

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

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
22. Dezember 2016 (22.12.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/203043 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F02B 75/04 (2006.01) *F16C 7/06* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/064179
- (22) Internationales Anmeldedatum:
20. Juni 2016 (20.06.2016)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
A 50510/2015 18. Juni 2015 (18.06.2015) AT
- (71) Anmelder: AVL LIST GMBH [AT/AT]; Hans-List-Platz
1, 8020 Graz (AT).
- (72) Erfinder: MELDE-TUCZAI, Helmut; Haufigasse 8/9,
8042 Graz (AT). REIK, Wolfgang; Sonnhalde 8, 77815
Buehl (DE). DREISBACH, Rolf; Thal-Eben Nr. 852,
8052 Graz (AT).
- (74) Anwalt: WALLINGER RICKER SCHLOTTER
TOSTMANN PATENT- UND RECHTSANWÄLTE
PARTNERSCHAFT MBB; Hahner, Ralph,
Zweibrückenstraße 5-7, 80331 München (DE).

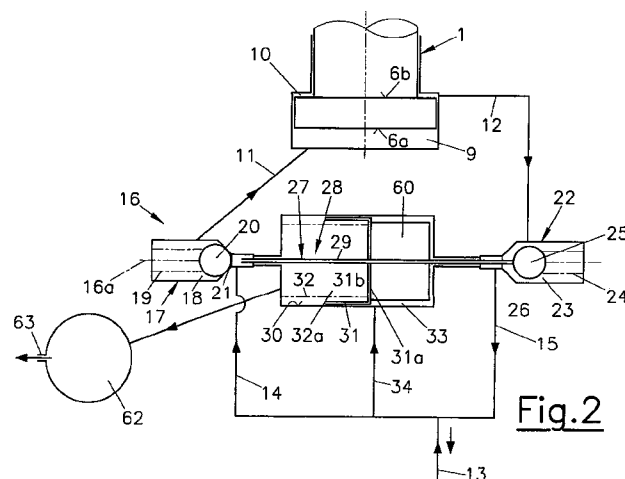
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: LENGTH-ADJUSTABLE CONNECTING ROD

(54) Bezeichnung : LÄNGENVERSTELLBARE PLEUELSTANGE



(57) Abstract: The invention relates to a length-adjustable connecting rod (1) for a reciprocating piston engine, comprising at least one first rod part (4) and a second rod part (5), the two rod parts (4, 5) being telescopically displaceable to and/or into one another by an actuating medium, wherein the displacement of the rod parts (4, 5) can be controlled by a hydraulic control device (16) which is connected to at least one high-pressure chamber (9, 10) between the two rod parts (4, 5) via at least one oil duct (11, 12), which comprises at least one mounted part that can be displaced in the direction of a displacement axis (16a). The displacement axis (16a) is arranged in an oscillating plane (e) of the connecting rod (1), preferably normal in relation to the longitudinal axis (1a) of the connecting rod (1). In order to expand the field of application, it is provided that at least one reciprocating part of the control device (16) comprises at least one buoyancy body (60, 61) or is at least partially designed as a buoyancy body (60, 61).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2016/203043 A1

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Die Erfindung betrifft eine längenverstellbare Pleuelstange (1) für eine Hubkolbenmaschine, mit zumindest einem ersten Stangenteil (4) und einem zweiten Stangenteil (5), welche beiden Stangenteile (4, 5) durch ein Betätigungsmedium teleskopartig zu- und/oder ineinander verschiebbar sind, wobei die Verschiebung der Stangenteile (4, 5) durch eine mit zumindest einem Hochdruckraum (9, 10) zwischen den beiden Stangenteilen (4, 5) über zumindest einen Ölkanal (11, 12) verbundene hydraulische Steuereinrichtung (16) steuerbar ist, welche zumindest einen in Richtung einer Verschiebeachse (16a) verschiebbar gelagerten Teil aufweist, wobei die Verschiebeachse (16a) in einer Schwingebene (ϵ) der Pleuelstange (1) - vorzugsweise normal zur Längsachse (1a) der Pleuelstange (1) - angeordnet ist. Um den Einsatzbereich zu erweitern ist vorgesehen, dass zumindest ein hin- und hergehender Teil der Steuereinrichtung (16) zumindest einen Auftriebskörper (60, 61) aufweist oder zumindest teilweise als Auftriebskörper (60, 61) ausgebildet ist.

Längenverstellbare Pleuelstange

Die Erfindung betrifft eine längenverstellbare Pleuelstange für eine Hubkolbenmaschine, mit zumindest einem ersten Stangenteil und einem zweiten Stangenteil, welche beiden Stangenteile durch ein Betätigungsmedium teleskopartig zu- und/oder ineinander verschiebbar sind, wobei die Verschiebung der Stangenteile durch eine hydraulische Steuereinrichtung steuerbar ist, welche zumindest einen in Richtung einer Verschiebeachse verschiebbar gelagerten Teil aufweist, wobei die Verschiebeachse in einer Schwingebene der Pleuelstange – vorzugsweise normal zur Längsachse der Pleuelstange – angeordnet ist.

Die AT 511.803 B1 beschreibt eine längenverschiebbare Pleuelstange für eine Brennkraftmaschine mit zwei teleskopartig ineinander verschiebbare Stangenteile, wobei zwischen dem ersten und den zweiten Stangenteil ein Hochdruckraum aufgespannt ist, in den ein Ölkanal einmündet, dessen Durchfluss über eine als Steuerschieber ausgebildete Steuereinrichtung gesteuert wird. Weiters ist aus der AT 514 071 B1 eine teleskopartig verstellbare Pleuelstange bekannt, wobei ein Stangenteil einen Führungszylinder und ein anderer Stangenteil der Pleuelstange ein im Führungszylinder längsverschiebbares Kolbenelement ausbilden, wobei zwischen dem Kolbenelement und dem Führungszylinder auf einer Seite des Kolbens ein erster Hochdruckraum und auf der anderen Seite des Kolbens ein zweiter Hochdruckraum aufgespannt werden, in welche Ölkanäle einmünden, deren Durchflüsse mittels eines gegen die Kraft einer Rückstellfeder verschiebbaren Steuerschiebers gesteuert werden. Sowohl bei der AT 511.803 B, als auch bei der AT 514.071 B ist der Steuerschieber im das große Pleuelauge ausbildenden Stangenteil der Pleuelstange nahe dem Kurbelzapfenlager angeordnet.

Während der Drehung der Kurbelwelle wirken Beschleunigungskräfte auf den Steuerschieber entgegen der Kraft der Rückstellfeder ein. Ab einer gewissen Drehzahl werden die auf den Steuerschieber einwirkenden Massenträgheitskräfte so groß, dass der Steuerschieber alleine durch die Beschleunigungskräfte entgegen der Rückstellkraft verschoben wird, wodurch es zu einem Abheben der Rückstellfeder bzw. des Steuerkolbens kommt. Dies führt zu einer Fehlfunktion der Steuereinrichtung. Daher können diese bekannten Steuereinrichtungen nur bis zu einer definierten Höchstdrehzahl eingesetzt werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, den Einsatzbereich zu erweitern und eine längenverstellbare Pleuelstange bereitzustellen, welche auch für höhere Drehzahlen geeignet ist.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass zumindest ein verschiebbar gelagerter Teil, insbesondere hin- und hergehender Teil, der Steuereinrichtung zumindest einen Auftriebskörper aufweist oder zumindest teilweise als Auftriebskörper ausgebildet ist.

Der im Öl schwimmende Auftriebskörper weist eine geringere Dichte auf, als das betätigende Öl, beispielsweise Motoröl. Er kann als Hohlkörper oder als geschlossenporiger Schaumkörper, beispielsweise aus Polystyrol, ausgebildet sein.

Durch den fest mit dem hin- und hergehenden Teil verbundenen oder integral mit diesem ausgebildeten Auftriebskörper wird die beschleunigte Masse reduziert, wobei das archimedische Prinzip, dass der statische Auftrieb eines Körpers in einem Medium genauso groß ist wie die Gewichtskraft des vom Körper verdrängten Mediums, zur Anwendung kommt.

Vorzugsweise ist zumindest ein hin- und hergehenden Teil der Steuereinrichtung durch einen in einem Zylinder verschiebbar gelagerten Steuerkolben oder Steuerschieber gebildet, dessen erste Stirnseite an einen mit Öl beaufschlagbaren Steuerraum und dessen zweite Stirnseite an einen eine Rückstellfeder aufweisenden Federraum grenzen. In einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist dabei vorgesehen, dass zumindest ein Auftriebskörper im Bereich der ersten Stirnseite und/oder im Bereich der zweiten Stirnseite des Steuerkolbens angeordnet ist.

Eine wesentliche Reduktion der beschleunigten Masse kann insbesondere dann erreicht werden, wenn sowohl im Bereich der ersten Stirnseite, als auch im Bereich der an den Federraum grenzenden zweiten Stirnseite je ein Auftriebskörper angeordnet ist. Dazu ist es notwendig, dass der Federraum mit dem Öl geflutet wird. Dies lässt sich mit besonders geringem Aufwand erreichen, wenn der Steuerkolben zwischen dem Steuerraum und dem Federraum eine definierte Leckage aufweist, wobei vorzugsweise der Federraum mit einem Speicherraum strömungsverbunden ist, welcher beispielsweise im selben Stangenteil der Pleuelstange wie die Steuereinrichtung angeordnet sein kann.

Wenn der Speicherraum über eine Drossel mit dem Kurbelgehäuse verbunden ist, lässt sich ein unbehinderter Ölrücklauf in den Kurbelgehäuseraum erreichen.

Somit ist der Federraum des Steuerkolbens bzw. Steuerschiebers ist somit stets mit dem Öl gefüllt, da durch die hin- und her Bewegungen des Steuerkolbens bzw. Steuerschiebers immer genügend Öl aus dem Speicherraum und/oder durch die Leckagen nachgesaugt werden kann. Die Drossel ermöglicht dabei eine Dämpfung der Bewegung des Steuerkolbens bzw. des

Steuerschiebers, wodurch dieser weniger empfindlich auf eventuell rücklaufende Druckwellen ist.

In einer besonders bevorzugten Ausführung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Steuereinrichtung ein erstes Ventil und ein zweites Ventil mit jeweils einem in einem Ventilraum angeordneten Ventilkörper aufweist, welcher durch eine Rückstellkraft gegen einen Ventilsitz gepresst wird, und zumindest ein hin- und hergehender Teil durch eine die Ventilkörper miteinander wirkverbindende und zwischen einer ersten Stellung und einer zweiten Stellung verschiebbare Verbindungsstange gebildet ist, wobei vorzugsweise die Verbindungsstange zumindest einen Auftriebskörper aufweist oder zumindest teilweise als Auftriebskörper ausgebildet ist. Dabei kann die Verbindungsstange beispielsweise hohl ausgeführt sein und somit selbst einen Auftriebskörper ausbilden. Alternativ oder zusätzlich dazu kann vorgesehen sein, dass zumindest ein Ventilkörper zumindest einen Auftriebskörper aufweist oder zumindest teilweise als Auftriebskörper ausgebildet ist.

All die genannten Maßnahmen tragen dazu bei, dass die Dichte des Gesamtsystems und die Massen, auf welche Querschleunigungen zu Folge der Kurbelwellenumdrehung wesentlich reduziert werden. Auf diese Weise lassen sich Motordrehzahlen weit über 7000 U/min realisieren, ohne dass die Funktion der Längenverstellbarkeit der Pleuelstange eingeschränkt wird.

Die Erfindung wird im Folgenden an Hand der nicht einschränkenden Figuren näher erläutert.
Es zeigen

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Pleuelstange in einem Längsschnitt in einer ersten Ausführungsvariante,

Fig. 2 die Steuereinrichtung dieser Pleuelstange in einer schematischen Darstellung,

Fig. 3 die Steuereinrichtung der Pleuelstange aus Fig. 1 in einer Detaildarstellung,

Fig. 4 eine Steuereinrichtung einer erfindungsgemäßen Pleuelstange in einer zweiten Ausführungsvariante.

Funktionsgleiche Teile sind in den Ausführungsbeispielen mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Fig. 1 zeigt eine zweigeteilte Pleuelstange 1 mit einem kleinen Pleuelauge 2 für ein nicht weiter dargestelltes Kolbenbolzenlager und einem großen Pleuelauge 3 für ein nicht weiter dargestelltes Kurbelzapfenlager einer Brennkraftmaschine. Die Drehsymmetrieachsen des kleinen bzw. großen Pleuelauges 2, 3 sind mit 2a bzw. 3a bezeichnet. Die Längsachse der Pleuelstange 1 ist mit 1a, eine auf die Drehsymmetrieachsen 2a und 3a des kleinen und großen Pleuelauges 2, 3 normal stehende und die Längsachse 1a der Pleuelstange 1 beinhaltende Längsmittlebene – die Schwingebene - der Pleuelstange 1 ist mit ϵ bezeichnet.

Die Pleuelstange 1 weist einen oberen ersten Stangenteil 4 mit dem kleinen Pleuelauge 2 und einen unteren zweiten Stangenteil 5 mit dem großen Pleuelauge 3 auf. Der erste Stangenteil 4 ist gegenüber dem zweiten Stangenteil 5 zwischen einer ausgezogenen Lage und einer in Fig. 1 dargestellten eingeschobenen Lage um einen Verstellbereich ΔL in Richtung der Längsachse 1a der Pleuelstange 1 verstellbar. Im oberen ersten Stangenteil 4 ist ein im Wesentlichen zylindrisches Kolbenelement 6 beispielsweise mit einer durch eine Innensechskantschraube gebildeten Befestigungsschraube 7 befestigt.

Das Kolbenelement 6 ist in einem Führungszyylinder 8 des unteren zweiten Stangenteils 5 der Pleuelstange 1 axial verschiebbar geführt, wobei zwischen einer dem großen Pleuelauge 3 zugewandten ersten Stirnfläche 6a des Kolbenelementes 6 und dem zweiten Stangenteil 5 in zumindest einer Lage der beiden Stangenteile 4, 5 ein erster Hochdruckraum 9 aufgespannt wird. Das als Stufenkolben ausgebildete Kolbenelement 6 weist eine dem kleinen Pleuelauge 2 zugewandte zweite Stirnfläche 6b auf, welche an einen zweiten Hochdruckraum 10 grenzt, dessen zylindrische Mantelfläche vom Führungszyylinder 8 des zweiten Stangenteils 5 gebildet wird. Unter einem Stufenkolben wird im Allgemeinen ein Kolben - im vorliegenden Fall ein "zweiseitig wirkender Kolben" - mit unterschiedlich großen Wirkflächen verstanden, wobei eine der Wirkflächen (hier: die gegen den zweiten Hochdruckraum 10 orientierte Wirkfläche) als Ringfläche und die andere Wirkfläche als Kreisfläche ausgebildet ist. Durch die unterschiedlichen Wirkflächen lassen sich die hier beschriebenen Druckverhältnisse realisieren.

Die ringförmigen ersten und zweiten Stirnflächen 6a, 6b bilden Druckangriffsflächen für ein in die Hochdruckräume 9, 10 geleitetes und unter Druck stehendes Betätigungsmedium, beispielsweise Motoröl.

In den ersten Hochdruckraum 9 mündet ein erster Ölkanal 11 und in den zweiten Hochdruckraum 10 ein zweiter Ölkanal 12 ein.

Die Ölversorgung des ersten und zweiten Ölkanals 11, 12 erfolgt über den Ölversorgungskanal 13, welcher vom Pleuellager 3b des großen Pleuelauges 3 ausgeht und somit mit dem nicht weiter dargestellten Kurbelzapfenlager strömungsverbunden ist, sowie mit dem Ölversorgungskanal 13 verbundene Verbindungskanäle 14, 15.

- 5 Zur Steuerung der Drücke in den ersten und zweiten Hochdruckräumen 9, 10 ist eine Steuereinrichtung 16 in der Pleuelstange 1, und zwar im unteren zweiten Stangenteil 5, vorgesehen, welche im Strömungsweg zwischen dem ersten Verbindungskanal 14 und dem ersten Ölkanal 11 ein erstes Ventil 17 mit einem ersten Ventilraum 18 aufweist, in welchem ein durch eine erste Ventildfeder 19 vorgespannter erster Ventilkörper 20 gegen einen ersten
- 10 Ventilsitz 21 gedrückt wird. In den ersten Ventilraum 18 mündet der erste Ölkanal 11 ein. Weiters weist die Steuereinrichtung 16 ein zweites Ventil 22 mit einem zweiten Ventilraum 23 auf, in welchem ein durch eine zweite Ventildfeder 24 vorgespannter zweiter Ventilkörper 25 gegen einen zweiten Ventilsitz 26 gedrückt wird, wobei der zweite Ölkanal 12 in den zweiten Ventilraum 23 einmündet. Weiters weist die Steuereinrichtung 16 eine Verbindungseinrichtung
- 15 27 zwischen dem ersten Ventil 17 und dem zweiten Ventil 22 mit zumindest einem Verbindungselement 28 auf, welches in den Ausführungsbeispielen durch eine normal zur Längsachse 1a, insbesondere in der Schwingebene ε der Pleuelstange 1 angeordnete Verbindungsstange 29 gebildet ist. Das Verbindungselement 28 ist fest mit einem in einem Steuerzylinder 30 verschiebbaren Steuerkolben 31 verbunden. Der durch eine Rückstellfeder
- 20 32 federbelastete Steuerkolben 31 grenzt an einen Stellraum 33, in den eine mit dem Ölversorgungskanal 13 bzw. dem Verbindungskanal 15 verbundene Steuerleitung 34 einmündet. Die Ventilkörper 20 bzw. 25 und die Verbindungseinrichtung 27 sind getrennte Bauteile. Dadurch ist die Verbindungseinrichtung 27 in der in Fig. 2 gezeigten Verschiebestellung vom ersten Ventilkörper 20 beabstandet.
- 25 Die ersten und zweiten Ventilkörper 20, 25 der ersten und zweiten Ventile 17, 23 werden bevorzugt durch Kugeln gebildet.

Durch die Ventilkörper 20, 25 der ersten und zweiten Ventile 17, 23 werden die Strömungsverbindungen zwischen dem ersten Zuführkanal 14 und dem ersten Ölkanal 11 bzw. zwischen dem zweiten Zuführkanal 15 und dem zweiten Ölkanal 12 geöffnet oder

30 verschlossen. Der beispielsweise aus Kunststoff bestehende Steuerkolben 31 wird vom Öldruck der Brennkraftmaschine betätigt.

Wenn der Öldruck – beispielsweise bei Leichtlast - unter einem definierten Ansprechdruck (von zum Beispiel 0,8 bar) gehalten wird, bleibt der Steuerkolben 31 in seiner in Fig. 2 dargestellten Stellung stehen, weil die Federkraft der Rückstellfeder 32 größer ist, als die Kraft auf die Stirnfläche des Steuerkolbens 31 zu Folge des Öldruckes in der Steuerleitung 34. In diesem Fall hält die Verbindungsstange 29, die mit dem Steuerkolben 31 fest – beispielsweise durch einen Presssitz - verbunden ist, den Ventilkörper 25 für die Verbindung zum zweiten Hochdruckraum 10 über den zweiten Ölkanal 12 geöffnet, während der erste Ventilkörper 20 des ersten Ventils 17 für die Verbindung zum ersten Hochdruckraum 9 durch die erste Ventilfeeder 19 geschlossen bleibt.

Während der Hubbewegung wirkt im Bereich des oberen Totpunktes des nicht weiter dargestellten Kolbens eine Massenkraft auf die Pleuelstange 1, welche den ersten Stangenteil samt Kolben 6 – in Fig. 1, 2 betrachtet - und damit das kleine Auge nach oben zieht. Dabei wird Öl über das eigentlich geschlossene erste Ventil 17 angesaugt, indem der erste Ventilkörper 20 durch die im ersten Hochdruckraum 9 entstehende Sogwirkung entgegen der Rückstellkraft der ersten Ventilfeeder 19 angehoben wird; der untere erste Hochdruckraum 9 füllt sich dabei über den ersten Ölkanal 11 mit Öl, während Öl aus dem oberen zweiten Hochdruckraum 10 in den zweiten Ölkanal 12 gepresst wird. Die Pleuelstange 1 wird dadurch länger. Der Ölfluss in den Ölkanälen 11, 12 ist durch Pfeile in Fig. 2 dargestellt.

Wenn der Öldruck bei höherer Motorlast auf ein höheren Level steigt, wird die Rückstellfeder 32 des Steuerkolbens 31 komprimiert, wobei sich der Steuerkolben 31 bis zu einem linken Anschlag des Steuerzylinders 30 bewegt.

In dieser Stellung drückt die Verbindungsstange 29 den ersten Ventilkörper 20 des ersten Ventils 17 auf, welches den unteren ersten Hochdruckraum 9 mit dem Ölversorgungskanal 13 verbindet. Dadurch kann das Öl aus dem ersten Hochdruckraum 9 in den Ölversorgungskanal 13 und somit weiter ins Ölversorgungssystem zurückfließen. Da die Verbindungsstange 29 vom zweiten Ventilkörper 25 abgehoben ist und somit der zweite Ventilkörper 25 durch die Rückstellkraft der zweiten Ventilfeeder 24 auf den zweiten Ventilsitz 26 gepresst ist, ist das zweite Ventil 22 geschlossen; bei jeder Zündung wird der Kolben 6 heruntergedrückt und Öl in den zweiten Hochdruckraum 10 durch die Sogwirkung im zweiten Hochdruckraum 10 über das eigentlich geschlossene zweite Ventil 22 durch den entgegen der Kraft der zweiten Ventilfeeder 24 abhebenden zweiten Ventilkörper 25 angesaugt bis der zweite Hochdruckraum 10 mit Öl gefüllt ist.

Wenn der Öldruck im Ölsystem wieder gesenkt wird, expandiert die Rückstellfeder 32 des Steuerkolbens 21 (Fig. 2) und der Steuerkolben 31 rückt – in Fig. 2 betrachtet – nach rechts, wobei das zweite Ventil 22 für den zweiten Hochdruckraum 10 geöffnet und das erste Ventil 17 für den ersten Hochdruckraum 9 wieder geschlossen wird. Der erste Hochdruckraum 9 pumpt
5 sich wieder in der beschriebenen Weise durch die auf den zweiten Stangenteil und das Kolbenelement 6 im oberen Totpunkt des Kolbens wirkenden Massenkräfte auf und die Pleuelstange 1 wird wieder länger.

Die Steuereinrichtung 16 weist eine Anzahl an in Richtung der Verschiebeachse 16a der Steuereinrichtung 16 hin- und hergehende Teile, wie Steuerkolben 31, Verbindungsstange 29
10 und Ventilkörper 20, 25 auf. Die Verschiebeachse 16a der Steuereinrichtung ist in der Schwingebene ε und etwa normal auf die Längsachse 1a der Pleuelstange 1 angeordnet.

Während der Drehung der Kurbelwelle wirken Beschleunigungskräfte auf hin- und hergehenden Teile der Steuereinrichtung 16, insbesondere auf den Steuerkolben 31 entgegen der Kraft der Rückstellfeder 32 ein. Ab einer gewissen Drehzahl werden die auf den Steuerkolben 31
15 einwirkenden Massenträgheitskräfte so groß, dass schließlich die Kraft der Rückstellfeder 32 überschritten wird und der Steuerkolben 31 alleine durch die Beschleunigungskräfte entgegen der Rückstellkraft verschoben werden würde, was zu einer Fehlfunktion der Steuereinrichtung 16 führen und damit den Drehzahlbereich für die Verstellung der Pleuelstange 1 einschränken würde.

Um dies zu vermeiden, weist zumindest ein hin- und hergehender Teil der Steuereinrichtung 16
20 zumindest einen Auftriebskörper 60 auf oder ist zumindest teilweise als Auftriebskörper ausgebildet. Der Auftriebskörper 60 kann als Hohlkörper oder als geschlossenporiger Schaumkörper ausgebildet sein.

Wie in Fig. 2 und 3 gezeigt ist, kann zumindest ein Auftriebskörper 60, im Bereich der ersten
25 Stirnseite 31a angeordnet sein. Weiters kann auch im Bereich der zweiten Stirnseite 31b des Steuerkolbens 31 ein Auftriebskörper 61 angeordnet sein. Damit der Auftriebskörper 61 im Öl schwimmt, sind zwischen dem Steuerraum 33 und dem Federraum 32a definierte Leckagen vorgesehen.

Weiters können die Verbindungsstange 29 und/oder die Ventilkörper 20, 25 als Auftriebskörper,
30 beispielsweise als Hohlkörper, ausgeführt sein.

Wie aus Fig. 2 und 3 ersichtlich ist, ist der Federraum 32a mit einem Speicherraum 62 verbunden, welcher über eine Drossel 63 mit dem Kurbelraum des nicht weiter dargestellten Kurbelgehäuse verbunden ist. Dies ermöglicht einen Ölrücklauf in den Kurbelgehäuse. Somit ist der Federraum 32a des Steuerkolbens 31 stets mit Öl gefüllt, da durch die hin- und her gehenden Bewegungen des Steuerkolbens 31 immer genügend Öl aus dem Speicherraum 32 und/oder durch die Leckagen nachgesaugt werden kann. Die Drossel 63 ermöglicht dabei eine Dämpfung der Bewegung des Steuerkolbens 16, wodurch ein Öffnen des ersten Ventils 17 und somit des ersten Hochdruckraumes 9 durch eine Auslenkung des Steuerkolbens 16 und der Verschiebestange 29 zu Folge von aus dem zweiten Hochdruckraum 10 rücklaufenden Druckwellen vermieden werden kann.

Fig. 4 zeigt eine Ausführung, bei der die Steuereinrichtung 16 an Stelle der beiden Ventile 17, 23 einen als Steuerschieber ausgebildeten Steuerkolben 31 aufweist, welcher in einem Steuerzylinder 30 entlang der Verschiebeachse 16a verschiebbar angeordnet ist. Der Steuerzylinder 30 ist in eine Stufenbohrung 65 des zweiten Stangenteils 5 der Pleuelstange 1 im Bereich des großen Pleuelauges 3 in der Schwingenebene ε und normal auf die Längsachse 1a der Pleuelstange 1 eingesetzt und über Dichtringe 66 abgedichtet. Der Steuerkolben 31 ist entgegen der Kraft der im Federraum 32a des Steuerzylinders 30 angeordneten Rückstellfeder 32 durch den im Steuerraum 33 anliegenden Öldruck auslenkbar. Der Steuerraum 33 ist über eine Steuerleitung 34 mit dem Ölversorgungs kanal 13 verbunden. Über den Steuerkolben 31 wird zumindest eine zum ersten Hochdruckraum 9 führende Bohrung 11a des ersten Ölkanales 11 aufgesteuert. Der Steuerkolben 31 ist in Fig. 4 in zwei Stellungen dargestellt, wobei in der oberen Darstellung des Steuerkolbens 31 die Bohrung 11a zugesteuert und in der unteren Darstellung des Steuerkolbens 31 aufgesteuert ist.

Der Steuerkolben 31 hat im Steuerzylinder 30 ein geringes Spiel vom beispielsweise 4 μm , wodurch auf verschleißintensive Dichtungen zwischen beweglichen Teilen verzichtet werden kann.

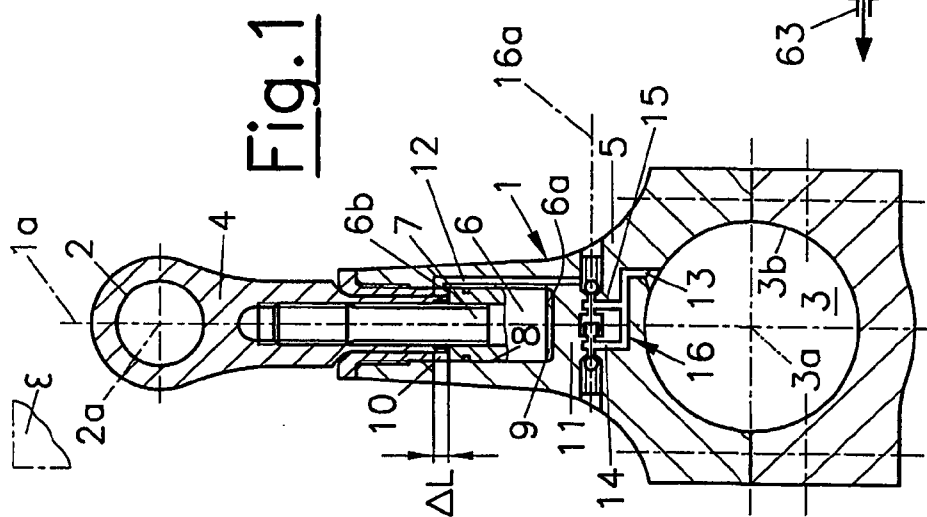
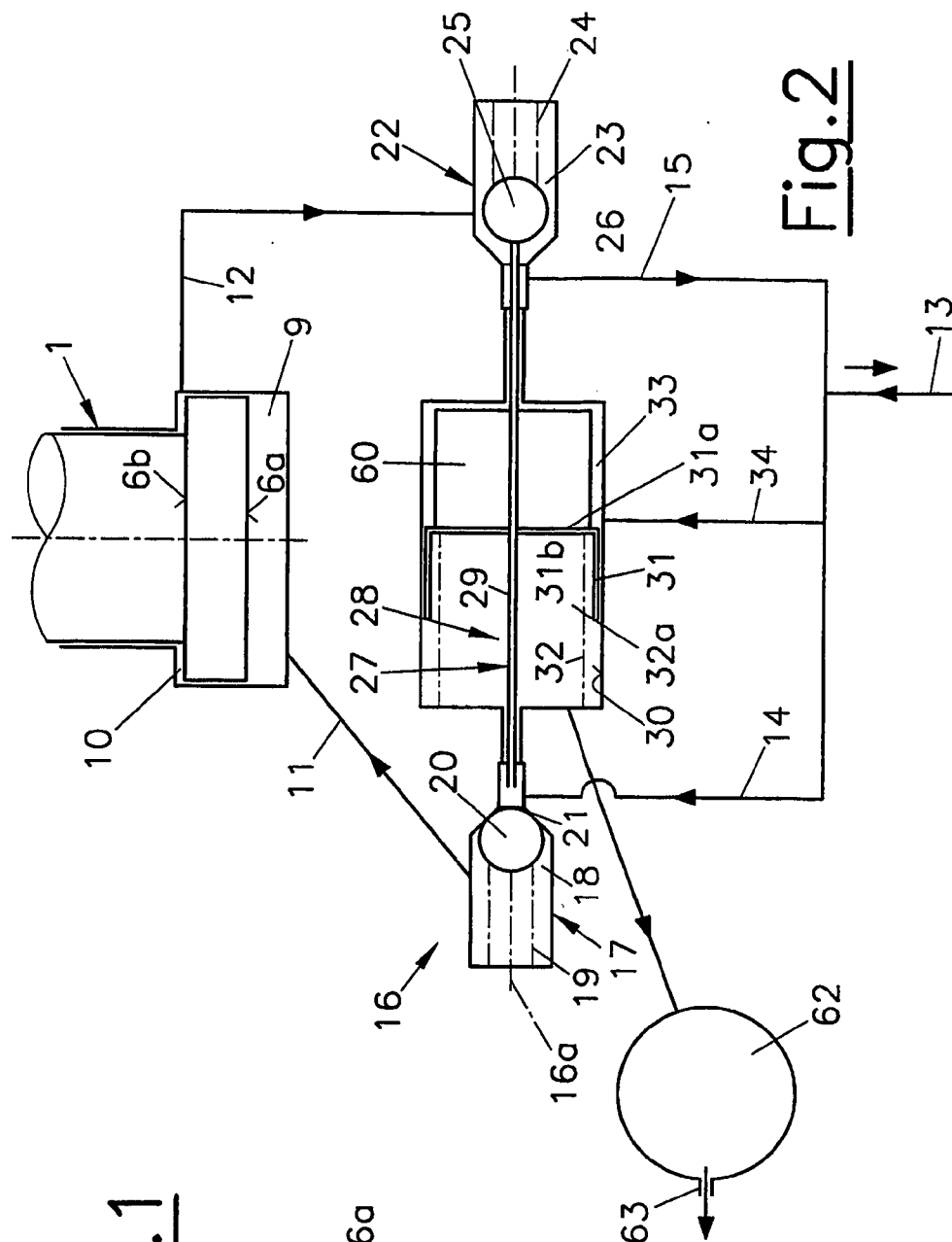
Wie bereits bei dem an Hand der Fig. 2 und 3 beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel weist auch bei dem in Fig. 4 dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel der Steuerkolben 31 Auftriebskörper 60, 61 auf, welche mit dem Steuerkolben 31 fest verbunden sind. Dabei ist ein an den Steuerraum 33 grenzender erster Auftriebskörper 60 im Bereich der ersten Stirnseite 31a und ein an den Federraum 32a grenzender zweiter Auftriebskörper 61 im Bereich der zweiten Stirnseite 31b des Steuerkolbens 31 angeordnet. Der Federraum 32a ist mit einem Speicherraum 62 strömungsverbunden, der wiederum über eine Drossel 63 mit dem nicht

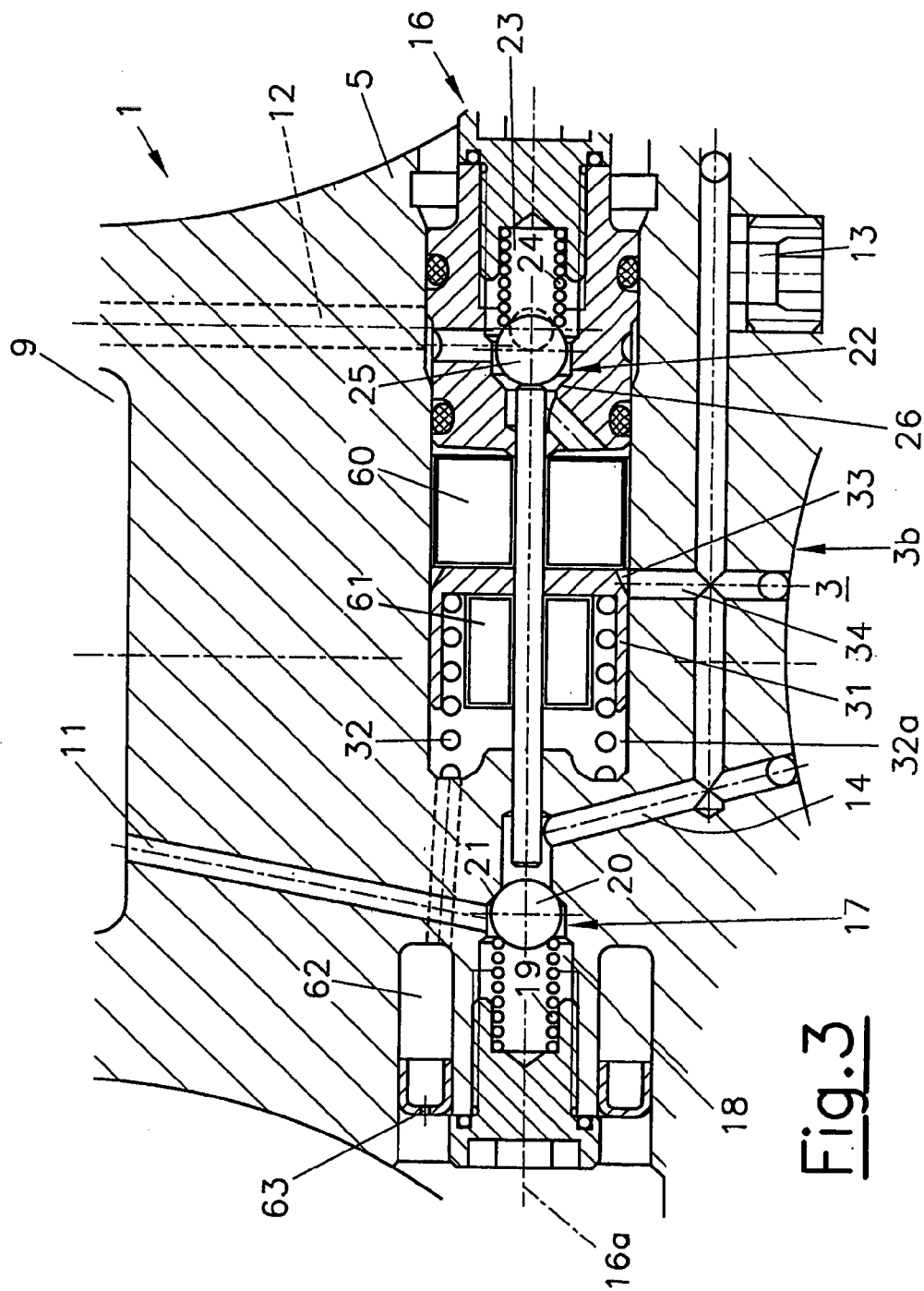
- weiter dargestellten Kurbelraum der Hubkolbenmaschine verbunden ist. Durch das geringe Spiel zwischen Steuerkolben 31 und Steuerzylinder 30 treten geringe – beabsichtigte - Leckagen zwischen dem Steuerraum 33 und dem Federraum 32a auf, wodurch die Auftriebskörper 60, 61 stets von Öl weitgehend umgeben sind und schwimmen. Dadurch kommt
- 5 das bekannte archimedische Prinzip, dass der statische Auftrieb eines Körpers in einem Medium genauso groß ist wie die Gewichtskraft des vom Körper verdrängten Mediums, zur Anwendung. Die Querschleunigungskraft, die ein Abheben des Steuerkolbens 31 bzw. der Rückstellfeder 32 bewirken würde, wird somit wesentlich reduziert, sodass Fehlfunktionen der Steuereinrichtung 16 vermieden werden können.
- 10 Alle beschriebenen Ausführungsbeispiele ermöglichen durch den Einsatz der Auftriebskörper 60, 61 die Dichte des Gesamtsystems und die Massen, auf welche Querschleunigungen zu Folge der Kurbelwellenumdrehung wirken, wesentlich zu reduzieren. Somit lassen sich Motordrehzahlen weit über 7000 U/min realisieren, ohne dass die Funktion der längenverstellbaren Pleuelstange 1 eingeschränkt werden muss.

PATENTANSPRÜCHE

1. Längenverstellbare Pleuelstange (1) für eine Hubkolbenmaschine, mit zumindest einem ersten Stangenteil (4) und einem zweiten Stangenteil (5), welche beiden Stangenteile (4, 5) durch ein Betätigungsmedium, insbesondere teleskopartig, zu- und/oder ineinander verschiebbar sind, wobei die Verschiebung der Stangenteile (4, 5) durch eine hydraulische Steuereinrichtung (16) steuerbar ist, welche zumindest einen in Richtung einer Verschiebeachse (16a) verschiebbar gelagerten Teil aufweist, wobei die Verschiebeachse (16a) in einer Schwingebene (ϵ) der Pleuelstange (1) –vorzugsweise normal zur Längsachse (1a) der Pleuelstange (1) – angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest der verschiebbar gelagerte Teil, insbesondere ein hin- und hergehender Teil, der Steuereinrichtung (16) zumindest einen Auftriebskörper (60, 61) aufweist oder zumindest teilweise als Auftriebskörper (60, 61) ausgebildet ist.
2. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach Anspruch 1, wobei die hydraulische Steuereinrichtung (16) mit zumindest einem Hochdruckraum (9, 10) zwischen den beiden Stangenteilen (4, 5) über zumindest einen Hydraulikkanal, insbesondere Ölkanal (11, 12), verbunden ist.
3. Pleuelstange (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Auftriebskörper (60, 61) eine geringere Dichte aufweist als das Betätigungsmedium, vorzugsweise Motoröl.
4. Pleuelstange (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Auftriebskörper (60, 61) als Hohlkörper ausgebildet ist.
5. Pleuelstange (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Auftriebskörper (60, 61) als geschlossenporiger Schaumkörper, vorzugsweise aus Polystyrol, ausgebildet ist.
6. Pleuelstange (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Auftriebskörper (60, 61) fest mit dem hin- und hergehenden Teil verbunden oder integral mit diesem ausgebildet ist.

7. Pleuelstange (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der verschiebbar gelagerte Teil, insbesondere ein hin- und hergehender Teil, der Steuereinrichtung durch einen in einem Steuerzylinder (30) verschiebbar gelagerten Steuerkolben (31) gebildet ist, dessen erste Stirnseite (31a) an einen mit dem Betätigungsmedium beaufschlagbaren Steuerraum (33) und dessen zweite Stirnseite (31b) an einen eine Rückstellfeder (32) aufweisenden Federraum (32a) grenzen, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Auftriebskörper (60, 61) im Bereich der ersten Stirnseite (31a) und/oder im Bereich der zweiten Stirnseite (31b) des Steuerkolbens (31) angeordnet ist, wobei der Steuerkolben (31) vorzugsweise zwischen dem Steuerraum (33) und dem Federraum (32a) definierte Leckagen aufweist.
8. Pleuelstange (1) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Federraum (32a) mit einem Speicherraum (62) strömungsverbunden ist, wobei der Speicherraum (62) vorzugsweise im selben Stangenteil (4) der Pleuelstange (1) wie die Steuereinrichtung (16) angeordnet ist.
9. Pleuelstange (1) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Speicherraum (62) über eine Drossel (63) mit einem Kurbelraum verbunden ist.
10. Pleuelstange (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (16) ein erstes Ventil (17) und ein zweites Ventil (22) mit jeweils einem in einem Ventilraum (18; 23) angeordneten Ventilkörper (20; 25) aufweist, welcher durch eine Rückstellkraft gegen einen Ventilsitz (21; 26) gepresst wird, und zumindest ein hin- und hergehender Teil durch eine die Ventilkörper (20; 25) miteinander wirkverbindende und zwischen einer ersten Stellung und einer zweiten Stellung verschiebbare Verbindungsstange (29) gebildet ist, wobei vorzugsweise die Verbindungsstange (29) zumindest einen Auftriebskörper aufweist oder zumindest teilweise als Auftriebskörper ausgebildet ist.
11. Pleuelstange (1) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Ventilkörper (20, 25) zumindest einen Auftriebskörper aufweist oder zumindest teilweise als Auftriebskörper ausgebildet ist.





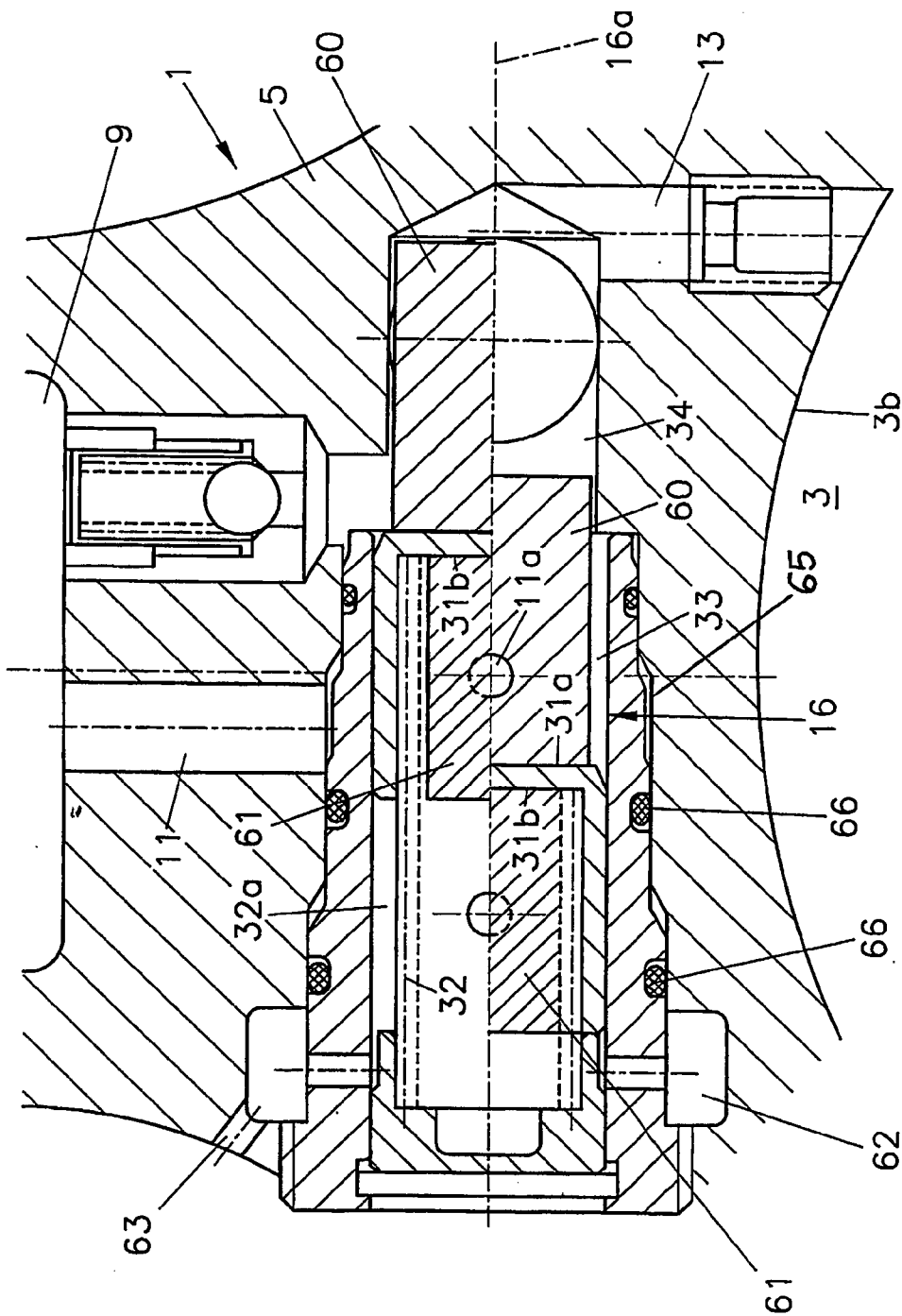


Fig.4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/064179

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. F02B75/04 F16C7/06
 ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 F02B F16C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2012 112461 A1 (PORSCHE AG [DE]) 18 June 2014 (2014-06-18) abstract; figures -----	1-11
A	US 2015/152794 A1 (PAUL MICHAEL [DE]) 4 June 2015 (2015-06-04) abstract; figures -----	1-11
A	DE 10 2013 206513 A1 (PORSCHE AG [DE]; FEV GMBH [DE]) 16 October 2014 (2014-10-16) abstract; figures -----	1-11
A	DE 10 2010 061363 A1 (PORSCHE AG [DE]) 21 June 2012 (2012-06-21) abstract; figures -----	1-11
A	US 4 193 145 A (GROSS GARY [US] ET AL) 18 March 1980 (1980-03-18) the whole document -----	1-11



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 October 2016

Date of mailing of the international search report

18/11/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Paulson, Bo

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/064179

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102012112461 A1	18-06-2014	NONE	
US 2015152794 A1	04-06-2015	CN 104696069 A	10-06-2015
		DE 102013113432 A1	11-06-2015
		US 2015152794 A1	04-06-2015
DE 102013206513 A1	16-10-2014	CN 105339628 A	17-02-2016
		DE 102013206513 A1	16-10-2014
		US 2016169099 A1	16-06-2016
		WO 2014166636 A1	16-10-2014
DE 102010061363 A1	21-06-2012	NONE	
US 4193145 A	18-03-1980	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F02B75/04 F16C7/06
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F02B F16C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2012 112461 A1 (PORSCHE AG [DE]) 18. Juni 2014 (2014-06-18) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1-11
A	US 2015/152794 A1 (PAUL MICHAEL [DE]) 4. Juni 2015 (2015-06-04) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1-11
A	DE 10 2013 206513 A1 (PORSCHE AG [DE]; FEV GMBH [DE]) 16. Oktober 2014 (2014-10-16) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1-11
A	DE 10 2010 061363 A1 (PORSCHE AG [DE]) 21. Juni 2012 (2012-06-21) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1-11
A	US 4 193 145 A (GROSS GARY [US] ET AL) 18. März 1980 (1980-03-18) das ganze Dokument -----	1-11



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Oktober 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18/11/2016

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Paulson, Bo

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/064179

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102012112461 A1	18-06-2014	KEINE	
US 2015152794 A1	04-06-2015	CN 104696069 A	10-06-2015
		DE 102013113432 A1	11-06-2015
		US 2015152794 A1	04-06-2015
DE 102013206513 A1	16-10-2014	CN 105339628 A	17-02-2016
		DE 102013206513 A1	16-10-2014
		US 2016169099 A1	16-06-2016
		WO 2014166636 A1	16-10-2014
DE 102010061363 A1	21-06-2012	KEINE	
US 4193145 A	18-03-1980	KEINE	