



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
10 DE 41 19 467 C 2

51 Int. Cl.⁸:
F 15 B 7/00
F 02 M 51/04
F 16 K 31/02

21 Aktenzeichen: P 41 19 467.5-53
22 Anmeldetag: 13. 6. 91
43 Offenlegungstag: 17. 12. 92
46 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 17. 10. 96

DE 41 19 467 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Mercedes-Benz Aktiengesellschaft, 70327 Stuttgart,
DE

72 Erfinder:

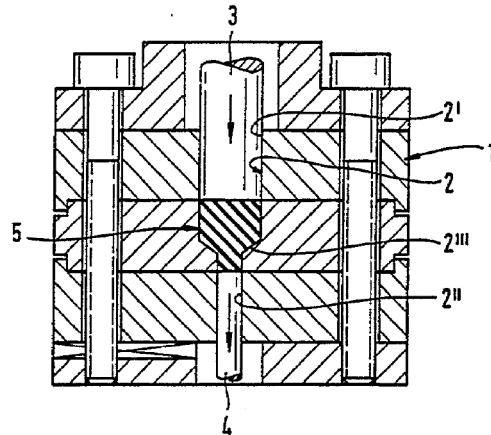
Schwerdt, Paul, 72250 Freudenstadt, DE; Dörrie,
Dieter, Dipl.-Ing., 70327 Stuttgart, DE;
Kirschenhofer, Karl, Dipl.-Ing., 89081 Ulm, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 37 42 241 C2
DE 36 00 140 C2
DE-PS 10 13 139
DE 39 16 539 A1

64 Nach dem Verdrängerprinzip arbeitende Vorrichtung zur Kraft- und Hubübersetzung bzw. -übertragung

57 Nach dem Verdrängerprinzip arbeitende Vorrichtung zur Kraft- und Hubübersetzung bzw. -übertragung, mit einem durch ein piezoelektrisches Element betätigten eingangsseitigen Verdränger mit relativ größerem Querschnitt sowie einem ausgangsseitigen Verdränger mit relativ kleinerem Querschnitt sowie mit einem für beide Verdränger gemeinsamen Verdrängerarbeitsraum, der mit einem Druckübertragungsmedium ausgefüllt ist, welches zumindest im Bereich eines Verdrängers durch einen die Seite dieses Verdrängers gegenüber der Seite des anderen Verdrängers dicht abschließenden Elastomer gebildet wird, dadurch gekennzeichnet, daß der ausgangsseitige Verdränger (4) mit dem Ventilkörper (24) eines Steuerventiles (13) einer Kraftstoffeinspritzanlage eines Verbrennungsmotors antriebsgekoppelt ist und der am ausgangsseitigen Verdränger (4) angeordnete Elastomer (5) eine dichte Sperre zwischen einem kraftstoffführenden Leitungssystem auf der Seite des ausgangsseitigen Verdrängers (4) und dem piezoelektrischen Element (27) sowie eine Halterung des ausgangsseitigen Verdrängers (4) bildet, und daß der Verdrängerarbeitsraum mit konischem Übergang (2'') an die Querschnitte der Verdränger (3, 4) angepaßt und der im Verdrängerarbeitsraum angeordnete Elastomer als im Vakuum vulkanisiertes Elastomerpolster (5) ausgebildet ist.



DE 41 19 467 C 2

Die Erfindung betrifft eine nach dem Verdrängerprinzip arbeitende Vorrichtung zur Kraft- und Hubübersetzung bzw. -übertragung, mit einem durch ein piezoelektrisches Element betätigten eingangsseitigen Verdränger mit relativ größerem Querschnitt sowie einem ausgangsseitigen Verdränger mit relativ kleinerem Querschnitt sowie mit einem für beide Verdränger gemeinsamen Verdrängerarbeitsraum, der mit einem Druckübertragungsmedium ausgefüllt ist, welches zumindest im Bereich eines Verdrängers durch einen die Seite dieses Verdrängers gegenüber der Seite des anderen Verdrängers dicht abschließenden Elastomer gebildet wird.

Eine entsprechende Vorrichtung ist Gegenstand der DE-OS 39 16 539. Gemäß dieser Druckschrift kann der Verdrängerarbeitsraum zwischen zwei Verdrängern vollständig durch einen Elastomer ausgefüllt sein, welcher als Druckübertragungsmedium dient. Gleichzeitig ist dieser Druckschrift zu entnehmen, daß der Elastomer eine dichte Barriere zwischen den Verdrängern zu bilden vermag.

Aus der DE-PS 10 13 139 ist eine ähnliche Vorrichtung bekannt, bei der ein eingangsseitiger Verdränger einen in einem Hohlraum eingeschlossenen Elastomer beaufschlagt, der auf seiner vom eingangsseitigen Verdränger abgewandten Seite eine Flüssigkeitskammer begrenzt, die ihrerseits über eine Leitung mit einem Hydraulikaggregat verbunden ist. Durch entsprechende Bewegung des eingangsseitigen Verdrängers kann die genannte Flüssigkeitskammer vergrößert bzw. verkleinert werden, so daß Flüssigkeit aus dieser Kammer verdrängt bzw. von dieser Kammer aufgenommen wird.

Aus der DE-PS 36 00 140 ist es grundsätzlich bekannt, daß superplastische Legierungen als Druckübertragungsmedium einsetzbar sind.

Die DE-PS 37 42 241 schließlich zeigt ein piezoelektrisch betätigtes Steuerventil zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung bei einem Verbrennungsmotor. Dabei wird der relativ geringe Hub eines piezoelektrischen Elementes hydraulisch in den vergleichsweise großen Hub des Ventilkörpers des Steuerventiles übersetzt.

Aufgabe der Erfindung ist es nun, eine konstruktiv einfache Möglichkeit zu schaffen, das Steuerventil einer Kraftstoffeinspritzanlage piezoelektrisch zu betätigen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mittels einer Vorrichtung der eingangs angegebenen Art gelöst, bei der der ausgangsseitige Verdränger mit dem Ventilkörper eines Steuerventiles einer Kraftstoffeinspritzanlage eines Verbrennungsmotors antriebsgekoppelt ist und der am ausgangsseitigen Verdränger angeordnete Elastomer eine dichte Sperre zwischen einem kraftstoffführenden Leitungssystem auf der Seite des ausgangsseitigen Verdrängers und dem piezoelektrischen Element sowie eine Halterung des ausgangsseitigen Verdrängers bildet, und daß der Verdrängerarbeitsraum mit konischem Übergang an die Querschnitte der Verdränger angepaßt und der im Verdrängerarbeitsraum angeordnete Elastomer als im Vakuum vulkanisiertes Elastomerpolster ausgebildet ist.

Bei der Erfindung übernimmt der Elastomer eine Mehrfachfunktion, indem er einerseits als Druckübertragungsmedium und andererseits als Abschirmung des piezoelektrischen Elementes gegenüber dem Kraftstoffsystem dient. Dadurch kann einerseits eine ähnliche Konstruktion wie bei herkömmlicher hydraulischer Kraft- bzw. Hubübertragung zwischen piezoelektrischem Element und Ventilkörper des Steuerventiles

verwirklicht werden; andererseits entfallen die bei der hydraulischen Kraft- bzw. Hubübertragung notwendigen, vergleichsweise aufwendigen Dichtungsmaßnahmen, die den Kraftstoff vom piezoelektrischen Element zur Vermeidung von Betriebsstörungen fernhalten müssen. Schließlich dient der Elastomer auch als Halterung des ausgangsseitigen Verdrängers, insbesondere bei dessen Montage.

Im übrigen wird hinsichtlich bevorzugter Merkmale der Erfindung auf die Ansprüche verwiesen. Dabei beziehen sich die Ansprüche 2 und 3 auf Ausführungsformen, bei denen die in der Regel nicht reproduzierbare Ruhelage des piezoelektrischen Elementes hydraulisch kompensiert wird.

Nachfolgend wird die Erfindung beispielhaft anhand der Zeichnung erläutert.

Dabei zeigt

Fig. 1 ein Schnittbild einer nach dem Verdrängerprinzip arbeitenden Vorrichtung zur Kraft- und Hubübersetzung bzw. -übertragung, wobei zwei Verdränger mit unterschiedlichen Querschnitten durch einen mit Elastomer gefüllten Verdrängerarbeitsraum miteinander antriebsgekoppelt sind, derart, daß beide Verdränger gleichgerichtete Hubbewegungen ausführen,

Fig. 2 ein der Fig. 1 entsprechendes Schnittbild einer Ausführungsform, bei der eingangs- und ausgangsseitige Hubbewegungen einander entgegengesetzte Richtungen haben,

Fig. 3 eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung für Verbrennungsmotoren, wobei die Erfindung zur Hubübersetzung eines piezoelektrischen Stellorgans bei der Betätigung eines Steuerventiles eingesetzt wird, und

Fig. 4 eine Abwandlung des in Fig. 3 dargestellten Systems.

Bei der in Fig. 1 dargestellten Vorrichtung zur Hubübersetzung ist in einem Gehäuse 1 eine Bohrung 2 angeordnet, welche einen Abschnitt 2' mit großem Durchmesser und einen Abschnitt 2'' mit geringerem Durchmesser aufweist. Zwischen den Abschnitten 2' und 2'' befindet sich eine konische Übergangszone 2'''.

Im Abschnitt 2' der Bohrung 2 ist ein erster Stößel (Verdränger) 3 mit einem dem Durchmesser des Abschnittes 2' angepaßten Querschnitt axialverschiebbar angeordnet, wobei die Führung relativ lose ausgebildet sein kann, d. h. der zwischen der Wandung des Abschnittes 2' der Bohrung 2 und dem Außenumfang des Stößels 3 gebildete Ringspalt kann einen relativ großen Querschnitt aufweisen.

Im Abschnitt 2'' der Bohrung 2 ist ein zweiter Stößel (Verdränger) 4 gleitverschiebbar geführt, wobei für dessen Führung grundsätzlich Gleiches wie für den Stößel 3 gilt.

Innerhalb der Übergangszone 2''' sowie in daran angrenzenden Bereichen der Abschnitte 2' und 2'' der Bohrung 2 ist zwischen einander zugewandten Stirnenden der Stößel 3 und 4 ein Elastomerpolster 5 angeordnet, welches im Vakuum vulkanisiert ist und — wie dargestellt — den zwischen den Stößeln 3 und 4 in der Bohrung 2 zur Verfügung stehenden Raum ausfüllt.

Die dargestellte Anordnung funktioniert wie folgt:

Wird der in Fig. 1 obere Stößel 3 nach abwärts gegen das Elastomerpolster 5 gespannt und um einen begrenzten Hub nach abwärts verlagert, so wird das Elastomerpolster 5 elastisch verformt, wobei entsprechend der vom Stößel 3 "verdrängten" Menge zusätzliches Elastomer material in den Abschnitt 2'' der Bohrung 2 gedrängt wird und den Stößel 4 entsprechend nach unten verschiebt. Dabei erfolgt eine Hubübersetzung, d. h. der

Hub des Stößels 4 ist gegenüber dem Hub des Stößels 3 um einen Faktor vergrößert, welcher dem Verhältnis der Querschnitte der Abschnitte 2' und 2'' der Bohrung 2 entspricht.

Wird der Stößel 4 als treibendes Teil nach oben verschoben, so wird auch der Stößel 3 als getriebenes Teil nach oben verdrängt. In diesem Falle tritt jedoch eine Hubumsetzung ein, d. h. der Hub des Stößels 3 ist gegenüber dem Hub des Stößels 4 um einen Faktor geringer, der sich wiederum aus dem Verhältnis der Querschnitte der Abschnitte 2' und 2'' der Bohrung 2 ergibt.

Im übrigen erfolgt zwischen den Stößeln 3 und 4 auch eine Kraftübersetzung bzw. -umsetzung. Werden beide Stößel 3 und 4 von äußeren Kräften gegeneinander verschoben (d. h. der Stößel 3 nach unten und der Stößel 4 nach oben), so wird ein Gleichgewicht erreicht, wenn die auf den Stößel 3 einwirkende Kraft gegenüber der auf den Stößel 4 einwirkenden Kraft um einen Faktor größer ist, der wiederum dem Querschnittsverhältnis der Abschnitte 2' und 2'' der Bohrung 2 entspricht.

Solange die Hube der Stößel 3 bzw. 4 klein genug sind, daß der Elastizitätsbereich des Elastomerpolsters 5 nicht überschritten wird, verhält sich also das Elastomerpolster 5 ähnlich einem hydraulischen Medium, jedoch mit dem wesentlichen und vorteilhaften Unterschied, daß das Elastomerpraktisch nicht in die Spalte einzudringen vermag, die zwischen den Umfangsflächen der Stößel 3 und 4 und den Wandungen der Abschnitte 2' und 2'' der Bohrung 2 verbleiben. Anders als bei dem Einsatz eines hydraulischen Mediums anstelle des Elastomerpolsters 5 erübrigt es sich also, die genannten Spalte abzudichten.

Außerdem ist vorteilhaft, daß das Elastomerpolster 5 aufgrund seiner Elastizität die Stößel 3 und 4 jeweils in eine definierte Ausgangslage zu drängen bzw. zu halten sucht.

Es bedarf also keiner weiteren Maßnahmen, um die Ausgangslage vorzugeben.

Die in Fig. 2 dargestellte Ausführungsform unterscheidet sich von der zuvor beschriebenen Ausführungsform zunächst darin, daß die Bohrung 2 innerhalb des Gehäuses 1 zwischen ihren Abschnitten 2' und 2'' einen ringstufenförmigen Übergang 2''' aufweist. Der im Abschnitt 2' der Bohrung 2 geführte Stößel 3 besitzt einen kreisringförmigen Querschnitt, d. h. innerhalb des Stößels 3 ist eine Axialbohrung 3' ausgebildet, die zum Abschnitt 2'' der Bohrung 2 hin offen ist und deren Querschnitt größer ist als der Querschnitt des Abschnittes 2'' der Bohrung 2. Der im Abschnitt 2'' geführte Stößel 4 erweitert sich oberhalb des stufenförmigen Überganges 2''' der Bohrung 2 konisch und ist mit einem entsprechend verdickten kolbenartigen Ende 4' in der Axialbohrung 3' des anderen Stößels 3 gleitverschiebbar geführt. Der axial zwischen dem ringstufenförmigen Übergang 2''' der Bohrung 2 und der zugewandten ringförmigen Stirnseite des Stößels 3 innerhalb der Bohrung 2 im Gehäuse 1 verbleibende Ringraum ist durch ein entsprechend ringförmiges Elastomerpolster 5 ausgefüllt.

Zwischen einem die Axialbohrung 3' des Stößels 3 in Fig. 2 nach oben verschließenden Boden und der zugewandten Stirnseite des kolbenartigen Endes 4' des Stößels 4 kann eine Schraubendruckfeder 6 eingespannt sein.

Die in Fig. 2 dargestellte Anordnung funktioniert wie folgt:

Wird der Stößel 3 gegen das Elastomerpolster 5 in Ab-

wärtsrichtung bewegt, so wird der Stößel 4 in Aufwärtsrichtung angehoben, wobei eine Hubübersetzung eintritt, d. h. die Längen der Hube verhalten sich wie das Verhältnis der Querschnitte der radialen Ringflächen, welche einerseits zwischen dem Außenumfang des kolbenförmigen Endes 4' des Stößels 4 oder dem Innenumfang der Axialbohrung 3' des Stößels 3 und der Innenwand des Abschnittes 2' der Bohrung 2 und andererseits zwischen dem Außenumfang des kolbenartigen Endes 4' des Stößels 4 und dem Außenumfang des im Abschnitt 2'' der Bohrung 2 geführten Teiles des Stößels 4 gebildet werden.

Falls der Stößel 4 durch eine äußere Kraft nach abwärts gezogen wird, wird der Stößel 3 nach aufwärts gedrängt, wobei eine durch das Verhältnis der vorher angegebenen Ringflächen bestimmte Hubumsetzung auftritt.

Im übrigen tritt auch wiederum eine Kraftübersetzung bzw. -umsetzung auf, d. h. wenn die Stößel 3 und 4 durch äußere Kräfte in Abwärtsrichtung gedrängt werden, so tritt ein Gleichgewicht auf, wenn das Verhältnis zwischen der auf den Stößel 3 wirkenden Kraft und der auf den Stößel 4 wirkenden Kraft dem reziproken Wert des Verhältnisses zwischen der Querschnittsdifferenz, die zwischen dem Querschnitt des Abschnittes 2' der Bohrung 2 und dem kolbenartigen Ende 4' des Stößels 4 vorhanden ist, und der Querschnittsdifferenz entspricht, die zwischen dem Querschnitt des kolbenartigen Endes 4' der Stößels 4 und dem im Abschnitt 2'' der Bohrung 2 geführten Teil des Stößels 4 vorliegt.

Während bei der Ausführungsform nach Fig. 1 die Hubrichtungen des jeweils treibenden Stößels 3 oder 4 und des jeweils getriebenen Stößels 4 oder 3 gleichgerichtet sind, tritt also im Beispiel der Fig. 2 eine Hubrichtungsumkehr auf.

Im übrigen gelten für die Ausführungsform der Fig. 2 die gleichen Vorzüge, wie sie oben im Zusammenhang mit der Ausführungsform der Fig. 1 erläutert wurden.

Bei dem in Fig. 3 dargestellten Kraftstoff-Einspritzsystem gelangt Kraftstoff über eine Zulaufleitung 7 zu einem Plungerarbeitsraum 8 einer Einspritzpumpe 9, deren Plunger 10 beim Abwärtshub die Verbindung zwischen dem in Fig. 3 unteren Bereich des Plungerarbeitsraumes 8 und der Zulaufleitung 7 absperrt und damit Kraftstoff aus dem unteren Bereich des Plungerarbeitsraumes 8 in eine davon abgehende Leitung 11 schiebt, die über ein Einspritzventil 12 zu einem Steuerventil 13 führt, welches eine Verbindung zwischen der Leitung 11 und einer zur Zulaufleitung 7 führenden Rücklaufleitung 14 steuert, d. h. öffnet oder schließt.

Das Einspritzventil 12 besitzt einen kolbenartigen Verschlusskörper 15, welcher in der dargestellten Schließlage mit einem dornartigen Fortsatz eine mit der Leitung 11 verbundene Einspritzdüse 16 abschließt. Der Verschlusskörper 15 ist nach Art eines in einer Bohrung 17 geführten Kolbens angeordnet und so ausgebildet, daß der hydraulische Druck an der Einspritzdüse 16 bzw. in der Leitung 11 auf den Verschlusskörper 15 eine Kraft in Öffnungsrichtung ausübt und damit den Verschlusskörper 15 gegen die Kraft einer Rückstellfeder 18 anzuheben sucht.

Solange das Steuerventil 13 geöffnet ist und dementsprechend die Leitung 11 und die Rücklaufleitung 14 miteinander verbunden sind, bleibt der hydraulische Druck in der Leitung 11 immer so gering, daß die Rückstellfeder 18 den Verschlusskörper 15 in der dargestellten Schließlage hält. Wird nun das Steuerventil 13 geschlossen, so steigt der hydraulische Druck in der Lei-

tung 11 bei arbeitender Einspritzpumpe 9 stark an, mit der Folge, daß der Verschlußkörper 15 in seine Öffnungslage angehoben wird und Kraftstoff durch die Einspritzdüse 16 ausgestoßen wird.

Das Steuerventil 13 besitzt in grundsätzlich bekannter Weise ein mehrteiliges Gehäuse 20 mit einer mehrfach gestuften bzw. konisch erweiterten Axialbohrung 21, deren in Fig. 3 unterer Bereich einen Teil der Rücklaufleitung 14 bildet. In diese Axialbohrung 21 mündet von der Seite her eine Schrägbohrung 22, welche einen Teil der Leitung 11 bildet. Zwischen der Einmündung der Schrägbohrung 22 in die Axialbohrung 21 und deren in Fig. 3 unterem Abschnitt ist ein Sitz 23 ausgebildet. Dieser Sitz wirkt mit einem Ventilkörper 24 zusammen, welcher mit einem kolbenartigen Abschnitt 24' oberhalb der Einmündung der Schrägbohrung 22 in der Axialbohrung 21 gleitverschiebbar geführt ist und in seiner Öffnungslage, in die der Ventilkörper 24 von einer Feder 25 gedrängt wird, an einer ringstufenförmigen Verengung 21' der Axialbohrung 21 anstößt.

Oberhalb der Verengung 21' schließt an die Axialbohrung 21 die gleichachsige Bohrung 2 an, die in gleicher Weise wie in Fig. 1 ausgebildet ist. Dabei ist wiederum im unteren Abschnitt 2" der Bohrung 2 der Stößel 4 gleitverschiebbar angeordnet, dessen in Fig. 3 untere Stirnfläche auf der zugewandten Stirnseite des Ventilkörpers 24 aufliegt. Im oberen Abschnitt 2' der Bohrung 2 ist der Stößel 3 verschiebbar geführt, der mit dem vorgenannten Stößel 4 über das Elastomerpolster 5 antriebsgekoppelt ist.

Auf dem Stößel 3 wirkt ein stempelartiges Stellorgan 26 eines piezoelektrischen Betätigungselementes 27. Wird dieses Element 27 bestromt, so verschiebt sich das stempelartige Stellorgan 26 in Abwärtsrichtung und drängt dementsprechend den Stößel 3 nach unten, mit der Folge, daß der Stößel 4 mit entsprechend der Hubübersetzung vergrößertem Hub nach abwärts verschoben wird und den Ventilkörper 24 gegen die Kraft der Feder 25 in seine Schließlage verschiebt. Wird das piezoelektrische Element 27 beaufschlagende elektrische Strom abgeschaltet, so bewegt sich das Piezoelement 27 eigendynamisch in seine Ruhelage, und die Feder 25 schiebt den Ventilkörper 24 wiederum in seine Öffnungslage, wobei der Stößel 4 nach oben verschoben wird und dementsprechend den Stößel 3 mit gegenüber dem Stößel 4 vermindertem Hub nach oben stellt.

Durch die Hubübersetzung zwischen den Stößeln 3 und 4 wird der Tatsache Rechnung getragen, daß das piezoelektrische Element 27 bzw. dessen Stellorgan 26 bei elektrischer Erregung bzw. Entregung nur relativ kleine Hübe auszuführen vermögen, während der Ventilkörper 24 einen relativ großen Öffnungs- bzw. Schließhub ausführen soll.

Die erfindungsgemäße Anordnung mit dem Elastomerpolster 5 bietet im vorliegenden Anwendungsfall deutliche Vorteile.

Bei der Montage des Steuerventiles 13 vermag das Elastomerpolster 5 den Stößel 4 in einer Ausgangslage zu halten, gegebenenfalls auch den Stößel 3. Darüber hinaus bildet das Elastomerpolster 5 eine dichte Sperre zwischen dem kraftstoffführenden Leitungssystem und dem piezoelektrischen Element 27. Im übrigen ist vorteilhaft, daß das durch das Elastomerpolster 5 gebildete Druckübertragungsmedium zwischen den Stößeln 3 und 4 nicht auslaufen kann.

Piezoelektrische Elemente besitzen keine genau reproduzierbare Ruhelage, vielmehr schwankt die bei abgeschaltetem elektrischen Strom eingenommene Ruhe-

lage aufgrund von Hystereseeffekten und Temperaturdehnungen um eine mittlere Ruhelage. Dementsprechend hat auch das stempelartige Stellorgan 26 eine nicht exakt reproduzierbare Ruhelage. Um die Schwankungen der Ruhelage auszugleichen, ist der Stößel 3 in an sich bekannter Weise als längenveränderliches Ausgleichselement ausgebildet:

Der Stößel 3 besitzt ein nach oben geöffnetes Außenteil 30, in dem ein zylinderförmiges Innenteil 31 nach Art eines Kolbens gleitverschiebbar geführt ist. Dieses Innenteil 31 ragt nach oben etwas aus dem Außenteil 30 heraus. Im Bereich des in Fig. 3 oberen Endes des Außenteiles 30 ist der Spalt zwischen dem Außenumfang des Innenteiles 31 und dem Innenumfang des Außenteiles durch einen Dichtring 32 abgedichtet. Innerhalb des Innenteiles 31 ist eine Axialbohrung (zweiter Raum) 33 angeordnet, welche das Innenteil 31 auf seiner gesamten Länge durchsetzt und am oberen Ende des Innenteiles 31 durch einen elastisch federnden Boden 34 bzw. eine elastisch federnde Dichtung abgeschlossen ist. Ein unterer verengter Bereich der Axialbohrung 33 bildet einen Sitz 35, der mit einer Ventilkugel 36 zusammenwirkt, die mittels einer Ventildfeder 37 von unten gegen den Sitz 35 in ihre Schließlage gedrängt wird. Die Ventildfeder 37 ist an einem Federkäfig 38 abgestützt, der seinerseits mittels einer Schraubendruckfeder 39, die auf dem unteren Boden des Außenteiles 30 abgestützt ist, von unten gegen das Innenteil 31 gespannt wird. Dabei ist die Spannkraft der Schraubendruckfeder 39 geringer als die Spannkraft der dem Ventilkörper 24 des Steuerventiles 13 zugeordneten Feder 25.

Der oberhalb des Sitzes 35 innerhalb des Innenteiles 31 gebildete Innenraum ist über eine Querbohrung 40, welche die Umfangswand des Innenteiles 31 durchsetzt, und den Spaltraum zwischen Außenteil 30 und Innenteil 31 mit dem im Außenteil unterhalb der Unterseite des Innenteiles 31 verbleibenden Raum verbunden, wobei der Querschnitt des genannten Spaltraumes so bemessen ist, daß im Zusammenwirken mit einem der genannten Räume ausfüllenden Hydrauliköl eine deutlich gedrosselte Verbindung hergestellt wird.

Der dargestellte Stößel 3 arbeitet wie folgt:

Sobald das stempelförmige Stellorgan 26 einen Abwärtshub ausführt, wird das Innenteil 31 nach abwärts gedrängt, wobei auch das Außenteil 30 nach unten gedrängt wird, weil in diesem Betriebszustand die Ventilkugel 36 in Schließlage verbleibt. Dementsprechend kann der Ventilkörper 24 des Steuerventiles 13 in seine Schließlage verstellt werden.

Nun möge nachfolgend das Stellorgan 26 des piezoelektrischen Elementes 27 eine relativ weit nach oben verlagerte Ruhestellung einnehmen, welche oberhalb der zuvor vor dem Abwärtshub eingenommenen Ruhestellung liegt. In diesem Falle steht also dem Stößel 3 zwischen der Oberseite des Elastomerkörpers 5 und der zugewandten Unterseite des Stellorganes 26 ein Raum mit relativ großer axialer Länge zur Verfügung, sobald der Ventilkörper 24 des Steuerventiles 13 seine an der Verengung 21' der Axialbohrung 21 anliegende Endlage erreicht hat. Dementsprechend wird sich der Stößel 3 expandieren, weil Außen- und Innenteil 30 und 31 durch die Kraft der Schraubendruckfeder 39 auseinandergehoben werden, wobei die Ventilkugel 36 von ihrem Sitz abhebt und Hydraulikmedium aus dem Raum oberhalb des Ventilsitzes 35 in den Raum unterhalb des Sitzes 35 überströmt. Gleichzeitig verformt sich der elastische Boden 34 entsprechend. Wird nachfolgend das piezoelektrische Element 27 wiederum erregt, kann der

Stößel 3 dessen Stellhub in Abwärtsrichtung übertragen, weil in diesem Betriebszustand die Ventilkugel 36 wiederum ihre Schließlage einnimmt und das Innenteil 31 an einer schnellen Einschubbewegung in das Außenteil 30 hindert.

Nachfolgend möge nun das Stellorgan 26 des piezoelektrischen Elementes 27 beim Abschalten des elektrischen Stromes eine Ruhelage einnehmen, die unterhalb der zuvor vor dem Stellhub eingenommenen Ruhelage liegt. Da der Stößel 3 zunächst noch eine relativ große Länge aufweist, kann die Feder 25 den Ventilkörper 24 zunächst nicht vollständig in seine geöffnete Endlage schieben, in der der Ventilkörper 24 mit seinem Abschnitt 24' an der Verengung 21' der Axialbohrung 21 anschlägt. Dementsprechend steht der Stößel 3 zunächst unter der Spannung der Feder 25. Diese Spannung, die größer ist als die Spannung der Schraubendruckfeder 39, bewirkt, daß Hydraulikmedium aus dem Raum unterhalb des Sitzes 35 über den Spalt zwischen Innen- und Außenteil 31 und 30 sowie die Querbohrung 40 zurück in den Raum oberhalb des Sitzes 35 verschoben wird, wobei sich der elastische Boden 34 wiederum entsprechend verformt und der Stößel 3 sich verkürzt, bis der Ventilkörper 24 des Steuerventiles 13 seine Endlage an der Verengung 21' der Axialbohrung 21 erreicht hat.

Fig. 4 zeigt nun eine abgeänderte Konstruktion zur Kompensation der veränderlichen Ruhelagen des Stellorganes 26 des piezoelektrischen Elementes 27.

Innerhalb des Abschnittes 2' der Bohrung 2 ist ein Kolben 41 verschiebbar angeordnet, welcher mit seinem oberen Ende am Stellorgan 26 anliegt. Der Kolben 41 ist als Hohlkörper ausgebildet, d. h. mit einer den Kolben 41 durchsetzenden Axialbohrung 33, die am oberen Ende des Kolbens 41 durch den elastischen Boden 34 verschlossen ist. Im übrigen ist das obere Ende des Kolbens 41 stufenförmig verjüngt, derart, daß zwischen dem verjüngten Ende des Kolbens 41 und der Innenwand des Abschnittes 2' der Bohrung 2 ein Ringraum 42 gebildet wird, welcher nach oben durch ein ringförmiges nachgiebiges Bodenteil 43, z. B. in Form einer Elastomermembran, abgeschlossen ist. Am unteren Ende des Kolbens 41 verengt sich dessen Axialbohrung 33 zu dem Sitz 35, welcher wiederum mit der Ventilkugel 36 zusammenwirkt, die von der Ventildfeder 37 in ihre Schließlage gedrängt wird. Die Ventildfeder 37 ist auf dem Federkäfig 38 abgestützt, welcher wiederum von der Schraubendruckfeder 39 gegen die Unterseite des Kolbens 41 gedrängt wird. Die Schraubendruckfeder 39 ist auf einer Platte 44 abgestützt, die auf der Oberseite des Elastomerkörpers 5 aufliegt bzw. am oder im Elastomerkörper 5 einvulkanisiert ist. Der zwischen dem Elastomerkörper 5 und der Unterseite des Kolbens 41 verbleibende, mit hydraulischem Medium gefüllte Raum ist über den als Drossel wirkenden, zwischen Innenwandung des Abschnittes 2' der Bohrung 2 und Umfangswandung des Kolbens 41 gebildeten Spalt sowie den Ringraum 42 und die Umfangswandung des Kolbens 41 unterhalb des Bodenteiles 43 sowie des Bodens 34 durchsetzende Öffnungen 45 mit dem Innenraum des Kolbens 41 oberhalb des Sitzes 35 verbunden.

Die dargestellte Anordnung funktioniert wie folgt: Wird das piezoelektrische Element 27 erregt, so schiebt dessen Stellorgan 26 den Kolben 41 in Abwärtsrichtung. Dieser Stellhub wird vom Kolben 41 über das zwischen ihm und der Oberseite des Elastomerkörpers 5 eingeschlossene Hydraulikmedium auf den Elastomerkörper 5 übertragen und verursacht dementsprechend einen Ab-

wärtschub des Stößels 4 und damit einen Schließhub des Ventilkörpers 24.

Sollte nun nachfolgend die beim Abschalten des dem piezoelektrischen Element 27 zugeführten elektrischen Stromes vom Stellorgan 26 eingenommene Ruhelage relativ weit nach oben verlagert sein, so wird die Schraubendruckfeder 39 den Kolben 41 entsprechend weit nach oben schieben, sobald der Ventilkörper 24 des Steuerventiles 13 seine obere Endlage erreicht hat. Bei der genannten Verschiebung des Kolbens 41 hebt die Ventilkugel 36 vom Sitz 35 ab, wobei aus der Axialbohrung 33 des Kolbens 41 Hydraulikmedium in den Raum zwischen dem Kolben 41 und dem Elastomerpols 5 überströmt. Gleichzeitig verformt sich der nachgiebige Boden 34.

Der nachfolgende Stellhub des Stellorganes 26 in Abwärtsrichtung kann dann wiederum vollständig auf die Oberseite des Elastomerpols 5 übertragen werden.

Sollte nun nachfolgend das Stellorgan 26 eine relativ weit nach unten verlagerte Ruhelage einnehmen, bevor der Ventilkörper 24 seine geöffnete Endlage an der Verengung 21' der Axialbohrung 21 eingenommen hat, so wirkt zunächst noch die relativ große Spannung der Feder 25 auf den Stößel 4 und damit auf den Elastomerkörper 5, welcher dementsprechend einen großen Druck auf das zwischen ihm und dem Kolben 41 eingeschlossene hydraulische Medium ausübt, mit der Folge, daß dieses über den Drosselspalt zwischen Kolben 41 und Umfangswandung des Abschnittes 2' der Bohrung 2, den Ringraum 42 sowie die Öffnungen 45 in die Axialbohrung 33 des Kolbens 41 verdrängt wird, wobei sich der nachgiebige Boden 34 entsprechend verformt. Dementsprechend vermindert sich das Volumen des zwischen der Unterseite des Kolbens 41 und der Oberseite des Elastomerkörpers 5 eingeschlossenen hydraulischen Mediums, bis der Ventilkörper 24 schließlich seine Endlage an der Verengung 21' erreicht hat.

Bei der in Fig. 4 dargestellten Ausführungsform wird also der Hub des Kolbens 41 hydraulisch auf den Elastomerkörper 5 übertragen. Entsprechendes gilt auch in umgekehrter Richtung.

Patentansprüche

1. Nach dem Verdrängerprinzip arbeitende Vorrichtung zur Kraft- und Hubübersetzung bzw. -übertragung, mit einem durch ein piezoelektrisches Element betätigten eingangsseitigen Verdränger mit relativ größerem Querschnitt sowie einem ausgangsseitigen Verdränger mit relativ kleinerem Querschnitt sowie mit einem für beide Verdränger gemeinsamen Verdrängerarbeitsraum, der mit einem Druckübertragungsmedium ausgefüllt ist, welches zumindest im Bereich eines Verdrängers durch einen die Seite dieses Verdrängers gegenüber der Seite des anderen Verdrängers dicht abschließenden Elastomer gebildet wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der ausgangsseitige Verdränger (4) mit dem Ventilkörper (24) eines Steuerventiles (13) einer Kraftstoffeinspritzanlage eines Verbrennungsmotors antriebsgekoppelt ist und der am ausgangsseitigen Verdränger (4) angeordnete Elastomer (5) eine dichte Sperre zwischen einem kraftstoffführenden Leitungssystem auf der Seite des ausgangsseitigen Verdrängers (4) und dem piezoelektrischen Element (27) sowie eine Halterung des ausgangsseitigen Verdrängers (4) bildet, und daß der Verdrängerarbeitsraum mit konischem Über-

gang (2''') an die Querschnitte der Verdränger (3, 4) angepaßt und der im Verdrängerarbeitsraum angeordnete Elastomer als im Vakuum vulkanisiertes Elastomerpolster (5) ausgebildet ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß

- das piezoelektrische Element (27) einen Kolben (31; 41) betätigt,
- zwischen diesem Kolben (31; 41) und dem Elastomer (5) bzw. einem darauf abgestützten Teil (30) eine Druckfeder (39) eingespannt ist,
- ein mit Hydrauliköl gefüllter erster Raum zwischen diesem Kolben (31; 41) und dem Elastomer (5) bzw. dem darauf abgestützten Teil (30) mit einem im Kolben (31; 41) angeordneten zweiten Raum (33) einerseits über ein Rückschlagventil (35, 36, 37), welches nur eine Strömung vom zweiten zum ersten Raum zuläßt, und andererseits über einen Drosselweg verbunden ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Raum unmittelbar zwischen dem Kolben (41) und dem Elastomer (5) angeordnet ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdränger gleichachsrig zueinander angeordnet sind.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

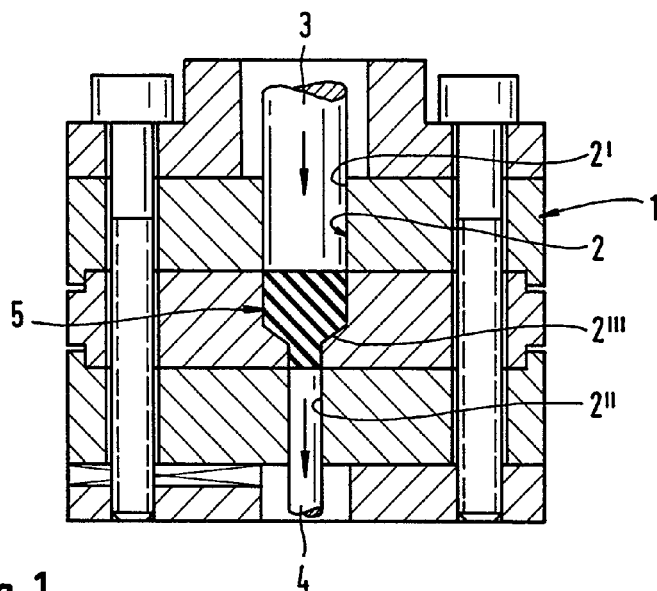


Fig. 1

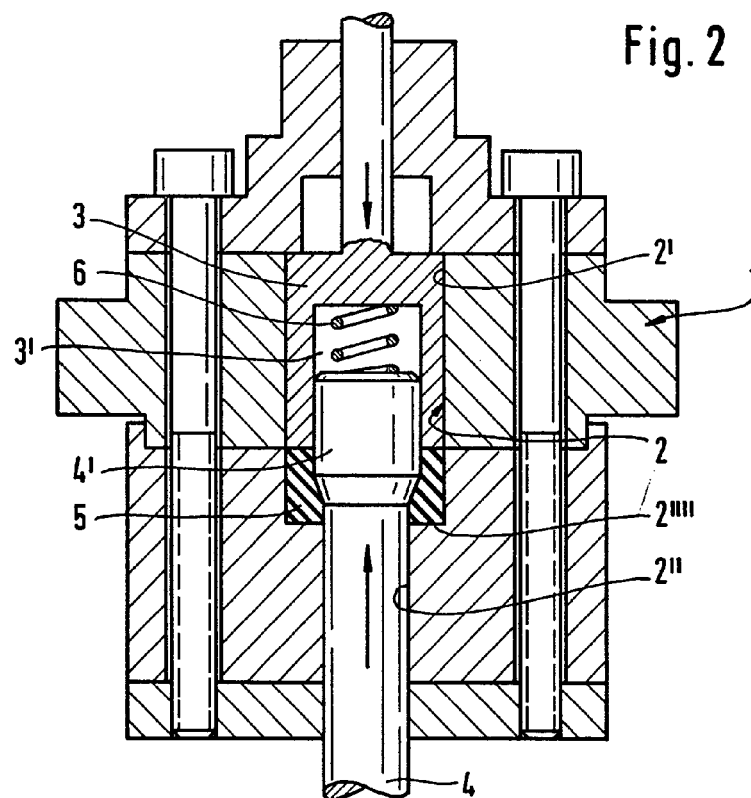
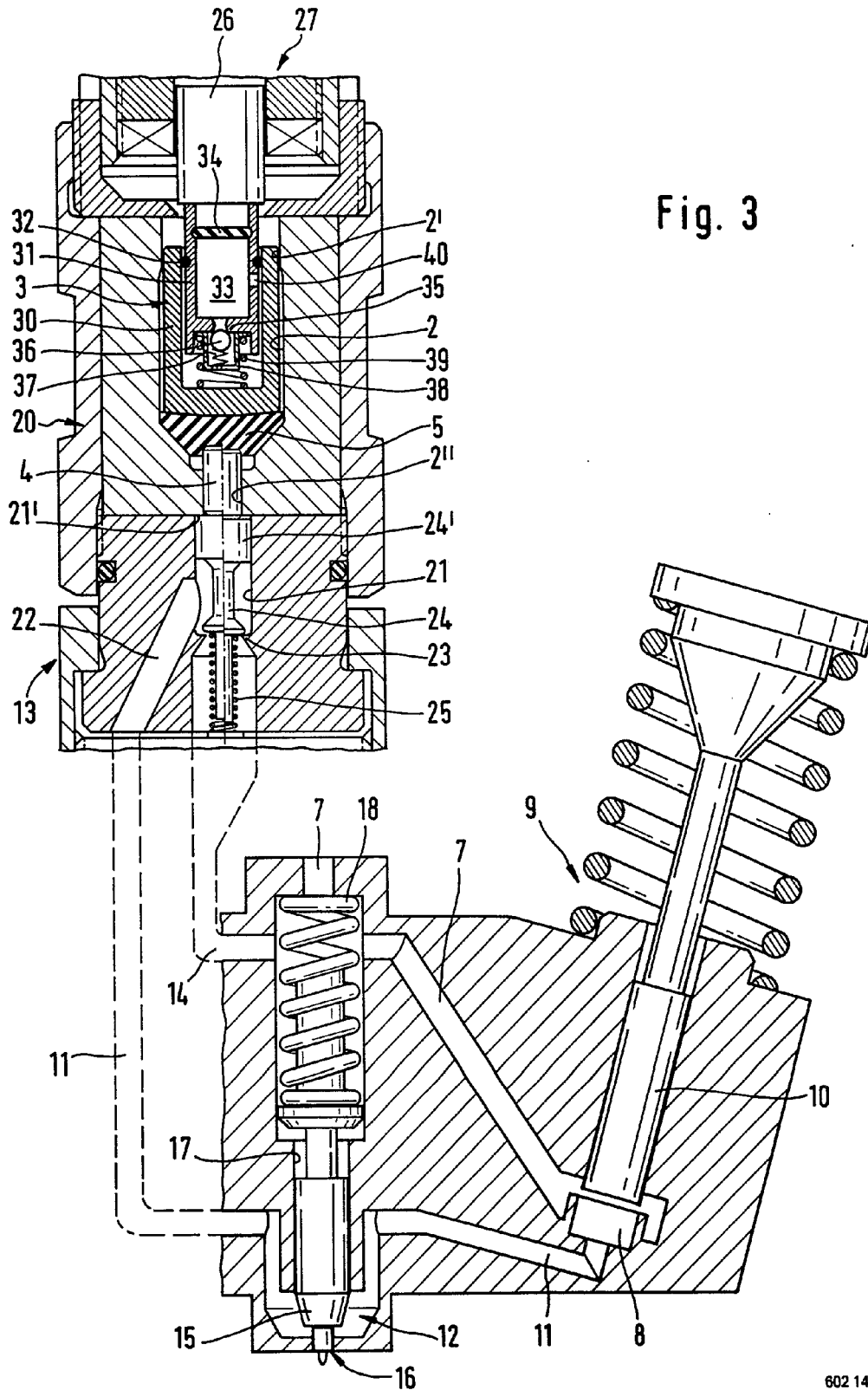
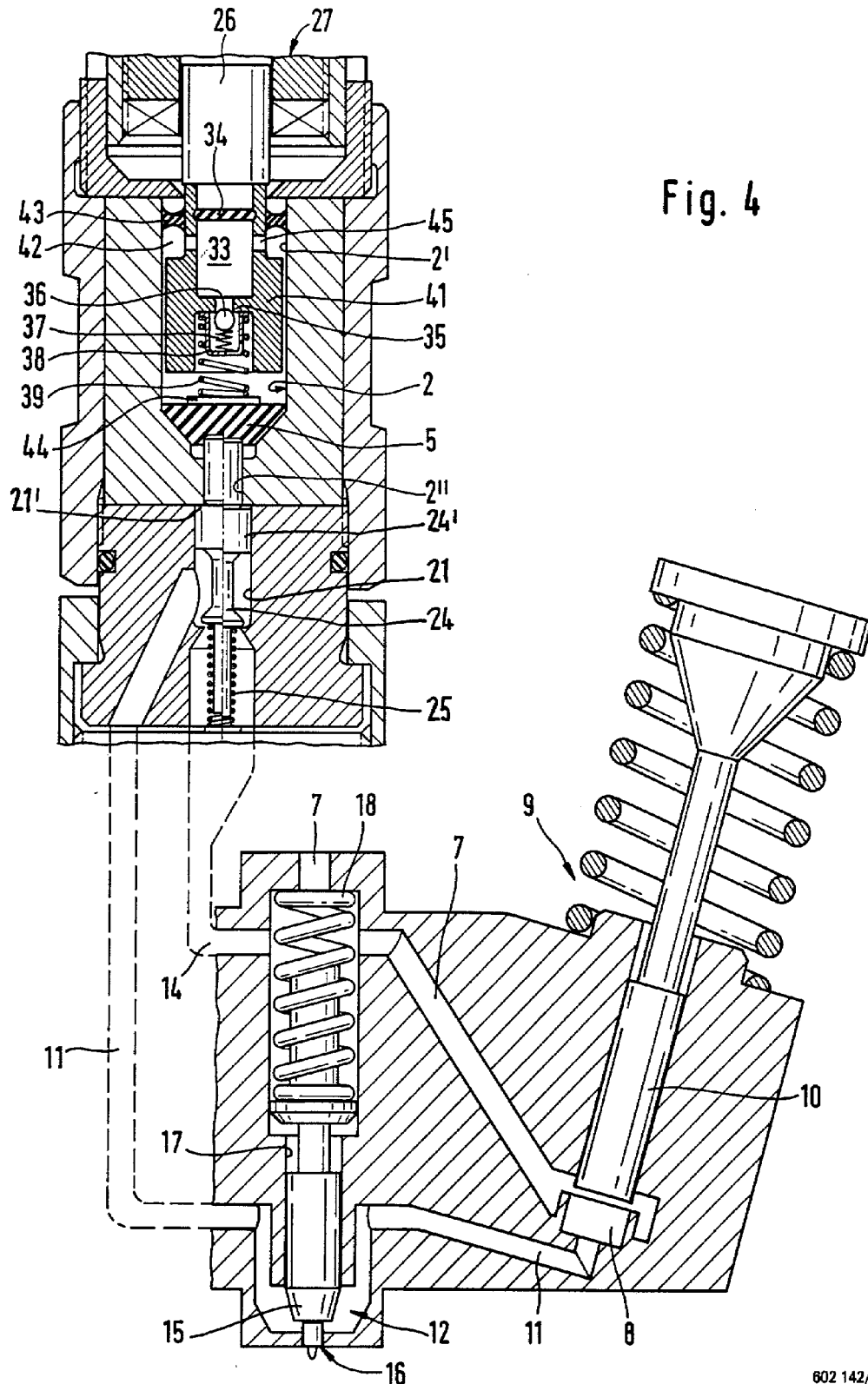


Fig. 2

602 142/110



602 142/110



602 142/110