

(12)

Patentschrift

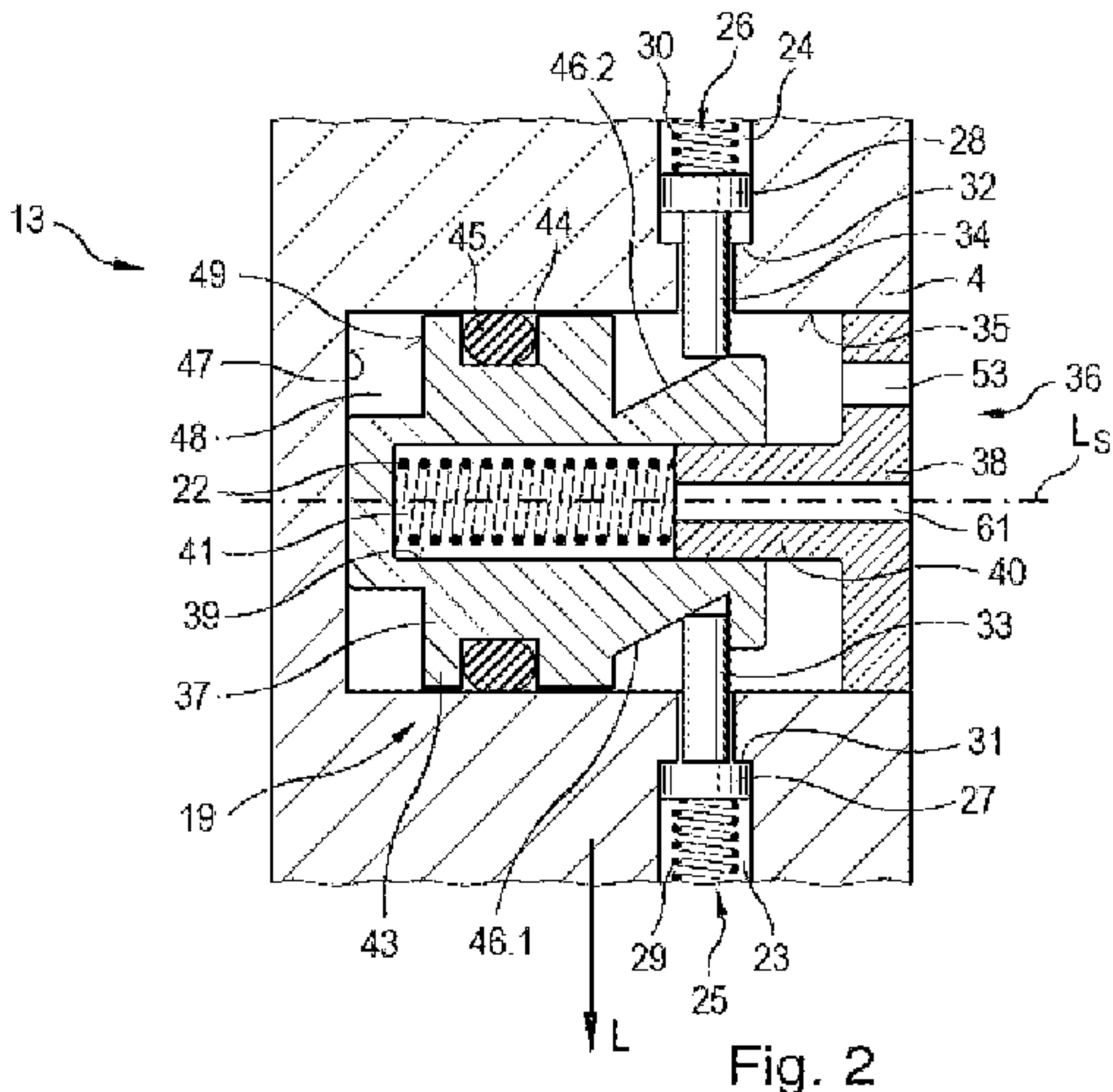
(21)	Anmeldenummer:	A 51070/2018	(51)	Int. Cl.:	F16C 7/06	(2006.01)
(22)	Anmeldetag:	03.12.2018			F02B 75/04	(2006.01)
(45)	Veröffentlicht am:	15.02.2021			F16K 11/16	(2006.01)
					F16K 31/122	(2006.01)
					F16K 31/524	(2006.01)
					F15B 13/02	(2006.01)

(56)	Entgegenhaltungen:	(73)	Patentinhaber:
	WO 2016203047 A1		AVL List GmbH
	AU 6317980 A		8020 Graz (AT)
	DE 102017104391 A1		iwis motorsysteme GmbH & Co. KG
	DE 102016207505 A1		81369 München (DE)
	DE 102015223129 A1	(72)	Erfinder:
	DE 102017107719 A1		Heller Malte
	DE 102013111616 A1		81243 München (DE)
	DE 975982 C		Arens Kai Dr.
	WO 2017207617 A1		81377 München (DE)
			Riba Zóltan
			82140 Olching (DE)
			Bodensteiner Martin
			80336 München (DE)
			Latz Steffen
			81669 München (DE)
		(74)	Vertreter:
			Kopetz Heinrich Dipl.Ing.
			8020 Graz (AT)

(54) Längenverstellbare Pleuelstange mit zweiteiligem Steuerschieber

(57) Die Erfindung betrifft eine längenverstellbare Pleuelstange (1) mit hydraulischer Steuereinrichtung (13) zum Bewirken einer Wirklängenveränderung der Pleuelstange (1), wobei die hydraulische Steuereinrichtung (13) ein hydraulisches Steuerventil mit einem mit Druck beaufschlagbaren Steuerschieber (36) und zwei vom Steuerschieber (36) betätigbare Ablassventile (25, 26) umfasst, wobei der Steuerschieber (36) zwei relativ zueinander verschiebbare Teile (37, 38) umfasst und über eine Verschiebung der beiden Teile (37, 38) relativ zueinander eine Betätigung der Ablassventile (25, 26) bewirkbar ist, wobei das erste Teil (37) einen Steuerkolben (43) und Betätigungskonturen (46.1, 46.2) für die beiden Ablassventile (25, 26) aufweist und das erste Teil (37) gegenüber dem zweiten Teil (38) verschiebbar und das erste Teil (37) zumindest teilweise mittels des zweiten Teils (38) führbar ist und zwischen dem ersten Teil (37) und dem zweiten Teil (38) eine Rückstellfeder (22) angeordnet ist. Erfindungsgemäß weist das erste Teil (37) eine

Bohrung (39) auf, die auf einem Vorsprung (40) des zweiten Teils (38) geführt ist, sodass im Bereich der Führung zwischen dem ersten Teil (37) und dem zweiten Teil (38) eine Kammer (41) ausgebildet ist, in der die Rückstellfeder (22) angeordnet ist.



Beschreibung

LÄNGENVERSTELLBARE PLEUELSTANGE MIT ZWEIFTEILIGEM STEUERSCHIEBER

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine längenverstellbare Pleuelstange mit einer hydraulischen Steuereinrichtung zum Bewirken einer Wirklängenveränderung der Pleuelstange, wobei die hydraulische Steuereinrichtung ein hydraulisches Steuerventil mit einem mit Druck beaufschlagbaren Steuerschieber und zwei vom Steuerschieber betätigbare Ablassventile umfasst, wobei der Steuerschieber zwei relativ zueinander verschiebbare Teile aufweist und über eine Verschiebung der beiden Teile relativ zueinander eine Betätigung der Ablassventile bewirkbar ist, wobei das erste Teil einen Steuerkolben und Betätigungskonturen für die beiden Ablassventile aufweist und das erste Teil zumindest teilweise mittels des zweiten Teils führbar ist und zwischen dem ersten Teil und dem zweiten Teil eine Rückstellfeder angeordnet ist.

[0002] Bei Verbrennungsmotoren mit Hubkolben gibt es Bestrebungen, das Verdichtungsverhältnis während des Betriebs zu verändern und auf den jeweiligen Betriebszustand des Motors anzupassen, um den thermischen Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors zu verbessern. Der thermische Wirkungsgrad η von Ottomotoren ist abhängig vom Verdichtungsverhältnis ε , d. h. dem Verhältnis vom Gesamtvolumen vor der Verdichtung zum Kompressionsvolumen ($\varepsilon = (\text{Hubvolumen } V_h + \text{Kompressionsvolumen } V_c) / \text{Kompressionsvolumen } V_c$). Mit steigendem Verdichtungsverhältnis nimmt der thermische Wirkungsgrad zu. Die Zunahme des thermischen Wirkungsgrades über das Verdichtungsverhältnis ist degressiv, allerdings im Bereich heute üblicher Werte für das Verdichtungsverhältnis ($\varepsilon=10\ldots14$) noch relativ stark ausgeprägt.

[0003] In der Praxis kann das Verdichtungsverhältnis nicht beliebig gesteigert werden. Beispielsweise führt ein zu hohes Verdichtungsverhältnis bei Ottomotoren zum Klopfen. Hierbei entzündet sich das Gemisch durch die Druck- und Temperaturerhöhung bei der Verdichtung und nicht durch den Zündfunken. Diese frühzeitige Verbrennung führt nicht nur zu unruhigem Lauf, sondern kann Bauteilschäden verursachen.

[0004] Das Verdichtungsverhältnis, ab dem Klopfen eintritt, ist u. a. vom Betriebspunkt (n , T , Drosselklappenstellung) des Motors abhängig. Im Teillastbereich ist eine höhere Verdichtung möglich. Daher gibt es die Bestrebung, das Verdichtungsverhältnis dem jeweiligen Betriebspunkt anzupassen. Es gibt dazu verschiedene Entwicklungsansätze. Vorliegend soll das Verdichtungsverhältnis durch eine Änderung der Wirklänge der Pleuelstange verstellt werden. Die Wirklänge der Pleuelstange, d. h. der Abstand zwischen der Mittelachse des Kolbenbolzens und der Mittelachse des Kurbelwellenzapfens, beeinflusst das Kompressionsvolumen. Das Hubvolumen ist durch die Position des Kurbelwellenzapfens und die Zylinderbohrung vorgegeben. Eine kurze Wirklänge der Pleuelstange führt daher zu einem geringeren Verdichtungsverhältnis als eine lange Wirklänge der Pleuelstange bei ansonsten gleichen geometrischen Abmessungen (Kurbelwelle, Zylinderkopf, Ventilsteuerung etc.).

[0005] Vorliegend soll die Wirklänge der Pleuelstange hydraulisch zwischen zwei Stellungen variieren. Die Funktionsweise wird im Folgenden kurz erläutert. Die gesamte Pleuelstange ist mehrteilig ausgeführt, wobei die Wirklängenänderung in einem ersten Konzept durch einen Teleskopmechanismus erfolgt. Die Pleuelstange beinhaltet dazu einen doppelwirkenden Hydraulikzylinder. Das kleine Pleuelauge (Kolbenbolzen) ist mit einer Kolbenstange verbunden, auf der ein Kolben angeordnet ist. Der Kolben ist axial verschiebbar in einem Zylinder geführt, der in dem Pleuelteil mit dem großen Pleuelauge (Kurbelwellenzapfen) angeordnet ist. Der Kolben trennt den Zylinder in zwei Kammern (obere und untere Druckkammer). Die beiden Kammern werden über Rückschlagventile mit Motoröl versorgt. Ist die Pleuelstange in der langen Position, befindet sich kein Öl in der oberen Druckkammer. Die untere Druckkammer hingegen ist vollständig mit Öl gefüllt. Während des Betriebs wird die Pleuelstange aufgrund der Gas- und Massenkräfte alternierend auf Zug und Druck belastet. In der Langstellung wird eine Zugkraft durch den mechanischen Kontakt mit einem oberen Anschlag des Kolbens aufgenommen. Die Wirklänge der Pleuelstange ändert sich dadurch nicht. Eine einwirkende Druckkraft wird über die Kolbenfläche auf

die ölgefüllte untere Kammer übertragen. Da das Rückschlagventil dieser Kammer den Ölrücklauf unterbindet, steigt der Öldruck an. Die Wirklänge der Pleuelstange ändert sich nicht. Die Pleuelstange ist in dieser Richtung hydraulisch gesperrt.

[0006] In der Kurzstellung drehen sich die Verhältnisse um. Die untere Kammer ist leer, die obere Kammer ist mit Öl gefüllt. Eine Zugkraft bewirkt einen Druckanstieg in der oberen Kammer. Eine Druckkraft wird durch einen mechanischen Anschlag aufgenommen.

[0007] Die Wirklänge der Pleuelstange kann zweistufig verstellt werden, indem eine der beiden Kammern entleert wird. Hierbei wird jeweils eines der beiden Zulaufückschlagventile durch einen zugeordneten Rücklaufkanal überbrückt. Durch diesen Rücklaufkanal kann Öl fließen, unabhängig von der Druckdifferenz zwischen der Druckkammer und dem Versorgungsteil. Das jeweilige Rückschlagventil verliert also seine Wirkung.

[0008] In jedem der beiden Rücklaufkanäle ist ein Ablassventil angeordnet. Die Ablassventile werden durch ein Steuerventil geöffnet oder geschlossen, wobei immer genau ein Ablassventil geöffnet und das andere Ablassventil geschlossen ist, sodass immer genau ein Rücklaufkanal offen ist und der andere geschlossen. Ein derartiges Wegeventil beschreibt beispielsweise die DE 10 2016 207 505 A1. Der Aktuator zur Schaltung der Ablassventile der beiden Rücklaufkanäle wird hydraulisch durch den Versorgungsdruck angesteuert. Die Ölversorgung erfolgt durch die Schmierung des Pleuellagers. Hierzu ist eine Öldurchführung vom Kurbelwellenzapfen über das Pleuellager zum Pleuel erforderlich.

[0009] Die Schaltung der längenverstellbaren Pleuelstange erfolgt durch gezieltes Entleeren einer der beiden Druckkammern unter Ausnutzung der am Pleuel wirkenden Massen- und Gaskräfte, wobei die jeweils andere Druckkammer durch das zugehörige Zulaufückschlagventil mit Öl versorgt und hydraulisch gesperrt wird.

[0010] Eine derartige längenverstellbare Pleuelstange zum Verstellen des Verdichtungsverhältnisses in einem Verbrennungsmotor ist z.B. aus der AT 15006 U2 bekannt. Hier wird beschrieben, dass das hydraulische Steuerventil einen Steuerschieber (Aktuator) umfasst, der einen Steuerkolben aufweist. Der Steuerkolben wird mit einer Feder vorgespannt, so dass der komplette Steuerschieber in eine erste Schaltposition gedrückt wird, in der eines der beiden Ablassventile geöffnet und das andere Ablassventil geschlossen ist. Über eine Druckbeaufschlagung mit einem Steuerdruck kann der komplette Steuerschieber mit dem Steuerkolben entgegen der Federkraft in eine zweite Schaltposition geschoben werden, in der das geöffnete Ablassventil geschlossen und das andere Ablassventil geöffnet wird.

[0011] Eine vergleichbare Lösung zeigt auch WO 2016/203047 A1.

[0012] Eine Veränderung der Wirklänge der Pleuelstange und damit des Verdichtungsverhältnisses im Kolben kann aber auch mittels eines Exzenter, der in einem der Pleuelaugen der Pleuelstange angeordnet ist, bewirkt werden. Der Exzenter kann ebenfalls mittels einer hydraulischen Steuereinrichtung angesteuert sein. Aufgrund der Tatsache, dass sich Längenverstellbarkeit auf die Abstandsveränderung zwischen den Pleuelaugen bezieht, fällt auch eine solche Exzenterlösung unter die Erfindung.

[0013] Beispiele für Pleuelstangen mit Exzenter zeigen z.B. DE 10 2017 104 391 A1, DE 10 2015 223 129 A1, DE 10 2017 107 719 A1 und DE 10 2013 111 616 A1.

[0014] Gerade bei der Entwicklung von modernen Kolbenmotoren ist der Bauraum für solche Pleuelstangen begrenzt. In Kurbelwellenrichtung wird der Bauraum durch die Lagerbreite und den Abstand der Gegengewichte begrenzt. In Längsrichtung ist ohnehin nur der Abstand zwischen den Kolbenbolzen und dem Kurbelwellenzapfen verfügbar. Darüber hinaus ist auch die Dauerfestigkeit der verwendeten Werkstoffe angesichts der hohen Innendrucke im verwendeten Verstellmechanismus problematisch. Ein weiteres Problem bildet das Vorsehen der hydraulischen Steuereinrichtung mit den verschiedenen Zulauf-, Rücklauf- und Versorgungskanälen für Motoröl und die notwendigen Rückschlag- und Steuerventile, die die Bauteile der Pleuelstange zusätzlich schwächen.

[0015] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Konstruktion, Herstellung und Funktion einer gattungsgemäßen längenverstellbaren Pleuelstange zu verbessern.

[0016] Hierzu ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass das erste Teil eine Bohrung aufweist, die auf einem Vorsprung des zweiten Teils geführt ist, und dass im Bereich der Führung zwischen dem ersten Teil und dem zweiten Teil eine Kammer ausgebildet ist, in der die Rückstellfeder angeordnet ist. Mit anderen Worten weist das erste Teil eine Bohrung auf, über die das erste Teil auf einem mit der Bohrung im Wesentlichen korrespondierenden und in die Bohrung hineinragenden Vorsprung führbar ist. Zwischen dem Boden der Bohrung bzw. dem vom zweiten Teil abgewandten Ende der Bohrung und dem Vorsprung ist eine Kammer ausgebildet, in der die Rückstellfeder angeordnet ist, wobei sich die Rückstellfeder jeweils am Boden der Bohrung und dem Vorsprung abstützt. Damit wird eine sichere und stabile Führung und Positionierung der Rückstellfeder erreicht und eine besonders kompakte Ausgestaltung des Steuerschiebers ermöglicht, die zu einer Bauraumoptimierung führt.

[0017] . Bei Anliegen eines Steuerdrucks an dem Steuerkolben wird das erste Teil gegenüber dem zweiten Teil verschoben und die Betätigungskonturen betätigen die beiden Ablassventile, sodass die Ablassventile von einer ersten Schaltpositionen in eine zweite Schaltposition überführt werden. Dies ermöglicht einen einfachen und exakten Aufbau des Steuerschiebers und eine gute Führung des ersten Teils mit den Betätigungskonturen, sodass eine sichere Betätigung der Ablassventile gegeben ist. Unter Anliegen eines Steuerdrucks ist hier ein Beaufschlagen des Steuerkolbens mit einem Hydraulikmedium zu verstehen, das auf zumindest zwei Druckniveaus bringbar ist, wobei das höhere Druckniveau den oben erwähnten Steuerdruck darstellt.

[0018] Überwiegend ist an einer zwischen dem ersten und zweiten Teil befindlichen Position zumindest eine Rückstellfeder angeordnet. Günstigerweise ist die Federkraft abgestimmt auf die auftretenden Druckniveaus des Hydraulikmediums. Wird der Steuerdruck wieder verringert, das Druckniveau des Hydraulikmediums also auf einen Wert gesenkt, bei dem die Federkraft die Hydraulikkraft überwiegt, so verschiebt die Rückstellfeder das erste Teil relativ zum zweiten Teil, sodass die Ablassventile wieder von der zweiten Schaltpositionen in die erste Schaltposition überführt werden.

[0019] Eine besonders kompakte Ausführung des Steuerschiebers kann erreicht werden, wenn die Rückstellfeder im Inneren des ersten Teils in einem Bereich angeordnet ist, in dem auf der Außenseite des Steuerschiebers die Betätigungskonturen für die beiden Ablassventile ausgebildet sind. Mit anderen Worten sind also hinsichtlich einer Längserstreckung des Steuerschiebers die Rückstellfeder und die Betätigungskonturen im selben Bereich angeordnet.

[0020] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass die zwischen dem ersten Teil und dem zweiten Teil ausgebildete Kammer zumindest eine Drainage aufweist. Die Funktionsfähigkeit des Steuerschiebers ist auch dann gewährleistet, wenn es zu einer unerwünschten Leckage von Steuerflüssigkeit, insbesondere Hydrauliköl, in die Kammer zwischen den beiden Bauteilen kommt. Die Drainage lässt sich besonders einfach durch eine Durchgangsbohrung im zweiten Teil realisieren. Die Durchgangsbohrung öffnet dann in einen drucklosen Bereich. Mit anderen Worten weist also die zwischen den Teilen ausgebildete Kammer zumindest eine Drainage auf, die von der Kammer in einen im Vergleich zur Kammer drucklosen Bereich führt, z.B. in die Umgebung der Pleuelstange bzw. den Kurbelraum.

[0021] Ferner kann auch vorgesehen werden, dass der Steuerschieber ein Sicherungselement zum Sichern einer ersten Verschiebestellung des ersten Teils und des zweiten Teils zueinander aufweist. Das erste Teil und das zweite Teil sind dann in einer ersten Schaltposition, die vorzugsweise einer langen Stellung des Steuerschiebers entspricht, gesichert. Dadurch wird verhindert, dass die beiden Teile zu weit auseinanderfahren. Es kann natürlich auch vorgesehen sein, dass diese erste Verschiebestellung einer kurzen Stellung des Steuerschiebers entspricht oder dass zwei Verschiebestellungen, vorzugsweise eine kurze und eine lange Stellung des Steuerschiebers gesichert werden. Das Sicherungselement kann auch zur Montagesicherung genutzt werden.

[0022] Eine besonders kurze Ausgestaltung des Steuerventils kann erreicht werden, wenn der zweite Teil als Deckel ausgebildet ist. Es ist somit kein zusätzliches Bauteil mehr nötig, um an das Steuerventil nach außen, insbesondere gegenüber dem Äußerem der Pleuelstange abzuschließen. Mit anderen Worten ist gemäß diesem Ausführungsbeispiel das zweite Teil als Deckel des Steuerventils gegenüber einer Umgebung der Pleuelstange ausgeführt.

[0023] Vorzugsweise weist das zweite Teil zumindest eine Drainageöffnung auf. Dadurch wird das Hydraulikmedium, insbesondere Motoröl, aus dem System der hydraulischen Steuereinrichtung abgeführt, frisches Motoröl wird nachgeführt, sodass ein Ölaustausch in der Pleuelstange stattfindet, einer Ölalterung und thermischen Problemen wird dadurch entgegengewirkt.

[0024] In einer weiteren Variante kann vorgesehen werden, dass eine Wirkfläche des Steuerkolbens an dem vom zweiten Teil abgewandten Ende des ersten Teils ausgebildet ist und die Betätigungskontur für die Ablassventile zwischen dem Steuerkolben und dem dem zweiten Teil zugewandten Ende des ersten Teils ausgebildet ist. Das über die Ablassventile abgelassen Hydraulikmittel, also vorzugsweise Motoröl, wird dann über das zweite Teil in das Kurbelgehäuse abgeführt. Zum Befüllen der Druckkammer wird frisches Öl nach geführt, sodass ein Ölaustausch in den Druckkammern der Pleuelstange stattfindet, einer Ölalterung und thermischen Problemen wird dadurch entgegengewirkt.

[0025] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass die Ablassventile einander gegenüberliegend und quer zur Längsachse des Steuerschiebers angeordnet sind. Mit anderen Worten sind gemäß dieser Variante die Ablassventile an einander gegenüberliegenden Seiten des Steuerschiebers und quer zur Längsachse des Steuerschiebers angeordnet. Vorzugsweise sind also die Ablassventile an gegenüberliegenden Seiten des Steuerschiebers angeordnet und die Wirkrichtung der Ablassventile, also die Bewegungsrichtung zwischen den Positionen „Ventil offen“ und „Ventil zu“ verläuft quer, vorzugsweise im Wesentlichen normal zur Längsachse des Steuerschiebers. Dadurch wird eine besonders kompakte Ausgestaltung der gesamten hydraulischen Steuereinrichtung erzielt. Es ist dann möglich, die hydraulische Steuereinrichtung so in der Pleuelstange anzuordnen, dass die Längsachse des Steuerschiebers parallel zur Kurbelwellenlängsachse verläuft. In dieser Einbaulage wirken die Beschleunigungskräfte, die im Betrieb des Motors auftreten, nur in geringen Maße auf den Steuerschieber.

[0026] In einer Variante, die insbesondere auf den im vorigen Absatz beschriebenen Fall Anwendung findet, sind die Betätigungskonturen des Steuerschiebers vorzugsweise als einander gegenüberliegende, parallele, schräg verlaufende Betätigungsflächen für die Betätigung der Ablassventile ausgebildet. Mit anderen Worten sind die Betätigungskonturen an gegenüberliegenden Seiten des ersten Teils, insbesondere hinsichtlich der Längserstreckung des ersten Teils an gleichen Positionen vorgesehen, wobei sie parallele und hinsichtlich der Längsachse des Steuerschiebers schräg verlaufende Betätigungsflächen für die Betätigung der Ablassventile aufweisen. Eine Verschiebung des Steuerschiebers führt dann zum Öffnen des einen Ablassventils, während das andere Ablassventil geschlossen wird.

[0027] Um eine gute Funktionalität des Steuerschiebers zu gewähren, kann vorgesehen sein, dass das erste Teil und das zweite Teil verdrehsicher zueinander angeordnet sind. Vorzugsweise ist daher an einem der beiden Teile eine plane Fläche ausgebildet, auf der ein planer Vorsprung des anderen Teils aufliegt.

[0028] Vorzugsweise sind die Ablassventile separat von der hydraulischen Steuereinrichtung in der Pleuelstange angeordnet. Es gibt daher keine Übergabestelle des hohen Drucks aus den beiden Druckkammer hin zum eingesetzten Steuerschieber, sodass das Risiko von Leckagen verringert wird.

[0029] Ein besonders einfacher Einbau wird ermöglicht, wenn der Steuerschieber als Patrone ausgebildet ist, die in eine Bohrung in der Pleuelstange einsetzbar ist. Mit anderen Worten sind gemäß diesem Ausführungsbeispiel alle Elemente des Steuerschiebers in einer Patrone als gemeinsamem Gehäuse angeordnet, so dass eine einfache Montage möglich ist.

[0030] Im Folgenden wird die vorliegende Erfindung anhand nicht einschränkender Ausführungs-

beispiele, die in den Figuren dargestellt sind, näher erläutert. Es zeigen:

- [0031]** Fig. 1 eine schematische Funktionsdarstellung einer längenverstellbaren Pleuelstange,
- [0032]** Fig. 2 eine hydraulische Steuereinrichtung der längenverstellbaren Pleuelstange aus Fig. 1,
- [0033]** Fig. 3 eine Ansicht einer weiteren Ausführungsform eines Steuerschiebers einer hydraulischen Steuereinrichtung von unten,
- [0034]** Fig. 4 eine Seitenansicht des Steuerschiebers aus Fig. 3, und
- [0035]** Fig. 5 einen Querschnitt des Steuerschiebers aus Fig. 3

[0036] In Fig. 1 ist schematisch und beispielhaft eine längenverstellbare Pleuelstange 1 (VCR-Pleuel, mit dem sich ein variables Verdichtungsverhältnis - VCR: „variable compression ratio“ - in einer Brennkraftmaschine umsetzen lässt) dargestellt. Die Pleuelstange 1 weist ein erstes Stangenteil 2 und ein zweites Stangenteil 4 auf, wobei das erste Stangenteil 2 verschiebbar in dem zweiten Stangenteil 4 angeordnet ist. Am oberen Ende des ersten Stangenteils 2 ist ein kleines Pleuelauge 3 angeordnet. Das zweite Stangenteil 4 ist mit einer unteren Lagerschale 5 verbunden, die zusammen mit dem unteren Bereich des zweiten Stangenteils 4 das große Pleuelauge 6 umgibt. Die untere Lagerschale 5 und der untere Bereich des zweiten Stangenteils 4 werden in üblicher Weise mittels Befestigungsmitteln (nicht dargestellt) miteinander verbunden. Das untere Ende des ersten Stangenteils 2 ist mit einem Verstellkolben 8 versehen, der in einer Kolbenbohrung 9 im zweiten Stangenteil 4 verschiebbar geführt ist. Am oberen Ende weist das zweite Stangenteil 4 einen Deckel 10 auf, durch den das erste Stangenteil 2 hindurchgeführt und abgedichtet ist. Somit dichtet der Deckel 10 insgesamt die Kolbenbohrung 9 ab. Unterhalb des Verstellkolbens 8 ist eine erste Druckkammer 11 von kreisförmigem Querschnitt gebildet und oberhalb des Verstellkolbens 8 ist eine kreisringförmige zweite Druckkammer 12 gebildet. Neben der Kreisform von Verstellkolben 8 und den damit gebildeten Druckkammern 11, 12 sind auch andere Querschnittsformen, z.B. Ellipsen, Vielecke bzw. Polygone, möglich. Der Verstellkolben 8 und die Kolbenbohrung 9 sind Bestandteil eines Verstellmechanismus zur Veränderung der Wirklänge der Pleuelstange 1. Zu dem Verstellmechanismus gehört auch eine noch näher zu beschreibende hydraulische Steuereinrichtung 13, die entsprechend für einen Zu- bzw. Ablauf eines Hydraulikmediums bzw. -fluids in die bzw. aus den Druckkammern 11 und 12 und somit eine Bewegung des Verstellkolbens 8 sorgt oder den Verstellkolben 8 arretiert. Die hydraulische Steuereinrichtung 13 wird im dargestellten Ausführungsbeispiel mit Motoröl betrieben. Hierzu ist in dem zweiten Stangenteil 4 ein Ölversorgungs kanal 14 vorgesehen, der mit dem großen Pleuelauge 6 in Verbindung steht, wodurch Motoröl der hydraulischen Steuereinrichtung 13 zugeführt werden kann oder gegebenenfalls aus dieser abfließt. Der Ölversorgungs kanal 14 verzweigt sich in verschiedene Stränge (Teilkanäle). Ein erster Strang 15 steht mit der ersten Druckkammer 11 in Verbindung, um einen Zufluss von Motoröl in die erste Druckkammer 11 zu gewährleisten. In dem ersten Strang 15 befindet sich ein erstes Rückschlagventil 16, das einen unmittelbaren Abfluss des Motoröls aus der ersten Druckkammer 11 verhindert, aber einen Zufluss ermöglicht. Ein zweiter Strang 17 steht mit der zweiten Druckkammer 12 in Verbindung, um einen Zulauf von Motoröl in die zweite Druckkammer 12 zu ermöglichen. Im zweiten Strang 17 ist ein zweites Rückschlagventil 18 angeordnet, welches ein direktes Abfließen von Motoröl aus der zweiten Druckkammer 12 verhindert, aber einen Zufluss ermöglicht.

[0037] Des Weiteren ist ein Steuerventil 19 vorgesehen, das zwei Schaltstellungen aufweist. Das Steuerventil 19 wirkt in einer ersten seiner beiden Schaltstellungen als Ablaufventil zum Abströmen von Hydraulikfluid aus der zweiten Druckkammer 12 und in einer zweiten seiner beiden Schaltstellungen als Ablaufventil zum Abströmen von Hydraulikfluid aus der ersten Druckkammer 11. Die jeweils andere Druckkammer 11 und 12 ist in der jeweils zugehörigen Schaltstellung hydraulisch gesperrt, weshalb das erste Stangenteil 2 entweder die ausgefahrene oder die eingefahrene Stellung einnimmt. Die Bewegung des ersten Stangenteils 2 erfolgt dabei im Wesentlichen in Richtung der Längsachse L der Pleuelstange 1. Die Schaltung des Steuerventils 19 erfolgt mittels einer Steuerleitung 21, die mit der Ölversorgung 14 der Pleuelstange in Verbindung steht

und mittels einer Rückstellfeder 22, die das Steuerventil 19 in die in Fig. 1 dargestellte erste Schaltstellung drückt. Die zweite Schaltstellung wird erreicht, indem ein erhöhtes Druckniveau des Hydraulikmediums/Motoröls in dem Ölversorgungskanal 14 erzeugt wird, sodass das Steuerventil 19 gegen die Kraft der Rückstellfeder 22 in die zweite Schaltstellung gedrückt wird. Entsprechende erste und zweite Rücklaufkanäle 23, 24 stehen mit dem Steuerventil 19 in den zugehörigen Strangabschnitten des ersten und des zweiten Stranges 15, 17 in Verbindung, um einen entsprechenden Ablauf aus der ersten Druckkammer 11 und der zweiten Druckkammer 12 zu ermöglichen. Die Ablaufkanäle werden über einen dritten Strang 20 nach außen drainiert, z. B. in die Umgebung der Pleuelstange bzw. den Kurbelraum. Es wäre auch möglich, dass die Ablaufkanäle mit der Ölversorgung der Pleuelstange in Verbindung stehen, um das ablaufende Öl zum Befüllen der jeweils anderen Druckkammer zu nutzen.

[0038] Es sei angemerkt, dass die hydraulische Ansteuerschaltung 13 auch zusätzliche Elemente, Kanäle, Ventile, etc. oder weniger aufweisen oder andersartig konfiguriert sein kann, um die gewünschte Verstellfunktion bereitzustellen. Das hydraulische Schaltbild der hydraulischen Ansteuerschaltung 13 ist somit nur repräsentativ für die Funktionsweise zu verstehen und nicht für die konkrete Ausgestaltung.

[0039] Im Folgenden werden anhand der Fig. 2 bis 5 erfindungsgemäße Ausführungsformen der hydraulischen Steuereinrichtung 13 näher erläutert.

[0040] Die Fig. 2 ist ein Ausschnitt aus dem zweiten Stangenteil 4 und zeigt die hydraulische Steuereinrichtung 13 mit dem hydraulischen Steuerventil 19 und den zum Steuerventil 19 führenden Rücklaufkanälen 23, 24. Das Steuerventil 19 umfasst einen Steuerschieber 36 sowie zwei Ablassventile 25, 26. In jedem der Rücklaufkanäle 23, 24 ist je ein Ablassventil 25, 26 angeordnet. Die Ablassventile 25, 26 sind einander gegenüberliegend, also (insbesondere hinsichtlich ihrer Wirkrichtung) um 180° zu einander verdreht, und in Richtung der Längsachse L der Pleuelstange 1 angeordnet. Die Ablassventile 25, 26 umfassen je einen Ventilkörper 27, 28 der jeweils über eine Feder 29, 30 in je einen Ventilsitz 31, 32 gedrückt wird. Jeder Ventilkörper 27, 28 kann mit einem Betätigungsstößel 33, 34 verbunden sein.

[0041] Die Rücklaufkanäle 23, 24, bzw. die in den Rücklaufkanälen 23, 24 angeordneten Ablassventile 25, 26, öffnen in eine senkrecht zur Längsachse L des Pleuels angeordnete Bohrung 35. Die Bohrung 35 ist als Sackloch ausgebildet. In der Bohrung 35 ist der Steuerschieber 36 angeordnet. Die Längsachse L_s des Steuerschiebers 36 verläuft senkrecht zur Längsachse L der Pleuelstange 1. Da die Ablassventile 25, 26 senkrecht zur Längsachse L_s des Steuerschiebers 36 angeordnet sind, ist eine sehr kompakte Ausgestaltung des hydraulischen Steuerventils 19 möglich und der Steuerschieber 36 kann parallel zur Kurbelwellenlängsachse angeordnet werden. Bei einem Einbau in dieser Richtung wirken auf den Steuerschieber keine aufgrund der Bewegung des Pleuels auftretenden Beschleunigungen. Somit wirken auf den Schieber in seiner Bewegungsrichtung keine Massenkräfte. Unkontrolliertem Verhalten bei hohen Drehzahlen kann dadurch entgegengewirkt werden.

[0042] Der Steuerschieber 36 umfasst ein erstes Teil 37 und ein zweites Teil 38. Das erste Teil 37 des Steuerschiebers 36 und das zweite Teil 38 des Steuerschiebers 36 sind relativ zueinander verschiebbar. Dazu weist das erste Teil 37 ein Sackloch 39 auf, in dem ein Vorsprung 40 des zweiten Teils angeordnet ist. Das erste Teil 37 und das zweite Teil 38 des Steuerschiebers 36 bilden zwischen sich also eine Kammer 41 aus, in der die Rückstellfeder 22 angeordnet ist. Das erste Teil 37 des Steuerschiebers 36 kann auf dem Vorsprung 40 des zweiten Teils 38 des Steuerschiebers 36 hin- und herbewegt werden. Der Vorsprung 40 des zweiten Teils 38 führt also das erste Teil 37. Dadurch kann die Gesamtlänge des Steuerschiebers 36 zwischen einer Maximallänge (erste Schaltposition) und einer Minimallänge (zweite Schaltposition) verstellt werden. Durch die Rückstellfeder 22 wird das erste Teil 37 vom zweiten Teil 38 weggedrückt. Die Kammer 41, die zwischen dem ersten Teil 37 des Steuerschiebers 36 und dem zweiten Teil 38 des Steuerschiebers 36 ausgebildet ist, ist gegenüber der Umgebung abgedichtet und weist eine Drainage 61 auf, sodass eine Funktionsfähigkeit des Steuerschiebers 36 auch dann gewährleistet ist, wenn Motoröl in die Kammer 41 eindringt.

[0043] Das erste Teil 37 des Steuerschiebers 36 weist einen Steuerkolben 43 auf. Der Steuerkolben 43 weist an seiner dem Boden 47 der Bohrung 35 in dem zweiten Stangenteil 4 zugewandten Seite eine Wirkfläche 49 auf, die zusammen mit der Bohrung 35 einen Druckraum 48 ausbildet. Die Umfangsfläche des Steuerkolbens 43 gleitet entlang der Bohrung 35 im zweiten Stangenteil 4. Der Steuerkolben 43 ist an seiner Umfangsfläche mit einer Nut 44 versehen, in der eine Dichtung 45 angeordnet ist. Es kann sich dabei beispielsweise um einen O-Ring handeln. Durch die Dichtung 45 wird der Druckraum 48 abgedichtet. Der Druckraum 48 ist mit der Steuerleitung 21 verbunden (in Fig. 2 nicht dargestellt). Über die Steuerleitung 21 wird der Steuerdruck an die Wirkfläche 49 des Steuerkolbens 43 des Steuerschiebers 36 angelegt.

[0044] Benachbart zum Steuerkolben 43 sind auf dem ersten Teil 37 des Steuerschiebers 36 eine erste Betätigungskontur 46.1 und eine zweite Betätigungskontur 46.2 ausgebildet. Die erste Betätigungskontur 46.1 wirkt auf den Betätigungsstößel 33 des ersten Ablassventils 25, die zweite Betätigungskontur 46.2 wirkt auf den Betätigungsstößel 34 des zweiten Ablassventils 26. Die Betätigungskonturen 46.1, 46.2 sind als schräge Flächen an dem ersten Teil 37 des Steuerschiebers 36 ausgebildet. Die Betätigungskonturen 46.1, 46.2 verlaufen also schräg zur Längsachse L_S des Steuerschiebers. Die Betätigungskonturen 46.1, 46.2 sind parallel zueinander ausgebildet, insbesondere hinsichtlich der Längsachse L_S des Steuerschiebers 36.

[0045] In der in Fig. 2 gezeigten Schaltstellung des hydraulischen Steuerventils 19 liegt nur ein niedriger Steuerdruck an dem Steuerkolben 43 des Steuerschiebers 36 an. Dieser niedrige Steuerdruck reicht nicht aus, um das erste Teil 37 des Steuerschiebers 36 entgegen der Kraft der Rückstellfeder 22 auf das zweite Teil 38 des Steuerschiebers 36 zu zubewegen. Das erste Teil 37 des Steuerschiebers 36 wird also durch die Rückstellfeder 22 vom zweiten Teil 38 des Steuerschiebers 36 weggedrückt und befindet sich in einer ausgefahrenen bzw. langen Position. In dieser ausgefahrenen Position liegt der erste Teil 37 des Steuerschiebers 36 am Boden 47 der Bohrung 35 in dem zweiten Stangenteil 4 an. Die zweite Betätigungskontur 46.2 liegt an dem zweiten Betätigungsstößel 34 des zweiten Ablassventils 26 an und hat diesen nach oben verschoben, sodass der zweite Ventilkörper 28 des zweiten Ablassventils 26 aus dem zweiten Ventilsitz 32 gehoben ist. Das zweite Ablassventil 26 ist somit geöffnet und gibt den zweiten Rücklaufkanal 24 frei, sodass Motoröl aus der zweiten Druckkammer 12 abströmen kann und die Pleuelstange 1 in ihre lange Position überführt wird oder sich in der langen Position befindet.

[0046] Da die beiden Betätigungskonturen 46.1, 46.2 parallel zueinander ausgebildet sind, weist die erste Betätigungskontur 46.1 maximalen Abstand vom ersten Ventilsitz 31 auf, sodass der erste Ventilkörper 27 mit dem ersten Betätigungsstößel 33 durch die Kraft der ersten Feder 29 des ersten Ablassventils 25 in den ersten Ventilsitz 31 gedrückt wird und das erste Ablassventil 25 geschlossen ist.

[0047] Wird nun der Steuerdruck in der Steuerleitung 21 erhöht, bis die Kraft der Rückstellfeder 22 überwunden ist, so wird das erste Teil 37 des Steuerschiebers 36 entgegen der Kraft der Rückstellfeder 22 in Richtung auf das zweite Teil 38 des Steuerschiebers 36 zubewegt. Die erste Betätigungskontur 46.1 gleitet dadurch an dem ersten Betätigungsstößel 33 des ersten Ablassventils 25 entlang und verschiebt diesen nach außen (also hinsichtlich der Längsachse L_S des Steuerschiebers 36 in einer radialen Richtung), sodass der erste Ventilkörper 27 des ersten Ablassventils 25 aus dem Ventilsitz 31 des ersten Ablassventils 25 gehoben wird. Dadurch wird das erste Ablassventil 25 geöffnet. Gleichzeitig gleitet die zweite Betätigungskontur 46.2 am zweiten Betätigungsstößel 34 des zweiten Ablassventils 26 entlang, sodass der zweite Ventilkörper 28 durch die Kraft der zweiten Feder 30 nach unten in den Ventilsitz 32 gedrückt wird und das zweite Ablassventil 26 geschlossen wird. Dadurch wird der erste Rücklaufkanal 23 freigegeben und das Motoröl kann aus der ersten Druckkammer 11 abströmen, sodass die Pleuelstange in ihre kurze Position überführt wird.

[0048] Das zweite Teil 38 des Steuerschiebers 36 ist als Deckel ausgebildet, der die Bohrung 35 im zweiten Stangenteil 4 nach außen abschließt. In dem Deckel ist mindestens eine Drainageöffnung 53 vorgesehen. Dadurch wird sichergestellt, dass der Steuerkolben 43 bzw. das erste Teil 37 eine vom Steuerdruck abhängige Druckdifferenz erfährt. Alternativ kann als Drainage eine

Bohrung o.ä. im Stangenteil 4 vorgesehen sein. Zwischen den Ablassventilen und dem drainierten Bereich ist eine Dichtung (z.B. Spaltdichtung) vorgesehen. Die Ablassventile 25, 26 öffnen dann in einen drucklosen Bereich. Beim Umschalten muss sichergestellt werden, dass das benötigte Öl auch wieder nachfließen kann.

[0049] In einer alternativen Ausgestaltung könnte auch vorgesehen sein, dass das zweite Teil des Steuerschiebers nach außen geschlossen ist und zwischen dem ersten Teil des Steuerschiebers und dem zweiten Teil des Steuerschiebers eine Dichtung ausgebildet ist. Die beiden Ablassventile öffnen dann in einen Niederdruckbereich, sodass das Motoröl, das aus den Druckkammern in der Pleuelstange entleert wird, wieder zur Befüllung der jeweils anderen Druckkammer zur Verfügung steht und nicht über eine Versorgungspumpe nachgefordert werden muss. Durch eine entsprechende Gestaltung des Steuerschiebers mit dem ersten und dem zweiten Teil und dem auf dem ersten Teil ausgebildeten Steuerkolben muss sichergestellt werden, dass die zum Schalten notwendige Druckdifferenz erzeugt werden kann.

[0050] Die beiden Ablassventile 25, 26 sind getrennt vom Steuerschieber 36 im zweiten Stangenteil 4 angeordnet. Der Hochdruckbereich, in dem der in den beiden Druckkammern 11, 12 herrschende hohe Druck anliegt, ist somit vom Niederdruckbereich bzw. vom drucklosen Bereich am Steuerschieber getrennt. Die Ölübergabestelle zwischen dem zweiten Stangenteil 4 und dem Steuerschieber 36 ist somit unkritisch. Der zweiteilige Steuerschieber 36 ist vorzugsweise als Patrone ausgebildet und kann dann einfach in die Bohrung 35 im zweiten Stangenteil 4 eingesetzt werden. Der Steuerschieber 36 muss gerichtet eingebaut werden, dabei kann die Verdreh- und Verschiebesicherung beispielsweise durch Laserschweißen erfolgen, wobei der Laserstrahl die Fuge zwischen dem zweiten Stangenteil 38 und der Berandung der Bohrung 35 bearbeitet.

[0051] Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform eines Steuerschiebers 36' von unten. In dieser Ausführungsform des Steuerschiebers 36' unterscheidet sich lediglich das zweite Teil 38' von dem in Bezug auf Fig. 2 beschriebenen Steuerschieber 36. Daher hat der Steuerschieber 36' im Wesentlichen die gleichen Abmessungen wie der in Fig. 2 beschriebene Steuerschieber 36 und kann daher anstelle des Steuerschiebers 36 in die Bohrung 35 im zweiten Stangenteil 4 eingesetzt werden. Der Steuerschieber 36' umfasst wieder ein erstes Teil 37 und ein zweites Teil 38', die relativ zueinander verschiebbar angeordnet sind. Das erste Teil 37 umfasst den Steuerkolben 43 mit der darin ausgebildeten Nut 44 zur Aufnahme einer Dichtung (nicht dargestellt) und der an seiner vom zweiten Teil 38' abgewandten Seite angeordneten Wirkfläche 49. Das zweite Teil 38' weist den Vorsprung 40 auf, der in einer Bohrung (nicht dargestellt) im ersten Teil 37 aufgenommen ist. Dadurch ist das erste Teil 37 auf dem Vorsprung 40 des zweiten Teils 38' geführt und kann auf diesem Vorsprung 40 hin und her bewegt werden. Das erste Teil 37 geht ausgehend vom Steuerkolben 43 an seiner dem zweiten Teil 38' zugewandten Seite in einen zylindrischen Vorsprung über, an dem die beiden Betätigungskonturen ausgebildet sind. In Fig. 3 ist nur die erste Betätigungskontur 46.1 dargestellt. Die Betätigungskontur 46.1 ist eine schräge Fläche und wird vorzugsweise durch Fräsen an dem ersten Teil 37 erzeugt.

[0052] Fig. 4 zeigt eine Seitenansicht des Steuerschiebers 36' aus Fig. 3. Die beiden Betätigungskonturen 46.1, 46.2 am ersten Teil 37 des Steuerschiebers 36 sind deutlich zu erkennen. Die beiden Betätigungskonturen 46.1, 46.2 sind schräge Flächen und verlaufen parallel zueinander. Die erste Betätigungskontur 46.1 weist an ihrem dem Steuerkolben 43 zugewandten Ende eine maximale Höhe auf, dann nimmt die Höhe der ersten Betätigungskontur 46.1 ab. Da die zweite Betätigungskontur 46.2 parallel zur ersten Betätigungskontur verläuft weist sie an ihrem dem Schaltkolben 43 zugewandten Ende eine minimale Höhe auf, die dann zunimmt. Zudem weist der Steuerschieber 36' eine Verdrehsicherung 50 auf, um sicherzustellen, dass die Betätigungskonturen 46.1, 46.2 immer in der richtigen Position in Bezug auf die Betätigungsstößel der Ablassventile angeordnet sind. Dazu ist an dem dem zweiten Teil 38' zugewandten Ende des ersten Teils 37 des Steuerschiebers 36 eine ebene Fläche, die erste Sicherungsfläche 51, ausgebildet, die mit einer ebenen Fläche am zweiten Teil 38', der zweiten Sicherungsfläche 52, zusammenwirkt. Die beiden Sicherungsflächen 51, 52 liegen aufeinander, sodass ein Verdrehen der beiden Teile 37, 38' des Steuerschiebers 36' zueinander verhindert wird.

[0053] Fig. 5 zeigt einen Querschnitt der zweiten Ausführungsform des Steuerschiebers 36', der in Bezug auf die Darstellung in Fig. 4 um 180° um die Längsachse L_S des Steuerschiebers 36' gedreht ist. Auch in dieser zweiten Ausführungsform weist das als Deckel ausgebildete zweite Teil 38' des Steuerschiebers 36' Drainageöffnungen 53 auf, sodass der zwischen dem ersten Teil 37 und dem zweiten Teil 38' ausgebildete Raum 54, in den die Ablassventile 25, 26 öffnen, nach außen, d. h. zum Kurbelgehäuse, offen ist. Das Motoröl aus den Druckkammern 11, 12 der Pleuelstange 1 wird daher aus dem Längenverstellungskreislauf abgeführt, sodass immer frisches Motoröl nachgeführt wird und keine Probleme mit Ölalterung oder Temperaturerhöhung auftreten. Ferner ist in dem zweiten Teil 38' eine Durchgangsbohrung ausgebildet, die die Kammer 41 zwischen den beiden Teilen 37, 38' nach außen öffnet und die Drainage 61 ausbildet.

[0054] Die beiden Teile 37, 38' des Steuerschiebers 36' werden mit einem Sicherungsring 55 aneinander gesichert. Dazu weist das zweite Teil 38' an seinem Vorsprung 40 eine umlaufende Nut 56 auf, in der der Sicherungsring 55 liegt. Das Sackloch 39 im ersten Teil 37 ist am Eingang mit einer Fase 57 versehen, durch die der Sicherungsring 55 bei der Montage der beiden Teile 37, 38' ineinander, also beim Einschieben des Vorsprungs 40 des zweiten Teils 38' in das Sackloch 39 im ersten Teil 37 zusammengedrückt wird. Ferner ist in dem Sackloch 39 eine zweite, asymmetrische Nut 58 ausgebildet. Die asymmetrische Nut 58 weist am dem zweiten Teil 38' zugewandten Ende einen Anschlag 59 auf und am gegenüberliegenden Ende eine Rampe 60. Beim Einschieben des Vorsprungs 40 des zweiten Teils 38' in das Sackloch 39 springt der Sicherungsring 55 in die asymmetrische Nut 58, sobald die asymmetrische Nut 58 über der Nut 56 im zweiten Teil 38' zu liegen kommt. Durch die Asymmetrie der Nut ist ein Zusammendrücken des Sicherungsring 55 möglich, wenn das erste Teil 37 auf das zweite Teil 38' zubewegt wird. Die Ausfahrbewegung, das heißt ein Wegbewegen des ersten Teils 37 vom zweiten Teil 38', ist nur soweit möglich, bis der Sicherungsring 55 an dem Anschlag 59 in der asymmetrischen Nut 58 im ersten Teil 37 anliegt.

[0055] Es ließe sich auch die maximal ausgefahrene Position des ersten Teils sichern. Hierzu wäre eine zweite asymmetrische Nut in dem ersten Teil nötig. Auf diese Weise werden beide Stellungen des Steuerschiebers gegen Verschieben etwas gehemmt. Das System würde nicht so sensibel auf Druckschwankungen reagieren.

BEZUGSZEICHENLISTE

- | | |
|---------|--------------------------------|
| 1 | Pleuelstange |
| 2 | erstes Stangenteil |
| 3 | kleines Pleuelauge |
| 4 | zweites Stangenteil |
| 5 | Lagerschale |
| 6 | großes Pleuelauge |
| 8 | Verstellkolben |
| 9 | Kolbenbohrung |
| 10 | Deckel |
| 11 | erste Druckkammer |
| 12 | zweite Druckkammer |
| 13 | hydraulische Steuereinrichtung |
| 14 | Ölversorgungs kanal |
| 15 | erster Strang |
| 16 | erstes Rückschlagventil |
| 17 | zweiter Strang |
| 18 | zweites Rückschlagventil |
| 19 | hydraulische Steuerventil |
| 20 | dritter Strang |
| 21 | Steuerleitung |
| 22 | Rückstellfeder |
| 23 | erster Rücklaufkanal |
| 24 | zweiter Rücklaufkanal |
| 25 | erstes Ablassventil |
| 26 | zweites Ablassventil |
| 27 | erster Ventilkörper |
| 28 | zweiter Ventilkörper |
| 29 | erste Feder |
| 30 | zweite Feder |
| 31 | erster Ventilsitz |
| 32 | zweiter Ventilsitz |
| 33 | erster Betätigungsstößel |
| 34 | zweiter Betätigungsstößel |
| 35 | Bohrung |
| 36, 36' | Steuerschieber |
| 37 | erstes Teil Steuerschieber |
| 38, 38' | zweites Teil Steuerschieber |
| 39 | Sackloch |
| 40 | Vorsprung |

41	Kammer
43	Steuerkolben
44	Nut
45	Dichtung
46.1, 46.2	Betätigungskonturen
47	Boden der Bohrung
48	Druckraum
49	Wirkfläche
50	Verdrehsicherung
51	erste Sicherungsfläche
52	zweite Sicherungsfläche
53	Drainageöffnung
54	Raum
55	Sicherungsring
56	Nut
57	Fase
58	asymmetrische Nut
59	Anschlag
60	Rampe
61	Drainage
L	Längsachse Pleuel
L _s	Längsachse Steuerschieber

Patentansprüche

1. Längenverstellbare Pleuelstange (1) mit einer hydraulischen Steuereinrichtung (13) zum Bewirken einer Wirklängenveränderung der Pleuelstange (1), wobei die hydraulische Steuereinrichtung (13) ein hydraulisches Steuerventil (19) mit einem mit Druck beaufschlagbaren Steuerschieber (36; 36') und zwei vom Steuerschieber (36; 36') betätigbare Ablassventile (25, 26) umfasst, wobei der Steuerschieber (36; 36') zwei relativ zueinander verschiebbare Teile (37, 38; 38') aufweist und über eine Verschiebung der beiden Teile (37, 38; 38') relativ zueinander eine Betätigung der Ablassventile (25, 26) bewirkbar ist, wobei das erste Teil (37) einen Steuerkolben (43) und Betätigungskonturen (46.1, 46.2) für die beiden Ablassventile (25, 26) aufweist und das erste Teil gegenüber dem zweiten Teil verschiebbar und das erste Teil (37) zumindest teilweise mittels des zweiten Teils (38; 38') führbar ist und zwischen dem ersten Teil (37) und dem zweiten Teil (38; 38') eine Rückstellfeder (22) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Teil (37) eine Bohrung (39) aufweist, die auf einem Vorsprung (40) des zweiten Teils (38; 38') geführt ist, sodass im Bereich der Führung zwischen dem ersten Teil (37) und dem zweiten Teil (38; 38') eine Kammer (41) ausgebildet ist, in der die Rückstellfeder (22) angeordnet ist.
2. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rückstellfeder (22) im Inneren des ersten Teils (37) in einem Bereich angeordnet ist, in dem auf der Außenseite des Steuerschiebers (36, 36') die Betätigungskonturen (46.1, 46.2) für die beiden Ablassventile (25, 26) ausgebildet sind.
3. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zwischen den beiden Teilen (37; 38') ausgebildete Kammer (41) zumindest eine Drainage (61) aufweist.
4. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Steuerschieber (36') ein Sicherungselement (55) zum Sichern einer ersten Verschiebestellung des ersten Teils (37) und des zweiten Teils (38') zueinander aufweist.
5. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zweite Teil (38; 38') als Deckel ausgebildet ist.
6. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zweite Teil (38') zumindest eine Drainageöffnung (53) aufweist.
7. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Wirkfläche (49) des Steuerkolbens (43) an dem vom zweiten Teil (38; 38') abgewandten Ende des ersten Teils (37) ausgebildet ist und die Betätigungskonturen (46.1, 46.2) für die Ablassventile (25, 26) zwischen dem Steuerkolben (43) und dem dem zweiten Teil (38; 38') zugewandten Ende des ersten Teils (37) ausgebildet sind.
8. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ablassventile (25, 26) an einander gegenüberliegenden Seiten des Steuerschiebers (36; 36') und quer zur Längsachse (Ls) des Steuerschiebers (36; 36') angeordnet sind.
9. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Betätigungskonturen (46.1, 46.2) als einander gegenüberliegende, parallele, schräg verlaufende Betätigungsflächen für die Betätigung der Ablassventile (25, 26) ausgebildet sind.
10. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Teil (37) und das zweite Teil (38') des Steuerschiebers (36; 36') verdrehsicher zueinander angeordnet sind.
11. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ablassventile (25, 26) separat von der hydraulischen Steuereinrichtung (13) in der Pleuelstange (1) angeordnet sind.

12. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Steuerschieber (36; 36') als Patrone ausgebildet ist, die in eine Bohrung (35) in der Pleuelstange (1) einsetzbar ist.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

1/3

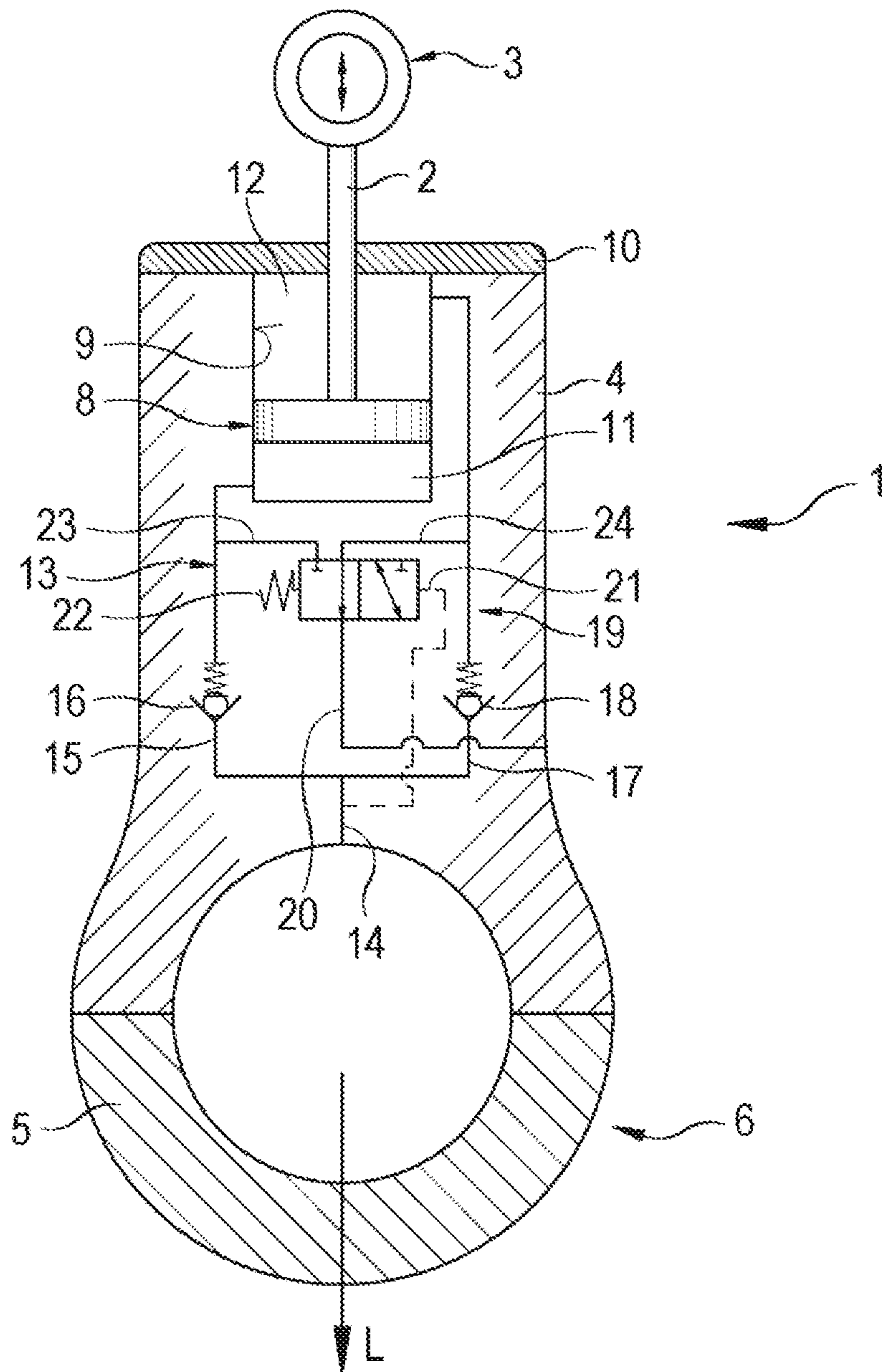
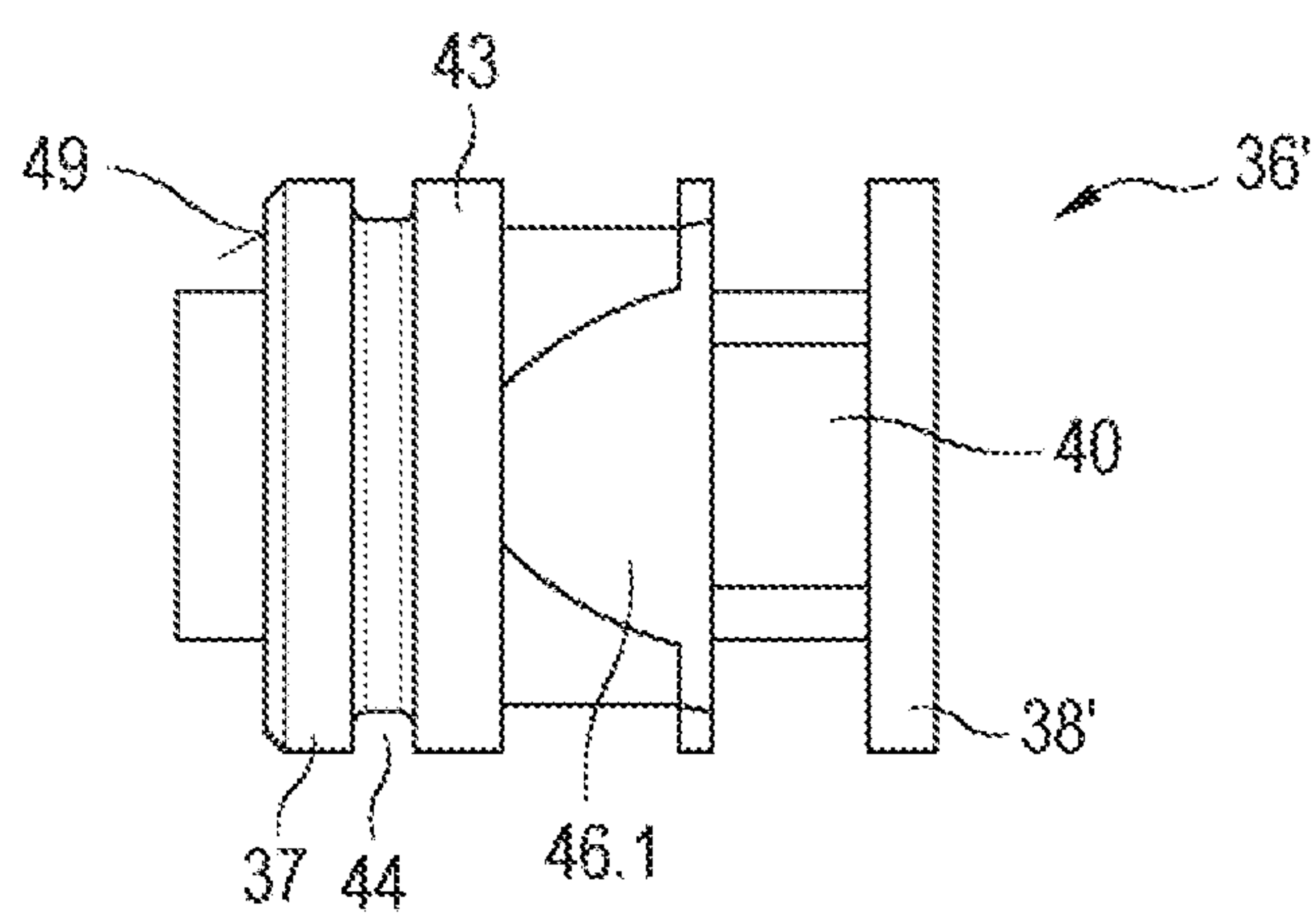
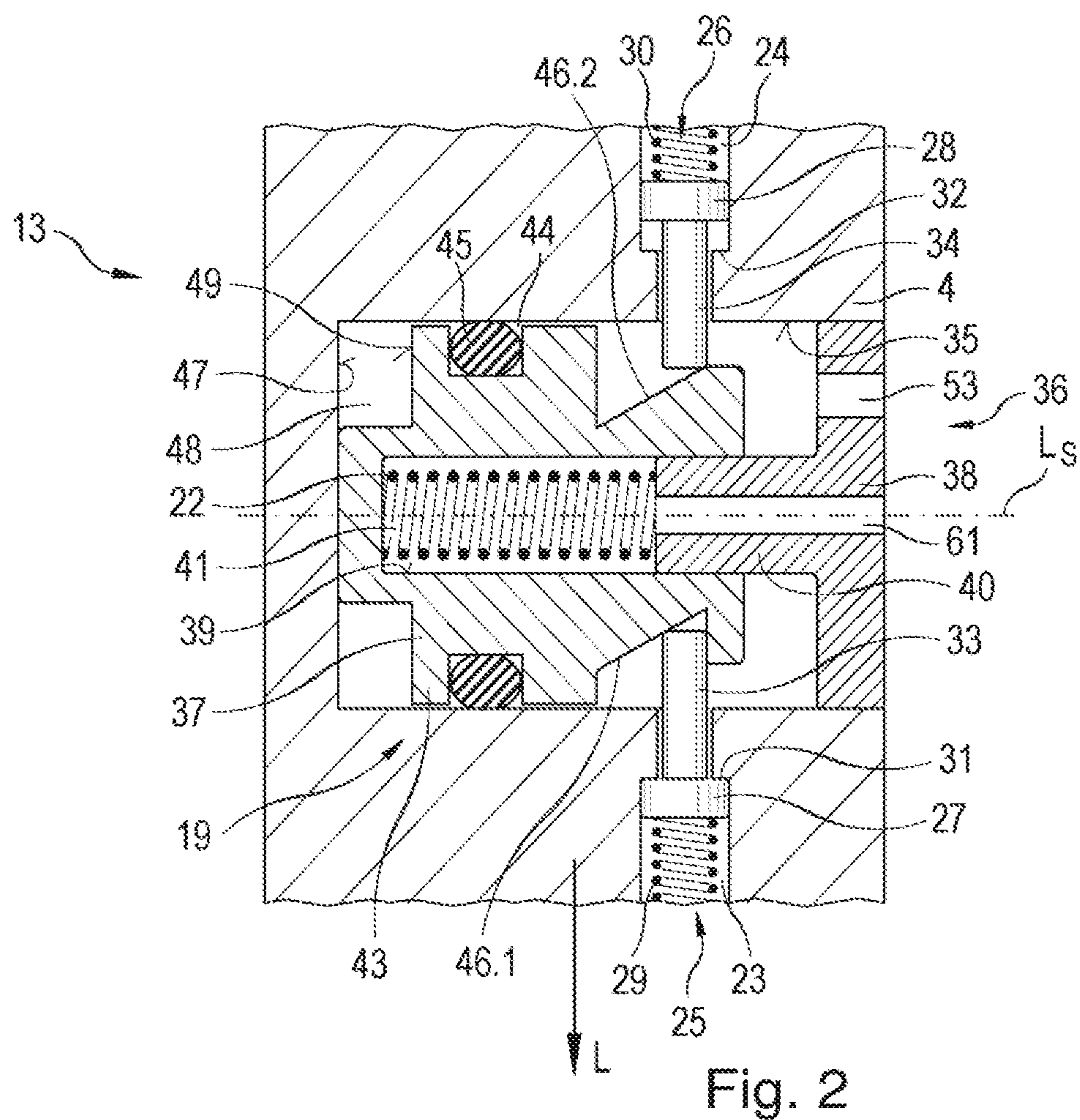


Fig. 1

2/3



3/3

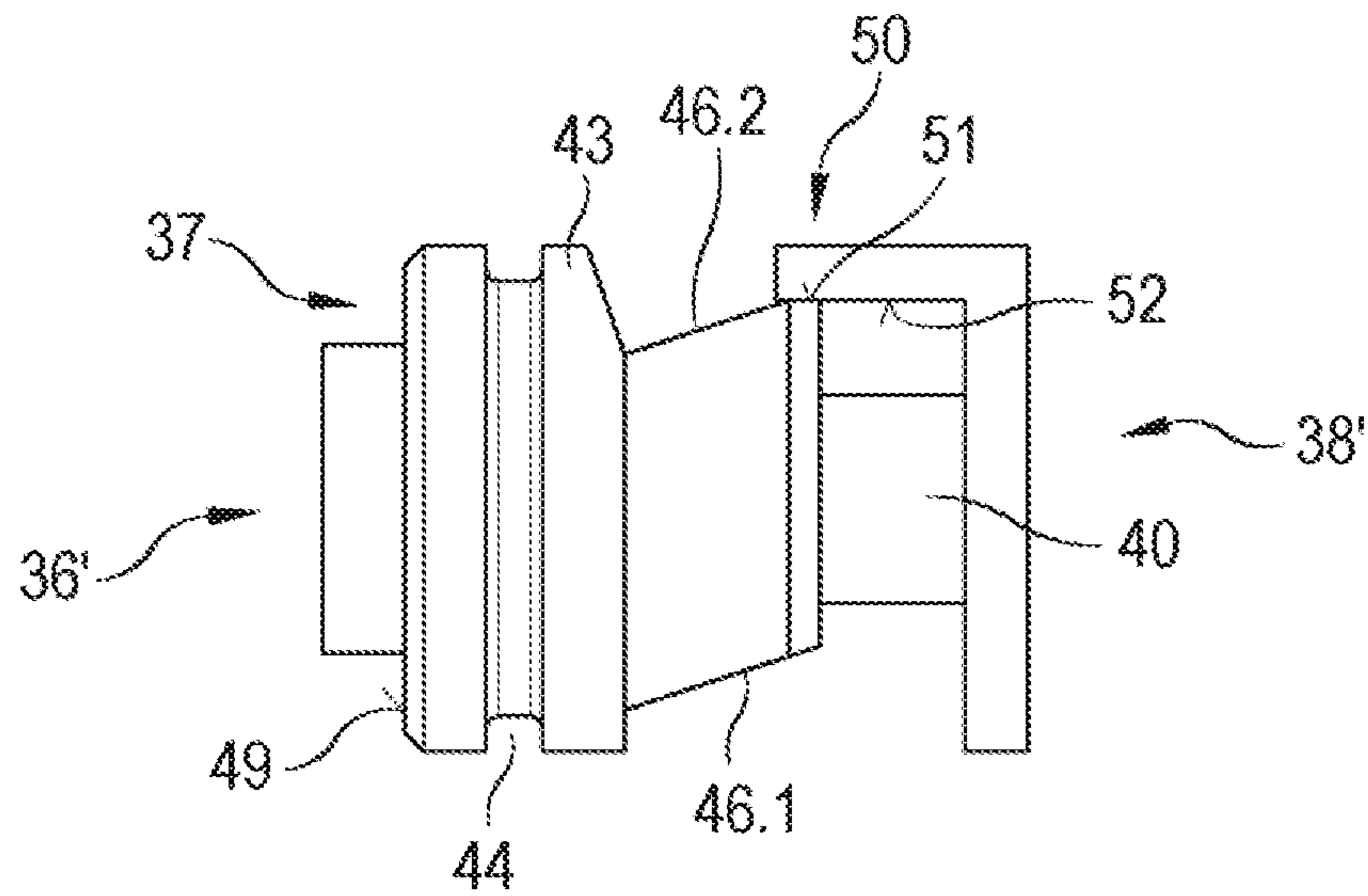


Fig. 4

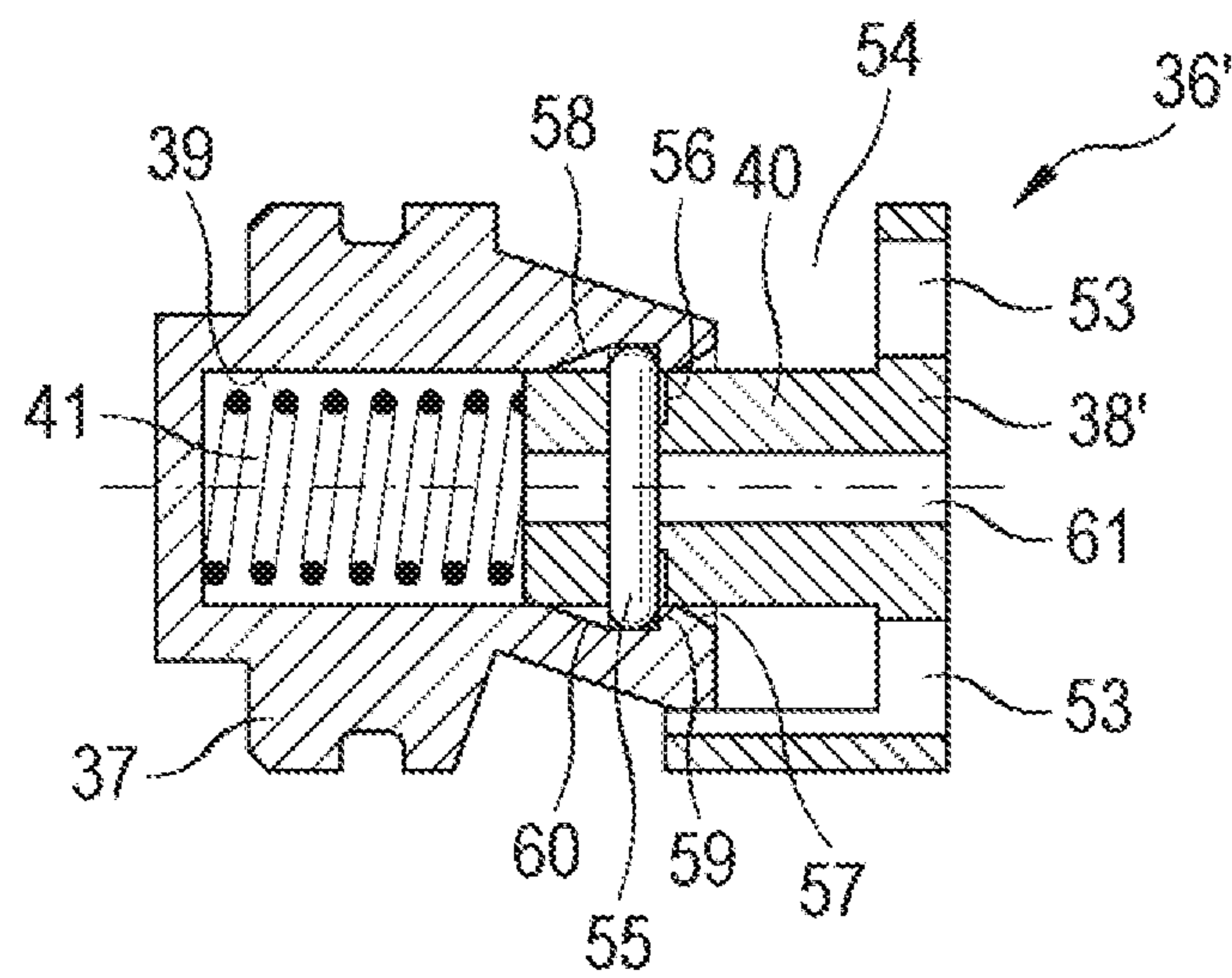


Fig. 5