicher der eingangs genannten Art zur Verfügung zu stellen, dessen Wegmesseinrichtung die Positionsermittlung des Kolbens auf besonders einfache und vorteilhafte Weise ermöglicht.

[0006] Erfindungsgemäß ist diese Aufgabe durch einen Kolbenspeicher gelöst, der die Merkmale des Patentanspruchs 1 in seiner Gesamtheit aufweist.

[0007] Entsprechend dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 weist die Wegmesseinrichtung erfindungsgemäß ein nichtmagnetisches Messrohr auf, das sich durch eine im Kolben gebildete Durchführung entlang der Längsachse von einem Gehäusedeckel zum anderen Gehäusedeckel hin erstreckt und gegen den Innenraum des Gehäuses abgedichtet ist. Ein für den Messvorgang dienender Positionsgeber, der im Messrohr verschiebbar geführt ist, folgt unter Einwirkung einer zwischen Kolben und Positionsgeber wirkenden Magnetkraft im Messrohr den Bewegungen des Kolbens nach. Ein an einem Gehäusedeckel befindlicher Sender/Empfänger der Wegmesseinrichtung sendet durch das betreffende offene Ende des Messrohres hindurch eine Messstrahlung zum Positionsgeber und empfängt von diesem reflektierte Strahlung. Dadurch, dass dergestalt der Innenraum des Messrohres eine vom physikalischen Zustand des Gehäuseinnenraums unabhängige Messzone bildet, steht für den Durchtritt der Messstrahlung, wie Ultraschall, ein Raum mit gleichbleibendem Medien- und gleichbleibender Mediendichte zur Verfügung. Bei somit konstanter Schallgeschwindigkeit ist eine Wegmessung mittels einer einen Ultraschallsender/-empfänger aufweisenden Wegmesseinrichtung, ohne dass Maßnahmen für eine Fehlerkorrektur erforderlich wären, problemlos und genau durchführbar. Es versteht sich, dass über das Messrohr gleichermaßen auch eine Lasermessung durchführbar ist.

[0008] Zur Erzeugung der die Folgebewegungen des Positionsgebers im Messrohr erzwingenden Magnetkraft kann vorteilhafterweise eine Permanentmagnetanordnung am Kolben vorgesehen sein, die den Positionsgeber, der aus einem ferromagnetischen Werkstoff gebildet ist oder mit ferromagnetischen Bestandteilen versehen ist, bei den Verfahrbewegungen des Kolbens mitnimmt.

[0009] Für die Erzeugung einer besonders hohen, am Positionsgeber wirkenden Anziehungskraft kann auch am Positionsgeber eine Permanentmagnetanordnung vorgesehen sein, beispielsweise ein im Positionsgeber befindlicher, hartmagnetischer Ferritkern.

[0010] In besonders vorteilhafter Weise kann die Permanentmagnetanordnung am Kolben einen an der

Durchführung des Kolbens festgelegten, das Messrohr umgebenden Magnetring aufweisen.

[0011] Bei besonders vorteilhaften Ausführungsbeispielen, bei denen der Positionsgeber zwei sich in einer Radialebene zur Längsachse erstreckende kreisrunde Scheiben aufweist, die durch ein koaxiales, radial nach innen versetztes Verbindungsteil miteinander verbunden sind, entspricht der axiale Abstand der ebenen Endflächen der Scheiben vorzugsweise der axialen Höhe des Magnetringes am Kolben. Bei der axialen Polung des Magnetringes ergibt sich über die Scheiben des Positionsgebers eine hohe magnetische Flussdichte und eine hohe, die sichere Folgebewegung des Positionsgebers erzwingende Magnetkraftwirkung.

[0012] Als Permanentmagneteinrichtung am Positionsgeber kann mit Vorteil im Verbindungsteil der Scheiben ein Ferritkern vorgesehen sein, der in Axialrichtung umgekehrt zum Magnetring gepolt ist.

[0013] Für die magnetische Entkopplung des Magnetringes gegenüber dem Kolbenwerkstoff ist bei vorteilhaften Ausführungsbeispielen der Magnetring mit dem Kolben über einen aus nichtmagnetischem Werkstoff bestehenden Zwischenkörper verbunden. Dieser kann aus einem duroplastischen Kunststoff gebildet sein und durch Schrauben, die vorzugsweise ebenfalls nicht magnetisch sind, am Kolben festgelegt sein.

[0014] Mit Vorteil kann die Anordnung so getroffen sein, dass das Messrohr an einem Ende mit einem Gehäusedeckel fest verbunden ist, beispielsweise mittels einer Löt- oder Schweißverbindung, und mit seinem anderen Ende in einen am anderen Gehäusedeckel befindlichen, nach außen führenden Durchgang eingreift, in dem das offene Ende des Rohres gegen den Gehäuseinnenraum abgedichtet und ein Sitz für die Wegmesseinrichtung gebildet ist.

[0015] Dabei kann der Sitz des betreffenden Gehäusedeckels den Sender/Empfänger für Abgabe und Empfang einer durch das offene Ende des Messrohres hindurchtretenden optischen oder vorzugsweise ultraschall-akustischen Messstrahlung aufnehmen.

[0016] Der Sitz für die Wegmesseinrichtung kann an dem an den ölseitigen Arbeitsraum angrenzenden Gehäusedeckel vorgesehen sein. In vorteilhafter Weise befinden sich dadurch die Anschlussverbindungen der Wegmesseinrichtung und auch die zum zugeordneten Hydrauliksystem führende Rohrleitung, die mit einer Anschlussöffnung verbunden ist, die sich an diesem Gehäusedeckel befindet, auf ein und derselben Seite des Speichergehäuses.

[0017] An dem Gehäusedeckel, der dem den Sitz der Wegmesseinrichtung aufweisenden Gehäusedeckel gegenüberliegt, kann das Messrohr mit der Umgebung in Verbindung sein. Das druckfest ausgebildete Messrohr ist somit drucklos, so dass an dem Durchgang, der den Sitz für die Wegmesseinrichtung bildet, keine besonders aufwendige Abdichtung erforderlich ist. Bei drucklosem Messrohr kann auch die Wegmesseinrichtung nach Abschluss durchgeführter Messperioden aus dem Kolben-

speicher herausgenommen werden, ohne dessen Betrieb zu unterbrechen.

[0018] Nachstehend ist die Erfindung anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen im Einzelnen erläutert.

[0019] Es zeigen:

Fig. 1 einen verkürzt dargestellten Längsschnitt eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Kolbenspeichers; und

Fig. 2 einen ebenfalls verkürzt dargestellten Längsschnitt eines zweiten Ausführungsbeispiels.

[0020] Der in der Zeichnung dargestellte, erfindungsgemäße Kolbenspeicher weist ein als Ganzes mit 1 bezeichnetes Speichergehäuse auf, das bei beiden gezeigten Ausführungsbeispielen als Hauptteil ein einen runden Hohlzylinder bildendes Zylinderrohr 3 aufweist. Dieses ist an beiden Enden durch jeweils einen eingeschraubten Gehäusedeckel 5 und 7 dicht verschlossen, zwischen denen ein Kolben 9 entlang der Gehäuselängsachse 11 frei verfahrbar ist. Der Kolben 9 trennt einen gasseitigen Arbeitsraum 13, der als kompressibles Medium ein Arbeitsgas, wie Stickstoff das unter einem Fülldruck steht, aufnimmt, von einem Arbeitsraum 15, der ein inkompressibles Medium, wie Hydrauliköl, aufnimmt. Für die Verbindung dieses Arbeitsraumes 15 mit einem zugeordneten Hydrauliksystem, das nicht dargestellt ist, ist in dem an den ölseitigen Arbeitsraum 15 angrenzenden Gehäusedeckel 7 eine Anschlussöffnung 16 vorgesehen, die im Bereich zwischen der Längsachse 11 und dem radial außenliegenden Ende des Gehäusedeckels 7 angeordnet ist. Am gegenüberliegenden Gehäusedeckel 5, der an den gasseitigen Arbeitsraum 13 angrenzt, ist, zur Längsachse 11 ebenfalls versetzt, ein Füllkanal 17 vorgesehen, an dessen äußerem Ende ein Füllventil 21 üblicher Art angeordnet ist, über das in den Arbeitsraum 13 eine unter einem Fülldruck stehende Füllmenge des Arbeitsgases einbringbar ist. In zur Längsachse 11 koaxialer Anordnung ist in diesem an den gasseitigen Arbeitsraum 13 angrenzenden Gehäusedeckel 5 auch eine Durchgangsöffnung 27 ausgebildet. Diese hat die Form einer gestuften Bohrung mit einem inneren, erweiterten Bohrungsabschnitt 23, der einen passenden Sitz für das eingesteckte, offene Ende 25 eines Messrohres 29 bildet, in dem das offene Ende 25 des Messrohres 29 gegenüber dem angrenzenden Arbeitsraum 13 abgedichtet ist. Mit seinem gegenüberliegenden Ende 26 greift das Messrohr 29 in eine koaxiale Durchgangsbohrung 28 in dem an den ölseitigen Arbeitsraum 15 angrenzenden Gehäusedeckel 7 ein. Die Bohrung 28 ist, in ähnlicher Weise wie die Durchgangsöffnung 27 am anderen Gehäusedeckel 5, gestuft, wobei das Ende 26 des Messrohres 29 in einem Bohrungsabschnitt passend aufgenommen ist, an dem Dichtelemente 19 und 20 das Rohrende 26 gegen den Arbeitsraum 15 abdichten. Das Messrohr 29, das aus einem druckfesten, nichtmagneti-

schen metallischen Werkstoff gebildet ist, ist an seinem Ende 25, das in dem Bohrungsabschnitt 23 des an den gasseitigen Arbeitsraum 13 angrenzenden Gehäusedeckels 5 sitzt, an diesem mittels einer Löt- oder Schweißverbindung 24 festgelegt. Das Messrohr 29 kann sich im Innern des Speichergehäuses über dessen gesamte Länge erstrecken; es besteht aber auch die Möglichkeit, insbesondere am unteren Ende das Messrohr 29 unter Beibehalten eines axialen Abstandes zum Gehäusedeckel 5 dieses druckdicht enden zu lassen.

[0021] Für das Messrohr 29 ist im Kolben 9 eine zentrale Durchführung 31 gebildet. Ansonsten ist der Kolben 9 in der bei derartigen Speicherkolben üblichen Art ausgebildet und weist an seinem Außenumfang vertiefte Ringnuten 33 und 35 für nicht gezeigte Kolbendichtungen auf, sowie, zu diesen in Richtung auf die beiden axialen Endbereiche hin versetzt, flachere Ringnuten 37 und 39 für ebenfalls nicht gezeigte Führungsleisten auf. Wie ebenfalls bei derartigen Kolben üblich, weist der Kolben 9 an der Kolbenseite, die im Speichergehäuse 1 dem gasseitigen Arbeitsraum 13 zugewandt ist, eine runde topfartige Vertiefung 41 auf, deren ebener Boden 43 auf etwa halber axialer Länge des Kolbens 9 gelegen ist. Die Durchführung 31 weist eine Durchgangsbohrung 51 auf, die sich, zur Längsachse 11 koaxial, vom Boden 43 ausgehend bis zur Kolbenstirnseite erstreckt. An dem an den Boden 43 angrenzenden Bohrbereich weist die Bohrung eine kreiszylindrische Erweiterung 53 auf, die den Sitz für einen Ringkörper 45 bildet, der durch zur Bohrung 51 parallel verlaufende Schrauben 47 in der Erweiterung 53 festgelegt ist. Ringnuten 49 und 50 sind im nicht erweiterten Teil der Bohrung 51 für Dichtringe ausgebildet.

[0022] Der in der Erweiterung 53 festgelegte Ringkörper 45 bildet den Träger für eine Permanentmagneteneinrichtung, die eine Magnetkraft erzeugt, deren auf einen im Messrohr 29 verschiebbaren Positionsgeber 57 einwirkende Anziehungskraft den Positionsgeber 57 zwingt, im Messrohr 29 den Verfahrensbewegungen des Kolbens 9 zu folgen. Bei den gezeigten Ausführungsbeispielen ist die Permanentmagneteneinrichtung des Kolbens 9 durch einen Magnetring 55 gebildet, der an der mit dem Boden 43 fluchtenden freien Fläche des Ringkörpers 45 durch Kleben festgelegt ist. Für die magnetische Entkopplung des Magnetringes 55 vom metallischen Kolben 9 sind die Schrauben 47 und der Ringkörper 45 aus duroplastischem Kunststoff.

[0023] Bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 1 ist der Positionsgeber 57 aus einem ferromagnetischen Werkstoff als einstückiger Rundkörper ausgebildet, der an beiden axial einander entgegengesetzten Enden je eine ebene Kreisscheibe 58 aufweist, an deren Außendurchmesser der Positionsgeber 57 im Messrohr 29 verschiebbar geführt ist. Die Scheiben 58 sind über ein im Durchmesser verringertes Verbindungsteil 59 einstückig miteinander verbunden. Der axiale Abstand der Scheiben 58 ist der axialen Höhe des Magnetringes 55 derart angepasst, dass die Endflächen der Scheiben 58 mit den

axialen Endflächen des Magnetringes 55 fluchten, so dass ein optimaler Magnetfluss mit dem Magnetring 55 gebildet ist. Die Endfläche der Scheibe 58 des Positionsgebers 57, die dem Ende 26 des Messrohres 29 zugewandt ist, bildet die Reflexionsfläche für vom Ende 26 her in das Messrohr 29 eintretende Messstrahlung.

[0024] Die das Ende 26 des Messrohres 29 aufnehmende gestufte Bohrung 28 des Gehäusedeckels 7 weist in gleicher Weise, wie dies bei der Bohrung 51 an der Durchführung 31 des Kolbens 9 der Fall ist, eine kreiszylindrische Erweiterung 54 auf, in der der gleiche Ringkörper 45, wie er auch an der Durchführung 31 des Kolbens 9 als Kunststoffkörper benutzt wird, aufgenommen und durch Schrauben 47 gesichert ist. Der Ringkörper 45 bildet am Gehäusedeckel 7 eine passende Einfassung des eingesteckten Endabschnitts des Messrohres 29. Die Wegmesseinrichtung weist für ein Ultraschall-Messverfahren einen Sender/Empfänger 65 auf, für den der äußere, erweiterte Bohrungsabschnitt 67 der Bohrung 28 im ölseitigen Gehäusedeckel 7 einen Sitz bildet. Von diesem Bohrungsabschnitt 67 ausgehend, erstreckt sich ein Ultraschallwandler mit einer scheibenförmigen Piezokeramik 68 in den Endbereich des Rohres 29 hinein, um die Abstandsbestimmung zur Reflexionsfläche an der zugewandten Scheibe 58 des Positionsgebers 57 durchzuführen.

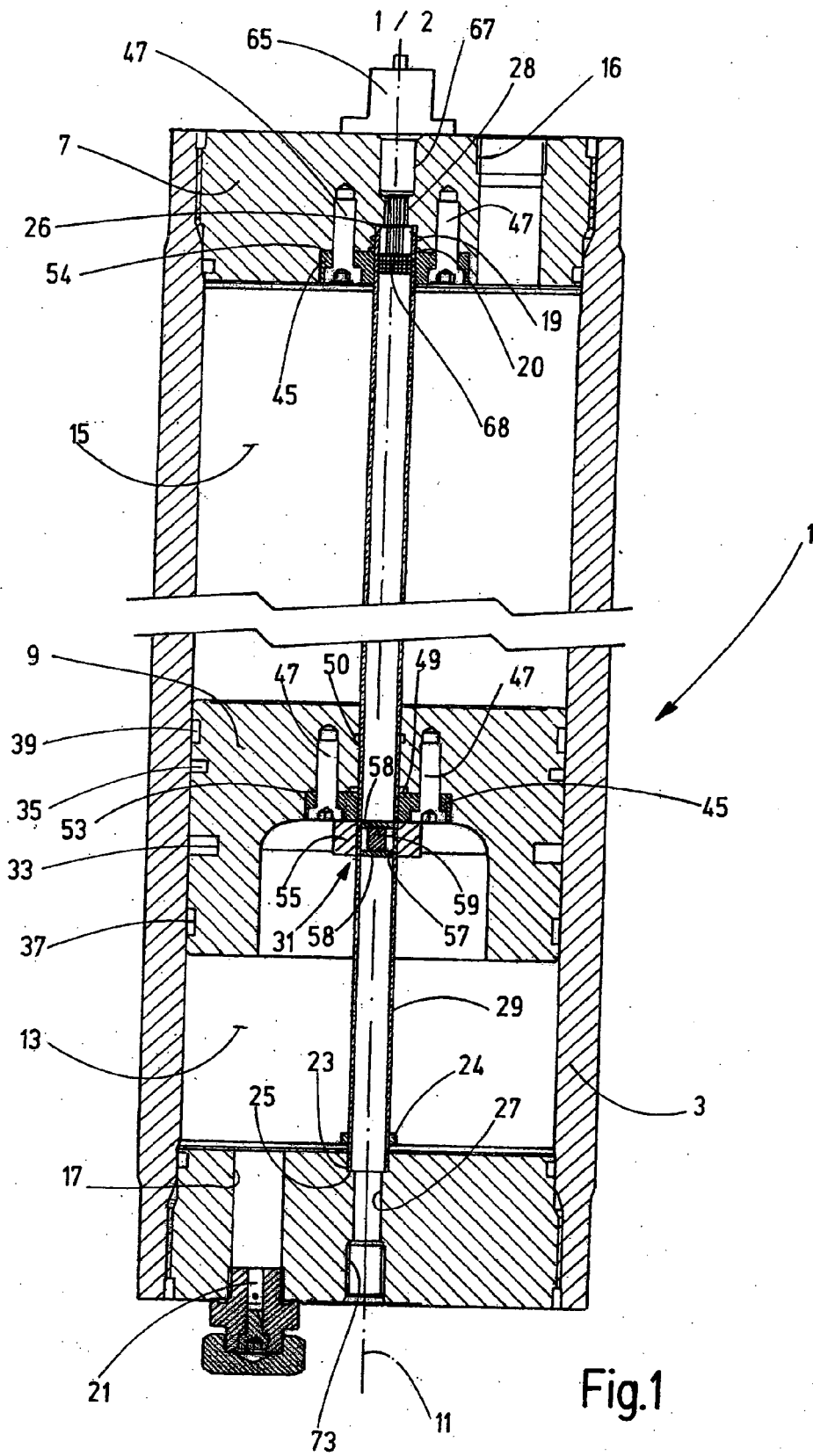
[0025] Das Ausführungsbeispiel von Fig. 2 unterscheidet sich gegenüber Fig. 1 lediglich insofern, als anstelle des mit den Scheiben 58 des Positionsgebers 57 einstückigen Verbindungsteils 59 als Verbindungsteil zwischen die Scheiben 58 ein hartmagnetischer Ferritstab 71 eingesetzt ist. Dieser ist so orientiert, dass seine Polung der axialen Polung des Magnetringes 55 entgegengesetzt ist, so dass eine starke Magnetkraftwirkung resultiert und dadurch eine besonders sichere Nachführung des Positionsgebers 57 bei den Verfahrensbewegungen des Kolbens 9 gewährleistet ist.

[0026] Es versteht sich, dass anstelle des Ultraschall-Messverfahrens mit andersartiger Messstrahlung gearbeitet werden kann, beispielsweise mittels optischer Verfahren mit Laserlicht oder monochromatischem sichtbaren Licht. Bei gegenüber dem Gehäuseinnenraum isolierter, im Messrohr 29 eingeschlossener Messzone kann der Messvorgang von einem beliebig gewählten Ende 25 oder 26 des Messrohres 29 her durchgeführt werden. Anders als gezeigt könnte daher der Sender/Empfänger 65 auch am gasseitigen Gehäusedeckel 5 angeordnet sein, wobei der erweiterte, endseitige Bohrungsabschnitt 73 der Durchgangsöffnung 27 den Sitz für die Wegmesseinrichtung bilden könnte.

Patentansprüche

1. Hydropneumatischer Kolbenspeicher, mit einem Speichergehäuse (1), das eine Längsachse (11) definierendes Zylinderrohr (3) aufweist, das an beiden Enden durch jeweils einen Gehäusedeckel (5,

- 7) geschlossen ist und in dem ein Kolben (9) längsverfahrbar ist, der im Gehäuse einen Arbeitsraum (13) für ein kompressibles Medium, wie ein Arbeitsgas, von einem Arbeitsraum für ein inkompressibles Medium, wie Hydrauliköl, trennt, und mit einer die Position des Kolbens (9) im Gehäuse berührungslos ermittelnden Wegmesseinrichtung, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wegmesseinrichtung ein nichtmagnetisches Messrohr (29) aufweist, das sich durch eine im Kolben (9) gebildete Durchföhrung (31) entlang der Längsachse (11) von einem Gehäusedeckel (5) zum anderen Gehäusedeckel (7) hin erstreckt und gegen den Innenraum des Gehäuses (1) abgedichtet ist, dass im Rohr (29) ein Positionsgeber (57) verschiebbar geführt ist, der durch zwischen ihm und dem Kolben (9) wirkende Magnetkraft im Messrohr (29) den Kolbenbewegungen nachfolgt, und dass an einem der Gehäusedeckel (5, 7) ein Sender/Empfänger (65) der Wegmesseinrichtung angeordnet ist, der durch das betreffende offene Ende (25, 26) des Messrohres (29) hindurchtretende Messstrahlung zum Positionsgeber (57) aussendet und von diesem reflektierte Strahlung empfängt.
2. Kolbenspeicher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Erzeugung der die Folgebewegungen des Positionsgebers (57) im Messrohr (29) erzwingenden Magnetkraft eine Permanentmagneteinrichtung (55) am Kolben (9) vorgesehen ist.
 3. Kolbenspeicher nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Erzwingung der die Folgebewegungen des Positionsgebers (57) im Messrohr (29) erzwingenden Magnetkraft auch am Positionsgeber (57) eine Permanentmagneteinrichtung (71) vorgesehen ist.
 4. Kolbenspeicher nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Permanentmagneteinrichtung am Kolben (9) einen an der Durchföhrung (31) des Kolbens (9) festgelegten, das Messrohr (29) umgebenden Magnetring (55) aufweist.
 5. Kolbenspeicher nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Positionsgeber (57) zwei sich in einer Radialebene zur Längsachse (11) erstreckende kreisrunde Scheiben (58) aufweist, die durch ein koaxiales, radial nach innen versetztes Verbindungsteil (59; 71) derart miteinander verbunden sind, dass der axiale Abstand der ebenen Endflächen der Scheiben (58) der axialen Höhe des Magnetringes (55) am Kolben (9) entspricht.
 6. Kolbenspeicher nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Magnetring (55) mit dem Kolben (9) über einen aus nichtmagnetischem Werkstoff bestehenden Zwischenkörper (45) verbunden ist.
 7. Kolbenspeicher nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Messrohr (29) an einem Ende (25) mit einem Gehäusedeckel (5) fest verbunden ist und mit seinem anderen Ende (26) in einen am anderen Gehäusedeckel (7) befindlichen, nach außen föhrenden Durchgang (28) eingreift, in dem das offene Ende (26) des Rohres (29) gegen den Gehäuseinnenraum abgedichtet und ein Sitz (67) für die Wegmesseinrichtung gebildet ist.
 8. Kolbenspeicher nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sitz (67) des betreffenden Gehäusedeckels (7) den Sender/Empfänger (65) für Abgabe und Empfang einer durch das offene Ende (26) des Messrohres (29) hindurchtretenden optischen oder vorzugsweise akustischen Messstrahlung aufnimmt.
 9. Kolbenspeicher nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sitz (67) für die Wegmesseinrichtung an dem an den ölseitigen Arbeitsraum (15) angrenzenden Gehäusedeckel (7) vorgesehen ist.
 10. Kolbenspeicher nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Messrohr (29) an dem Gehäusedeckel (5), der dem den Sitz (67) der Wegmesseinrichtung aufweisenden Gehäusedeckel (7) gegenüberliegt, mit der Umgebung in Verbindung ist.



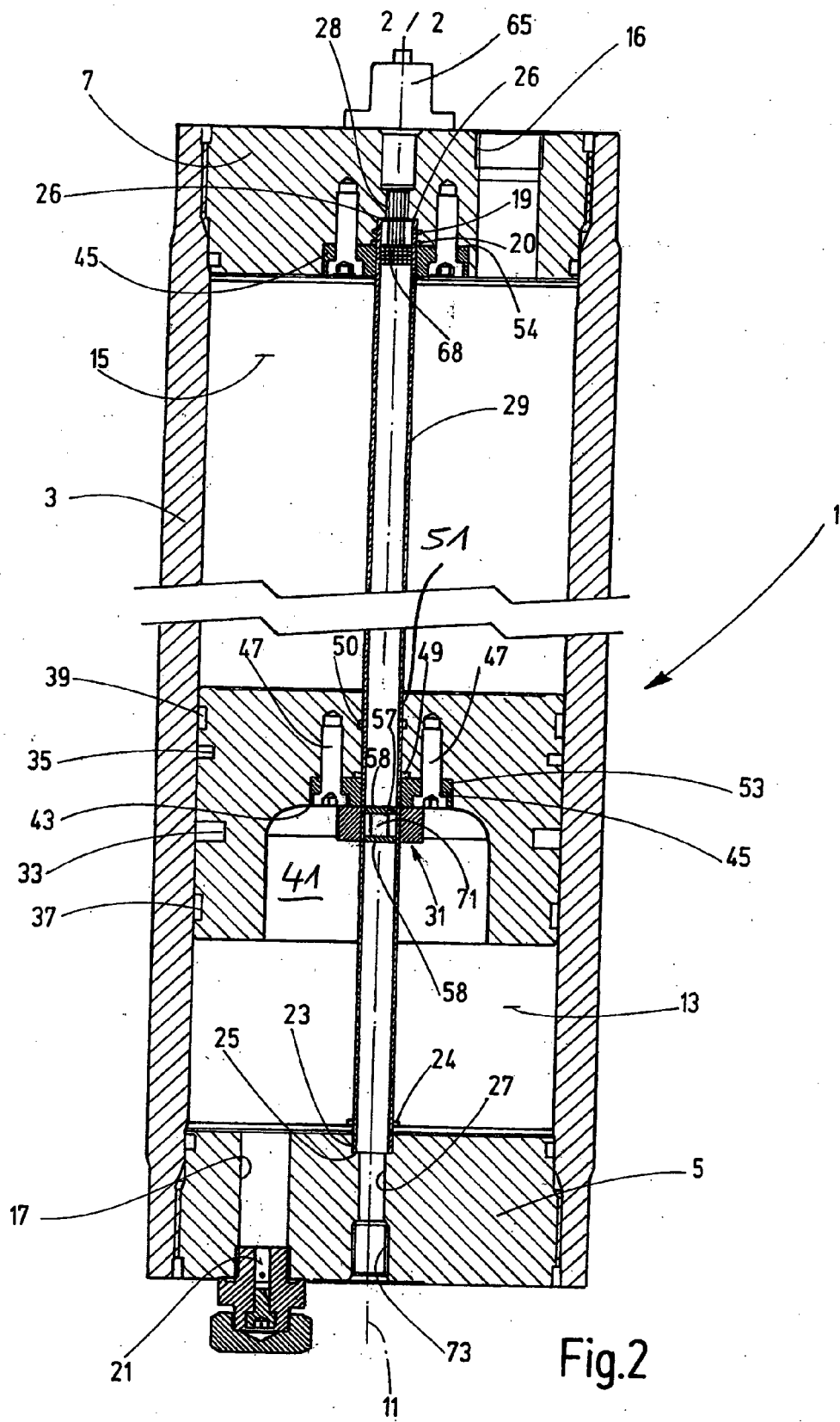


Fig.2

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 102013009614 A1 **[0004]**
- DE 10310427 A1 **[0004]**