



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 30 089 A1** 2004.01.15

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **102 30 089.5**
(22) Anmeldetag: **04.07.2002**
(43) Offenlegungstag: **15.01.2004**

(51) Int Cl.7: **F02M 51/06**

(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(74) Vertreter:
**Mitscherlich & Partner, Patent- und
Rechtsanwälte, 80331 München**

(72) Erfinder:
**Huebel, Michael, 70839 Gerlingen, DE; Deponte,
Rene, 71093 Weil im Schönbuch, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu
ziehende Druckschriften:

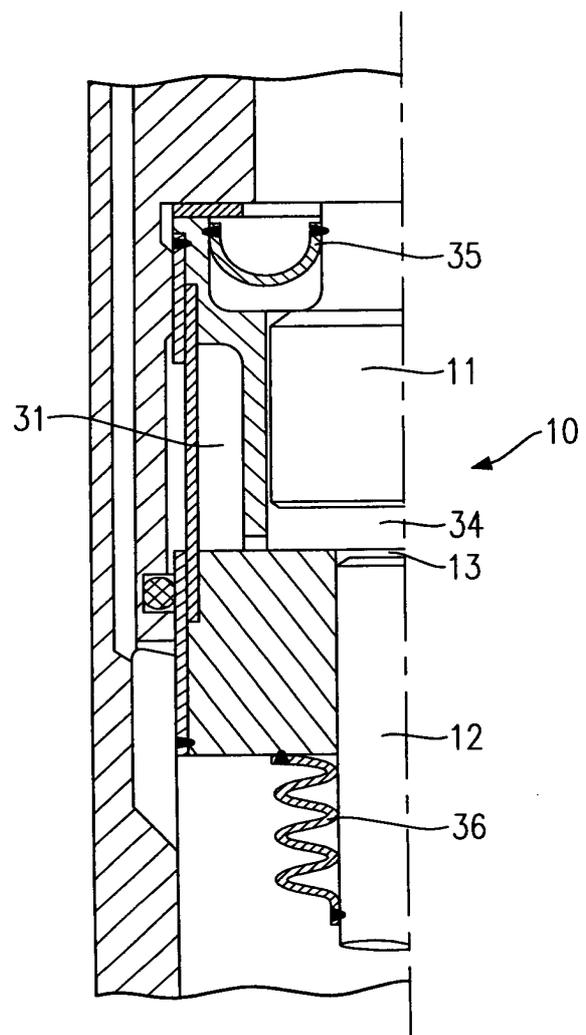
DE 199 50 760 A1
DE 196 46 847 A1
DE 100 46 323 A1
DE 42 32 225 A1
DE 40 05 455 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Brennstoffeinspritzventil**

(57) Zusammenfassung: Ein Brennstoffeinspritzventil (1), insbesondere ein Brennstoffeinspritzventil (1) für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen, umfaßt einen piezoelektrischen oder magnetostriktiven Aktor (2), der über einen hydraulischen Koppler (10) einen Ventilschließkörper (17) betätigt, der mit einer Ventilsitzfläche (18) zu einem Dichtsitz zusammenwirkt. Der hydraulische Koppler (10) weist einen Geberkolben (11) und einen Nehmerkolben (12) auf, die durch einen Kopplerspalt (13) voneinander beabstandet sind. Der hydraulische Koppler (10) definiert mit einer Membran (35), welche mit dem Geberkolben (11) verbunden ist, und einer Dichtung (36), die mit dem Nehmerkolben (12) verbunden ist, ein Kopplervolumen (34) und ein Ausgleichsvolumen (31), welche mit einem Kopplermedium gefüllt sind.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einem Brennstoffeinspritzventil nach der Gattung des Hauptanspruchs.

[0002] Aus der EP 0 477 400 A1 ist eine Anordnung für einen in Hubrichtung wirkenden, adaptiven mechanischen Toleranzausgleich für einen Wegtransformator eines piezoelektrischen Aktors für ein Brennstoffeinspritzventil bekannt. Dabei wirkt der Aktor auf einen Geberkolben, der mit einer Hydraulikkammer verbunden ist. Über die Druckerhöhung in der Hydraulikkammer wird ein Nehmerkolben bewegt, der eine anzutreibende, zu positionierende Masse bewegt. Diese anzutreibende Masse ist beispielsweise eine Ventalnadel eines Brennstoffeinspritzventils. Die Hydraulikkammer ist dabei mit einem Hydraulikfluid gefüllt. Bei einer Ausdehnung des Aktors und Kompression des Hydraulikfluids in der Hydraulikkammer fließt ein kleiner Teil des Hydraulikfluids mit einer definierten Leckrate ab. In der Ruhephase des Aktors wird dieses Hydraulikfluid ergänzt.

[0003] Aus der DE 195 00 706 A1 ist ein hydraulischer Wegtransformator für einen piezoelektrischen Aktor bekannt, bei dem ein Geberkolben und ein Nehmerkolben in einer gemeinsamen Symmetrieachse angeordnet sind und die Hydraulikkammer zwischen den beiden Kolben angeordnet ist. In der Hydraulikkammer ist eine Feder angeordnet, die den Geberzylinder und den Nehmerkolben auseinander drückt, wobei der Geberkolben in Richtung des Aktors und der Nehmerkolben in einer Arbeitsrichtung zu einer Ventalnadel hin vorgespannt werden. Wenn der Aktor auf den Geberzylinder eine Hubbewegung überträgt, wird diese Hubbewegung durch den Druck eines Hydraulikfluids in der Hydraulikkammer auf den Nehmerkolben übertragen, da das Hydraulikfluid in der Hydraulikkammer sich nicht zusammenpressen läßt und nur ein geringer Anteil des Hydraulikfluids durch Ringspalte zwischen Geberkolben und einer Führungsbohrung und Nehmerkolben und einer Führungsbohrung während des kurzen Zeitraumes eines Hubes entweichen kann.

[0004] In der Ruhephase, wenn der Aktor keine Druckkraft auf den Geberzylinder ausübt, werden durch die Feder der Geberkolben und der Nehmerkolben auseinander gedrückt. Durch den entstehenden Unterdruck dringt über die Ringspalte das Hydraulikfluid in die Hydraulikkammer ein und füllt diese wieder auf. Dadurch stellt der Wegtransformator sich automatisch auf Längenausdehnungen und druckbedingte Dehnungen eines Brennstoffeinspritzventils ein.

[0005] Nachteilig an diesem bekannten Stand der Technik ist, daß während eines Entlastungszeitraumes, in dem in der Hydraulikkammer kein hoher Druck herrscht, das Hydraulikfluid verdampfen kann. Ein Gas ist jedoch kompressibel und baut erst bei ei-

ner starken Volumenverringering einen entsprechend hohen Druck auf. Der Geberzylinder kann nun in seine Führungsbohrung gedrückt werden, ohne daß es zu einer Kraftübertragung auf den Geberkolben kommt.

[0006] Diese Gefahr besteht insbesondere bei einem Brennstoffeinspritzventil, das zur Einspritzung von Benzin als Brennstoff dient, wenn das Benzin zugleich als Hydraulikfluid dient. Nochmals erhöht wird diese Gefahr bei einem direkt einspritzenden Brennstoffeinspritzventil für Benzin nach dem Abstellen einer heißen Brennkraftmaschine. Das Brennstoffeinspritzsystem verliert nun seinen Druck. Es kommt besonders leicht zum Verdampfen des Benzins. Bei einem erneuten Startversuch der Brennkraftmaschine kaum dies dazu führen, daß die Hubbewegung des Aktors nicht mehr auf eine Ventalnadel übertragen wird und das Brennstoffeinspritzventil nicht funktioniert.

[0007] Weiterhin ist nachteilig, daß es zu einer Kavitation des Brennstoffs kommen kann, wenn die Feder eine hohe Spannkraft auf den Geberzylinder und den Nehmerzylinder ausübt und die Bewegung des Aktors in seine Ausgangslage sehr rasch erfolgt. Der sich in der Hydraulikkammer bildende Unterdruck kann dann zur Kavitation und den hieraus folgenden Schäden an Bauteilen führen.

Vorteile der Erfindung

[0008] Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß der hydraulische Koppler über eine Membran und eine Wellrohrdichtung so abgedichtet ist, daß ein Kopplervolumen und ein Ausgleichsvolumen gebildet werden, welche mit einem hochviskosen Hydraulikmedium gefüllt sind. Dadurch wird einerseits die Kavitationsneigung durch das Hydraulikmedium verringert. Andererseits führt die das Aktorgehäuse dichtende Membran dazu, daß das Aktorgehäuse nicht mit hohen Brennstoffdrücken beaufschlagt wird und somit kräftefrei bleibt.

[0009] Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Brennstoffeinspritzventils möglich.

[0010] Vorteilhafterweise ist die Membran U-förmig ausgebildet und steht mit einem Flansch sowie dem Geberkolben in Verbindung.

[0011] Weiterhin ist von Vorteil, daß ein Membranraum abströmseitig der Membran zur weiteren Aufnahme von Kopplermedium zur Verfügung steht.

[0012] In einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel kann das Ausgleichsvolumen zwei getrennte Bereiche aufweisen, die durch eine weitere Membran voneinander getrennt sind.

[0013] Von Vorteil sind dabei verschiedene Möglichkeiten zur Anbringung einer Ausgleichsbohrung zur Aufnahme von Kopplermedium, beispielsweise zwi-

schen dem Membranraum und dem mit Hydraulikmedium gefüllten Bereich des Ausgleichsvolumens oder zwischen dem mit Brennstoff gefüllten Bereich des Ausgleichsvolumens und dem Brennstoffkanal.

Zeichnung

[0014] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

[0015] **Fig. 1** eine schematische Gesamtdarstellung eines Brennstoffeinspritzventils gemäß dem Stand der Technik,

[0016] **Fig. 2A** eine ausschnittsweise schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils im Bereich II in **Fig. 1**, und

[0017] **Fig. 2B** eine ausschnittsweise schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils im Bereich II in **Fig. 1**.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0018] Bevor anhand der **Fig. 2A** und **2B** bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert werden, wird anhand von **Fig. 1** ein Brennstoffeinspritzventil **1** gemäß dem Stand der Technik in seinen wesentlichen Bauteilen zum besseren Verständnis der Erfindung kurz erläutert.

[0019] Das Brennstoffeinspritzventil **1** ist dabei als Brennstoffeinspritzventil **1** für Brennstoffeinspritzanlagen für gemischverdichtende, fremdgezündete Brennkraftmaschinen zum direkten Einspritzen von Brennstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine geeignet. Das Brennstoffeinspritzventil **1** umfaßt dabei einen insbesondere piezoelektrischen oder magnetostriktiven Aktor **2**, welcher in einem Aktorgehäuse **3** gekapselt ist. Der Aktor **2** wird über einen elektrischen Anschluß **4**, welcher durch eine elektrische Leitung **5** kontaktiert wird, angeregt. Der Aktor **2** stützt sich abströmseitig an einem Betätigungselement **6** ab, welches mittels einer Feder **7**, welche sich an einer Gehäuseschulter **8** abstützt, gegen den Aktor **2** vorgespannt wird. Das Aktorgehäuse **3** ist mit einer geeigneten, in **Fig. 1** nicht weiter dargestellten Dichtung gegen den das Brennstoffeinspritzventil **1** durchströmenden Brennstoff abgedichtet. Durch die Abdichtung des Aktorgehäuses **3** ist der Aktor **2** sowohl gegen mechanische wie auch chemische Einflüsse geschützt.

[0020] Abströmseitig des Betätigungselements **6** ist ein hydraulischer Koppler **10** angeordnet. Der hydraulische Koppler **10** umfaßt einen Geberkolben **11** und einen Nehmerkolben **12**, welche durch einen Kopplerspalt **13** voneinander beabstandet sind. Der Geberkolben **11** und der Nehmerkolben **12** sind in einer Führungshülse **14** angeordnet. Der Geberkolben **11** und der Nehmerkolben **12** können dabei gleiche

oder unterschiedliche Querschnittsflächen aufweisen, um den Hub des Aktors **2** umzusetzen oder in einem Verhältnis von bis zu 1 : 3 zu übersetzen.

[0021] Abströmseitig des hydraulischen Kopplers **10** ist ein weiterer Betätigungskörper **15** angeordnet, welcher mit einer Ventilnadel **16** zusammenwirkt. Das Brennstoffeinspritzventil **1** ist im vorliegenden Fall als nach außen öffnendes Brennstoffeinspritzventil **1** ausgebildet, wobei ein Ventilschließkörper **17** mit einer Ventilsitzfläche **18**, welche an einem Düsenkörper **19** ausgebildet ist, zu einem Dichtsitz zusammenwirkt. Der Ventilschließkörper **17** ist dabei am abströmseitigen Ende der Ventilnadel **16** ausgebildet. Eine Rückstellfeder **20**, welche in dem Düsenkörper **19** angeordnet ist, sorgt bei nicht angesteuertem Aktor **2** dafür, daß das Brennstoffeinspritzventil **1** geschlossen gehalten wird. Nach der Ansteuerungsphase des Aktors **2** sorgt die Rückstellfeder **20** weiterhin dafür, daß der Ventilschließkörper **17** wieder an die Ventilsitzfläche **18** herangezogen und das Brennstoffeinspritzventil **1** dadurch geschlossen wird.

[0022] Der Brennstoff wird über eine zentrale Brennstoffzufuhr **21** an einem zulaufseitigen Ende **22** des Brennstoffeinspritzventils **1** zugeführt und über Brennstoffkanäle **23** zum hydraulischen Koppler **10** und zum Dichtsitz geführt. Im beschriebenen Brennstoffeinspritzventil **1** dient der Brennstoff auch als Kopplermedium.

[0023] Nachfolgend werden anhand der **Fig. 2A** und **2B** bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt und im Folgenden näher erläutert. Gleiche Bauteile sind dabei in allen Figuren mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen. In den **Fig. 2A** und **2B** ist jeweils der in **Fig. 1** mit II bezeichnete Ausschnitt dargestellt.

[0024] Wie bereits weiter oben erwähnt, ist die Verwendung von Brennstoff als Kopplermedium mit einer erhöhten Kavitationsgefahr durch die Druckabsenkung im Koplerrraum während der Wiederbefüllungsphase verbunden. Dies ist insbesondere bei höheren Betriebstemperaturen kritisch, weil Funktionsstörungen bei der Hubübertragung auftreten können. Weiterhin sind zur Begrenzung der Leckageströme bei Verwendung von Brennstoff als Kopplermedium sehr enge Spaltmaße erforderlich. Die dadurch geforderten geringen Fertigungstoleranzen führen zu hohen Herstellungskosten.

[0025] Im Gegensatz dazu ist bei den im Folgenden beschriebenen erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventilen **1** ein höher viskoses Fremdmedium als hydraulisches Kopplermedium vorgesehen. Dies führt zu geringeren Toleranzanforderungen für die Führungen des Geberkolbens **11** und des Nehmerkolbens **12**. Weiterhin ist die Kavitationsgefahr bei einem höher viskosen Hydraulikmedium mit niedrigem Dampfdruck geringer. Bereits bekannte Maßnahmen wie Hubübersetzung zur Verwendung eines kurzen, kostengünstigeren piezoelektrischen Aktors **2** sowie die konstruktive Ausführung als Gesamtbauteil und die infolgedessen einfache Vormontage sind in einfa-

cher Weise umsetzbar.

[0026] Weiterhin ist konstruktionsbedingt der Aktor **2** nicht mit hohem Systemdruck beaufschlagt, wodurch die Abdichtung des Aktors **2** gegen das Kopplermedium, die Rückstellung des Geberkolbens **11** beim Schließen des Brennstoffeinspritzventils **1** sowie die Bereitstellung eines Ausgleichsvolumens für verdrängtes Kopplermedium durch ausreichende Elastizität des abdichtenden Wellrohrs **9** möglich ist.

[0027] Erfindungsgemäß ist daher vorgesehen, ein Fremdmedium als Kopplermedium einzusetzen, welches unabhängig vom Brennstoff ist. Der hydraulische Koppler **10** ist dabei als Gesamteinheit ausgebildet und durch verschiedene Abdichtungsmaßnahmen gegen den Brennstoff abgedichtet. Der hydraulische Koppler **10** ist durch eine dünnwandige Elastomer-Membran **30** angeordnet, welches ein Ausgleichsvolumen **31** zwischen der Elastomer-Membran **30** und einem Flansch **32** definiert. Das Ausgleichsvolumen **31** steht über einen Leckagespalt **33** mit einem Kopplervolumen **34** im Kopplerspalt **13** in Verbindung. Zuströmseitig wird das Kopplermedium durch eine Stahl-Membran **35**, welche zwischen dem Geberkolben **11** und dem Flansch **32** angeordnet und mit dem jeweiligen Bauteil vorzugsweise verschweißt ist, abgedichtet. Ein Wellrohr **36** dichtet das Kopplermedium gegenüber dem Brennstoffdruck von bis zu 20 MPa ab und dient dabei gleichzeitig als Rückstellfeder für den Nehmerkolben **12** während der Schließphase des Brennstoffeinspritzventils **1**. Das Wellrohr **36** ist dabei mit dem Nehmerkolben **12** sowie einem Stützbauteil **37** verschweißt, welches gleichzeitig als Führung für den Nehmerkolben **12** dient. Die Elastomer-Membran **30** ist über eine Klemmhülse **44** gegen den Brennstoff abgedichtet. Der Brennstoff wird über Brennstoffkanäle **23** am hydraulischen Koppler **10** vorbei in Richtung Dichtsitz geleitet.

[0028] Bei Betätigung des Aktors **2** dehnt dieser sich in Abströmrichtung aus und wirkt über das Betätigungselement **6** auf den Geberkolben **11** des hydraulischen Kopplers **10** ein. Das Hydraulikmedium überträgt die schnelle Bewegung des Aktors **2** über den Kopplerspalt **13** auf den Nehmerkolben **12** und von dort auf die Ventilmadel **16**, wodurch der Ventilschließkörper **17** von der Ventilsitzfläche **18** abhebt und Brennstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird. Bedingt durch die Schnelligkeit der Bewegung des Aktors **2** verhält sich das Hydraulikmedium ähnlich wie ein Festkörper. Bei langsamen Bewegungen des Aktors **2** beispielsweise durch thermische Einflüsse wird das Hydraulikmedium durch den Leckagespalt **33** in das Ausgleichsvolumen **31** verdrängt, wodurch ein willkürliches Öffnen des Brennstoffeinspritzventils **1** verhindert wird.

[0029] **Fig. 2B** zeigt weitere Möglichkeiten zur Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils **1**.

[0030] Dabei ist das Ausgleichsvolumen **31** mit einer wellrohrförmigen Elastomer-Membran **39** versehen, welche das Ausgleichsvolumen **31** in einen ers-

ten Bereich **40**, in welchem sich Kopplermedium befindet, und einen zweiten Bereich **41**, in welchem Brennstoffdruck anliegt, aufteilt.

[0031] Verschiedene Ausgestaltungsmöglichkeiten des erfindungsgemäß ausgestalteten Brennstoffeinspritzventils **1** sehen dabei folgendes vor: In einer ersten Variante ist zwischen dem ersten, mit Kopplermedium gefüllten Bereich **40** des Ausgleichsvolumens **31** und einem Membranraum **42**, welcher zwischen dem Flansch **32**, der Membran **35** und dem Geberkolben **11** des hydraulischen Kopplers **10** ausgebildet ist, eine Ausgleichsbohrung **43** ausgebildet, welche die Funktion des nunmehr nicht mehr vorhandenen Leckagespalts **33** übernimmt.

[0032] Vorteil dieser Ausführungsvariante ist die Möglichkeit, den Flansch **32** einstückig mit dem Stützbauteil **37** beispielsweise durch Drehen kostengünstig herzustellen.

[0033] Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt und auch für beliebige andere Bauweisen von Brennstoffeinspritzventilen **1**, insbesondere innen öffnende Brennstoffeinspritzventile, geeignet.

Patentansprüche

1. Brennstoffeinspritzventil (**1**), insbesondere Brennstoffeinspritzventil (**1**) für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen, mit einem piezoelektrischen oder magnetostriktiven Aktor (**2**), der über einen hydraulischen Koppler (**10**) einen Ventilschließkörper (**17**) betätigt, der mit einer Ventilsitzfläche (**18**) zu einem Dichtsitz zusammenwirkt, wobei der hydraulische Koppler (**10**) einen Geberkolben (**11**) und einen Nehmerkolben (**12**) aufweist, die durch einen Kopplerspalt (**13**) voneinander beabstandet sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß der hydraulische Koppler (**10**) mit einer Membran (**35**), welche mit dem Geberkolben (**11**) verbunden ist, und einer Dichtung (**36**), die mit dem Nehmerkolben (**12**) verbunden ist, ein Kopplervolumen (**34**) und ein Ausgleichsvolumen (**31**) abschließt, welche mit einem Kopplermedium gefüllt sind.

2. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (**35**) U-förmig ausgebildet ist.

3. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (**35**) mit einem Flansch (**32**) in Verbindung steht.

4. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Flansch (**32**), der Membran (**35**) und dem Geberkolben (**11**) ein Membranraum (**42**) ausgebildet ist.

5. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Membranraum (**42**) über einen zwischen dem Flansch (**32**) und dem Ge-

berkolben ausgebildeten Leckagespalt (45) mit dem Kopplervolumen (34) des Kopplerspalts (13) in Verbindung steht.

6. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Flansch (32) und ein Stützbauteil (37) in einer Elastomer-Membran (30) angeordnet und mit dieser verbunden sind.

7. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Elastomer-Membran (30) mittels eines Dichtrings (38) gegen ein Gehäusebauteil (45) abgedichtet ist.

8. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgleichsvolumen (31) über einen Leckagespalt (33) zwischen dem Flansch (32) und dem Stützbauteil (37) mit dem Kopplervolumen (34) in Verbindung steht.

9. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgleichsvolumen (31) einen ersten Bereich (40) und einen zweiten Bereich (41) aufweist.

10. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Bereiche (40; 41) durch eine wellrohrförmige Elastomer-Membran (39) voneinander getrennt sind.

11. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Bereich (40) mit Hydraulikmedium gefüllt ist.

12. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Bereich (41) mit Brennstoff gefüllt ist.

13. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß ein Membranraum (42) der Membran (35) mittels einer Ausgleichsbohrung (43) mit dem ersten Bereich (40) in Verbindung steht.

14. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Kopplermedium hochviskos ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

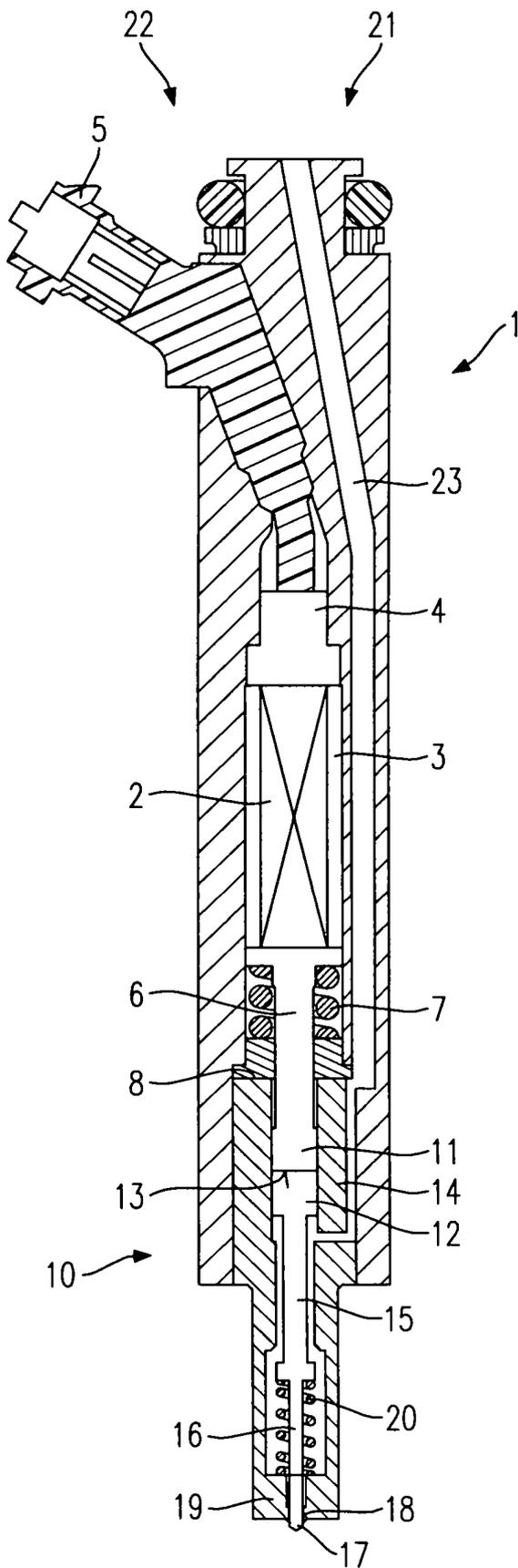


Fig. 1

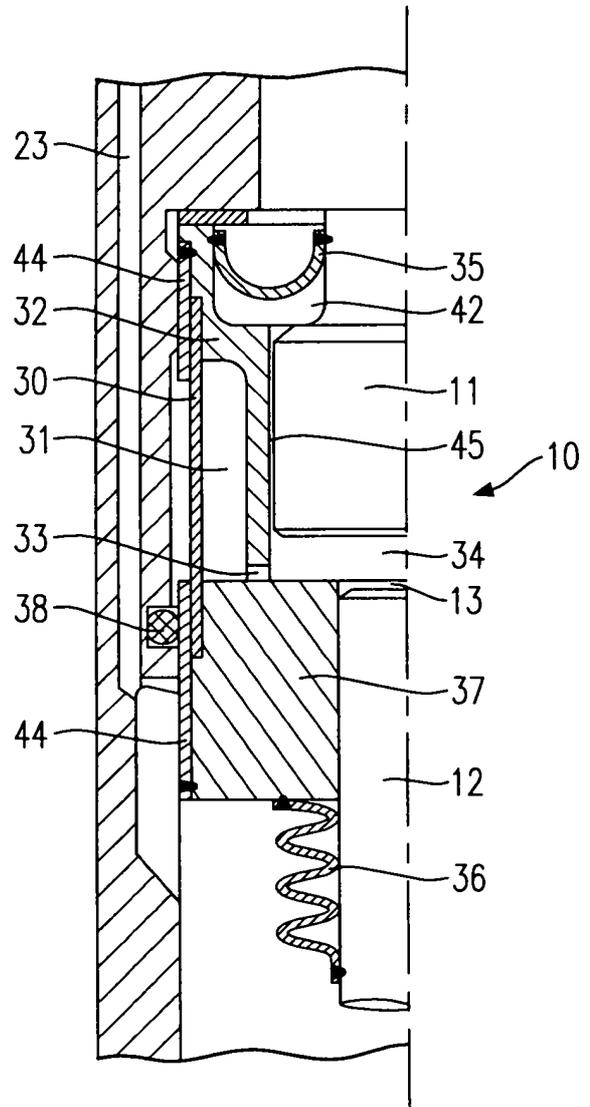


Fig. 2A

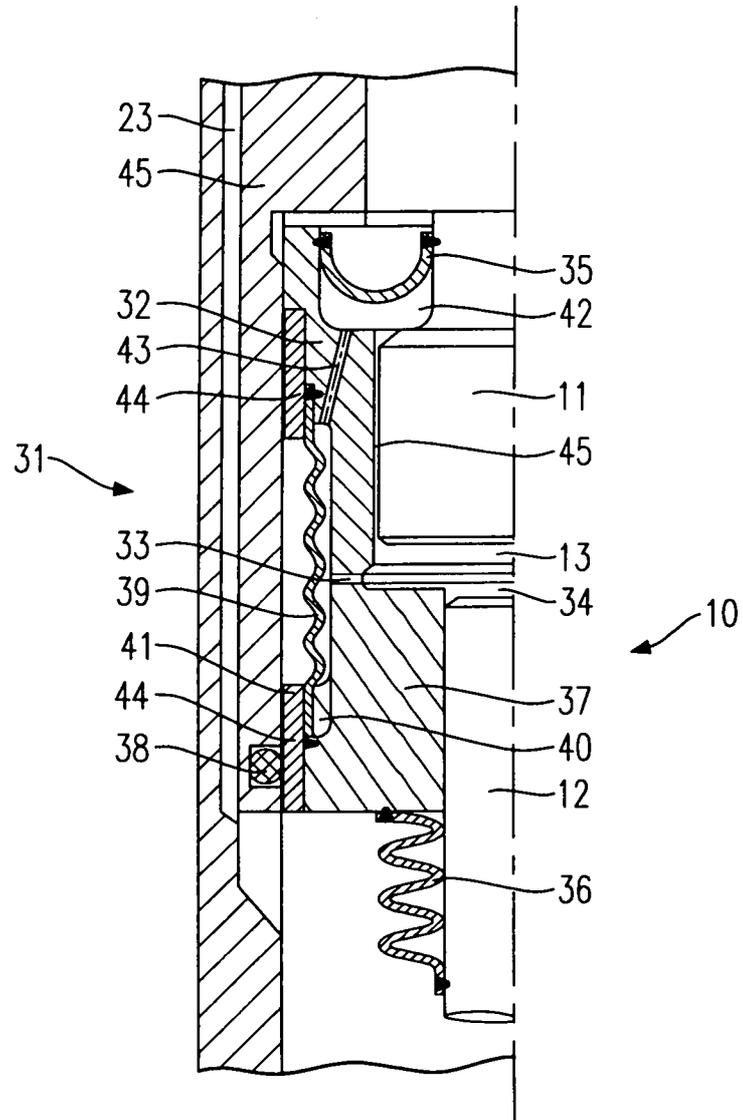


Fig. 2B