

(19)



(11)

**EP 2 105 604 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**10.04.2013 Patentblatt 2013/15**

(51) Int Cl.:  
**F02M 63/00** (2006.01) **F02M 63/02** (2006.01)  
**F02M 61/20** (2006.01) **F02M 37/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09001412.7**

(22) Anmeldetag: **02.02.2009**

(54) **Kraftstoffeinspritzsystem für eine Brennkraftmaschine**

Fuel injection system for a combustion engine

Système d'injection de carburant pour un moteur à combustion interne

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL  
PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **27.03.2008 DE 102008015857**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**30.09.2009 Patentblatt 2009/40**

(73) Patentinhaber: **Volkswagen Aktiengesellschaft  
38440 Wolfsburg (DE)**

(72) Erfinder: **Klüting, Christian  
38440 Wolfsburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 0 994 251 DE-A1- 10 046 662**  
**DE-A1- 10 330 132 DE-A1- 19 930 276**

**EP 2 105 604 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Kraftstoffeinspritzsystem für eine Brennkraftmaschine, insbesondere für einen Dieselmotor, mit wenigstens einem Arbeitszylinder und wenigstens einem Injektor pro Arbeitszylinder zum Einspritzen von Kraftstoff in jeweils einen Arbeitszylinder, wobei der Injektor ein Mengenventil und eine mit dem Mengenventil über eine erste Kraftstoffleitung verbundene Einspritzdüse aufweist, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Ein solches Einspritzsystem ist zum Beispiel aus DE 199 30 276 A bekannt.

**[0002]** Bekannte Einspritzsysteme weisen eine starke Abhängigkeit der Einspritzmenge von der der vorausgehenden Einspritzung auf, was zu Emissions- und Applikationsproblemen sowie einem reduzierten Wirkungsgrad vor allem bei kleinen Einspritzmengen führt.

**[0003]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Einspritzsystem der o.g. Art hinsichtlich der Absteuermengen und der Strahlaufbereitung zu verbessern und gleichzeitig eine geringere Abhängigkeit der eingespritzten Kraftstoffmenge von der Voreinspritzung zu erzielen.

**[0004]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Kraftstoffeinspritzsystem der o.g. Art mit den in Anspruch 1 gekennzeichneten Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den weiteren Ansprüchen beschrieben.

**[0005]** Dazu ist es bei einem Kraftstoffeinspritzsystem der o.g. Art erfindungsgemäß vorgesehen, dass zusätzlich ein Standdruckeinstellventil vorgesehen ist, welches einerseits mit der ersten Kraftstoffleitung und andererseits mit einem Kraftstoffrücklauf verbunden ist, wobei das Standdruckeinstellventil als 2/3-Wegeventil ausgebildet ist.

**[0006]** DE 10242591 A zeigt ein ähnliches 2/3-Wegeventil in einem unterschiedlichen Einspritzsystem.

**[0007]** Dies hat den Vorteil, dass ein Einspritzsystem ohne Separationszeitempfindlichkeit und mit reduzierten Absteuermengen bei besserer Strahlaufbereitung durch den Entfall einer Sitzdrossel zur Verfügung steht. Das erfindungsgemäße Einspritzsystem erzielt einen geringeren Applikationsaufwand, eine verkürzte Baulänge, ein kleineres Kraftstoffverteilerrohrvolumen bzw. Railvolumen (Bauraum) und geringere Steuermengen. In der Folge wird weniger Antriebsleitung für die CR(Common Rail)-Pumpe benötigt sowie der Wirkungsgrad verbessert, was auch einen CO<sub>2</sub>-Vorteil bedingt.

**[0008]** Zweckmäßigerweise ist ein mit dem Injektor über eine Leitung verbundenes Kraftstoffverteilerrohr (Common Rail) oder Kraftstoffspeicher und eine mit dem Kraftstoffverteilerrohr verbundene Hochdruckpumpe vorgesehen, wobei der Kraftstoffrücklauf mit einem Kraftstofftank verbunden ist.

**[0009]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist ein Aktuator für das Mengenventil als Elektromagnet oder Piezoelement oder Magnetorestriktiv ausgebildet.

**[0010]** Ein kontrolliertes Überströmen von der ersten Kraftstoffleitung in den Kraftstoffrücklauf erzielt man da-

durch, dass das Standdruckeinstellventil in der zweiten Arbeitsstellung den Kraftstoffrücklauf mit der ersten Kraftstoffleitung über eine Drossel verbindet.

**[0011]** In einer alternativen Ausführungsform ist ein Gegenkolben mit einem Druckraum axial zur Einspritzdüse derart vorgesehen, dass der Gegenkolben bei Druck im Druckraum eine axiale Kraft in Richtung der Schließstellung der Einspritzdüse ausübt. Hierbei ist bevorzugt der Druckraum des Gegenkolbens über eine zweite Kraftstoffleitung mit dem Injektorvolumen verbunden.

**[0012]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Mengenventil als 2/2-Wegeventil ausgebildet.

**[0013]** Zweckmäßigerweise ist in einem Kraftstofftank und/oder im Kraftstoffrücklauf eine Kraftstoffkühlvorrichtung vorgesehen.

**[0014]** Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Diese zeigt in

Fig. 1 ein schematisches Schaltbild einer ersten bevorzugten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzsystems,

Fig. 2 ein schematisches Schaltbild einer zweiten bevorzugten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzsystems,

Fig. 3 ein Standdruckeinstellventil in Form eines 2/3-Wegeventils für ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzsystem in schematischer Schnittansicht in einer Ausgangsstellung (erste Sperrstellung),

Fig. 4 das Standdruckeinstellventil gemäß Fig. 3 in Durchflussstellung mit Drossel,

Fig. 5 das Standdruckeinstellventil gemäß Fig. 3 in zweiter Sperrstellung,

Fig. 6 das Standdruckeinstellventil gemäß Fig. 3 in erster Sperrstellung in vergrößerter Darstellung und

Fig. 7 eine alternative Ausführungsform des Standdruckeinstellventil in schematischer Schnittansicht.

**[0015]** Die in Fig. 1 dargestellte, bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Einspritzsystems für eine Brennkraftmaschine, beispielsweise für einen Dieselmotor, umfasst eine Hochdruckpumpe 10 und ein Kraftstoffverteilerrohr bzw. ein Rail 12, von dem zu einem Injektor bzw. Motorzylinder eine Leitung 14 mit einer Drossel 16 abzweigt. Vorliegend ist lediglich aus Gründen einer vereinfachten Darstellung jeweils ein 1-Zylindermotor dargestellt. Der Injektor umfasst im Wesentlichen ein Injektorvolumen 18, ein Mengenventil 20 in Form eines 2/2-Wegeventil, welches beispielsweise von

einem Piezoelement oder einem Elektromagnet (nicht dargestellt) angetrieben wird, ein Standdruckeinstellventil 22 in Form eines 2/3-Wegeventils und eine Einspritzdüse 24, mit Düsennadelfeder (passive Düse). Weiterhin weist das Einspritzsystem einen mit dem Kraftstoffvertei-  
 5 lerrohr 12 verbundenen Raildrucksensor 26, ein den Druck im Kraftstoffvertei-  
 10 lerrohr 12 regelndes Druckregelventil 28, einen Kraftstofftank 30 sowie eine mit dem Druckregelventil 28, dem Kraftstofftank 30, dem Stand-  
 15 druckeinstellventil 22 und der Einspritzdüse 24 verbundene Leckölleitung 32 auf. Mit 34 ist eine elektrische Steuerung für das Mengenventil 20 bezeichnet. Eine Kraftstoffleitung bzw. Rücklaufleitung 36 verbindet den  
 20 Kraftstofftank 30 mit dem Standdruckeinstellventil 22 und über das Druckregelventil 28 mit dem Kraftstoffvertei-  
 25 lerrohr 12. Zur Dämpfung der durch die Kolben der Hochdruckpumpe 10 erzeugten Druckstöße befindet sich; zwischen dem Rail 12 und dem Injektorspeicher 18 minde-  
 30 stens eine Drossel 16. Die Drossel kann in den Injektor bzw. ins Rail 12 integriert sein. Die Leitungslänge der Leitung 14 zwischen Rail 12 und Injektor ist für alle Zylinder gleich. Der Injektorspeicher 18 ist durch eine Aus-  
 35 höhlung des Injektorkörpers erzeugt ausgebildet. Die Einspritzmengenfreigabe erfolgt durch das 2/2-Wegeventil 20 (Mengenventil). Das 2/3-Wegeventil 22 stabilisiert den Standdruck zwischen der Einspritzdüse 24 und dem Mengenventil 20. Das Lecköl fließt, ggf. durch einen Kühler (nicht dargestellt), über die Leckölleitung 32 und die Kraftstoffleitung 36 zurück zum Kraftstofftank 30. Die Leitungen im Injektor sind so kurz wie möglich ausge-  
 40 führt. Eine erste Leitung 40 verbindet die Einspritzdüse 24 mit dem Mengenventil 20. Ein Anschluss des Standdruckeinstellventils 22 ist mit der ersten Leitung 40 ver-  
 45 bunden. Das Mengenventil ist durch eine Feder 44 in Richtung Schließstellung mit Kraft beaufschlagt.

**[0016]** Das 2/3-Wegeventil 22 weist drei Stellungen auf, die zusätzlich in Fig. 3 bis 5 veranschaulicht sind. In einer ersten Schaltstellung gemäß Fig. 3 ist das 2/3-Wegeventil 22 geschlossen. In einer zweiten Schaltstellung gemäß Fig. 4 verbindet das 2/3-Wegeventil 22 die erste  
 40 Leitung 40 mit der Rücklaufleitung 36 über eine in dem 2/3-Wegeventil 22 ausgebildete Drossel 46. In einer dritten Schaltstellung gemäß Fig. 5 ist diese Verbindung zwischen der ersten Leitung 40 und der Rücklaufleitung 36  
 45 wieder getrennt. Das 2/3-Wegeventil 22 ist derart ausgebildet, dass ein über die erste Leitung 40 im 2/3-Wegeventil 22 anstehender Druck zwischen den zuvor genannten Schaltstellungen umschaltet. Hierbei ist die erste Schaltstellung gemäß Fig. 3 eine Ausgangsstellung  
 50 des 2/3-Wegeventil 22 bei einem Druck in der ersten Leitung 40 unterhalb einem ersten Schaltdruck. Bei Überschreiten des ersten Schaltdruckes und unterhalb eines zweiten Schaltdruckes in der ersten Leitung 40 wechselt  
 55 das 2/3-Wegeventil 22 in die zweite Schaltstellung gemäß Fig. 4, wobei Kraftstoff über die Drossel 46 von der Leitung 40 in den Rücklauf 36 strömt. Bei Überschreiten auch des zweiten Schaltdruckes in der ersten Leitung 40 wechselt das 2/3-Wegeventil 22 schließlich in die dritte

Schaltstellung gemäß Fig. 5, so dass die Verbindung zwischen erster Leitung 40 und Rücklauf 36 wieder geschlossen ist. Ausgehend von einem Druck oberhalb des zweiten Schaltdruckes in der ersten Leitung 40 wechselt bei nachlassendem Druck dementsprechend das 2/3-Wegeventil 22 nacheinander von der dritten Schaltstellung zurück in die zweite Schaltstellung und schließlich wieder in die erste Schaltstellung. Das 2/3-Wegeventil 22 ist derart ausgebildet, dass der erste Schaltdruck weit unterhalb des Öffnungsdruckes der Einspritzdüse 24 und der zweite Schaltdruck knapp unterhalb des Öffnungsdruckes der Einspritzdüse 24 liegt.

**[0017]** In Fig. 2 ist eine zweite bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzsystems dargestellt, wobei gleiche Bezugszeichen funktionsgleiche Teile wie in Fig. 1 und 3 bis 5 bezeichnen, so dass zu deren Erläuterung auf die obige Beschreibung der Fig. 1 und 3 bis 5 verwiesen wird. Zusätzlich zur ersten Ausführungsform gemäß Fig. 1 umfasst die zweite Ausführungsform gemäß Fig. 2 einen Gegenkolben 38 an der Einspritzdüse 24. Ein Raum für den Gegenkolben 38 ist über eine zweite Leitung 42 mit dem Injektorvolumen 18 verbunden. Dieser Gegenkolben 38 übt eine zusätzliche Schließkraft auf die Einspritzdüse 24 aus.

**[0018]** Nachfolgend wird die Funktionsweise des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzsystems anhand der ersten Ausführungsform gemäß der Fig. 1 erläutert. Diese Erläuterung gilt jedoch analog auch für die zweite Ausführungsform gemäß der Fig. 2.

**[0019]** Erste Einspritzung:

#### 1. Vor der Einspritzung:

- a. Die erste Leitung 40 zwischen Mengenventil 20 und Einspritzdüse 24 ist drucklos. Das 2/3-Wegeventil 22 ist geschlossen. Dies ist die Ausgangsstellung des 2/3-Wegeventil 22 gemäß Fig. 3.
- b. Das Mengenventil 20 öffnet aufgrund einer Betätigung durch beispielsweise einen Elektromagneten oder ein Piezoelement (nicht dargestellt).
- c. Der Druck in der Leitung 40 zwischen Mengenventil 20 und Einspritzdüse 24 steigt, bis er den Öffnungsdruck (erster Schaltdruck) für die 2. Schaltstufe des 2/3-Wegeventils 22 überschreitet und das 2/3-Wegeventils 22 wechselt zur 2. Schaltstellung "Durchfluss mit Drossel 46" (Fig. 4).
- d. Kraftstoff strömt über die Drossel 46 des 2/3-Wegeventils 22, wie in Fig. 4 dargestellt, in den Rücklauf 36 zum Kraftstofftank 30. Der Druck für die 2. Schaltstufe des 2/3-Wegeventils 22 liegt unter dem Öffnungsdruck der Einspritzdüse 24.
- e. Der Druck in der Leitung 40 zwischen Mengenventil 20 und Einspritzdüse 24 steigt weiter. Das 2/3-Wegeventil 22 wechselt bei Überschrei-

ten eines vorbestimmten zweiten Schaltdruckes in der ersten Leitung 40 in die 3. Schaltstufe "zweite Sperrstellung" (Fig. 5). Es sperrt den Durchfluss in die Rücklaufleitung 36 erneut ab. Dieser zweite Schaltdruck ist bevorzugt etwas kleiner als der Öffnungsdruck der Einspritzdüse 24.

## 2. Einspritzung:

- a. Der weiterhin durch das Mengenventil 20 tretende Kraftstoff hebt den Druck in der Leitung 40 zwischen Mengenventil 20 und Einspritzdüse 24 so weit an, dass der Öffnungsdruck der Einspritzdüse 24 überschritten wird und dementsprechend die Einspritzung beginnt.
- b. Da der freie Querschnitt des Mengenventils 20 deutlich größer (ca. 4-5 mal) als der der Einspritzdüse 24 ist, tritt keine merkliche Drosselung über das Mengenventil 20 auf. Der Druckverlust ist beispielsweise kleiner als 5% des Druckes in dem Rail 12.
- c. Die federbelastete Einspritzdüse 24 "schnappt" auf, d.h. kaum Nadeldrosselung. Die Nadel schaltet quasi digital von zu nach auf.

## 3. Einspritzende:

- a. Das Mengenventil 20 wird durch die Feder 44 geschlossen. Der Druck in der Leitung 40 zwischen Mengenventil 20 und Einspritzdüse 24 fällt sehr schnell ab.
- b. Die Einspritzdüse 24 schließt, sobald ein Schließbeginnndruck erreicht bzw. unterschritten wird.
- c. Das 2/3-Wegeventil 22 bewegt sich in die Mittelstellung (Fig. 4). Über die Drossel 46 in dem 2/3-Wegeventil 22 fließt zusätzlich Kraftstoff aus der Leitung 40 in den Rücklauf 36 ab, so dass der Druckabfall in der Leitung 49 beschleunigt wird.
- d. Die Einspritzdüse 24 schließt, wobei aufgrund des schnellen Druckabfalls in der ersten Leitung 40 während der Schließphase wenig Kraftstoff austritt. Daraus folgt eine gute Zerstäubung ohne Sitzdrosselung (siehe auch SAE 2003-01-0698). Die zum Mengenventil 20 rücklaufende Druckwelle aufgrund des Schließens der Einspritzdüse 24 wird über die Drossel 46 in dem 2/3-Wegeventil 22 abgebaut. Ein Nachspritzen der Einspritzdüse 24 wird dadurch funktionssicher vermieden.
- e. Sobald der Standdruck (erster Schaltdruck) in der Leitung 40 zwischen Mengenventil 20 und Einspritzdüse 24 erreicht wird, schließt das 2/3-Wegeventil 22 und es bewegt sich in die Grundstellung zurück (Fig. 3). Der Standdruck bleibt erhalten.

## 4. Folgende Einspritzungen:

Wie oben, wobei jedoch die Leitung 40 bereits unter Standdruck steht und nicht mehr so weit vorgespannt werden muss. Das Öffnen des Mengenventils 20 bewirkt sofort ein Überschreiten des ersten Schaltdruckes in der Leitung 40 und dementsprechend ein Schalten des 2/3-Wegeventils 22 in die 2. Schaltstufe. Der restliche Ablauf wie unter Punkten 3. und 4 oben ist analog. Der Standdruck verhindert Kavitation und ein unbekanntes "Luftvolumen" in der Leitung. Weiterhin ergibt sich ein Wirkungsgradvorteil durch vorweggenommene Kraftstoffkompressibilität.

## 15 Kleinstmengen (fakultativ):

**[0020]** Um Einfluss auf den Einspritzverlauf zu nehmen bzw. die Dosierfähigkeit bei Kleinstmengen zu verbessern, wird der Aktuator, der das Mengenventil 20 betätigt, optional derart angesteuert, dass das Mengenventil 20 lediglich einen Teilhub ausführt. Die Einspritzrate wird durch Drosselung über das Mengenventil 20 dargestellt. Da es sich um ein 2/2-Wegeventil 20 handelt führt diese Drosselung nicht zu einer Reduktion des volumetrischen Wirkungsgrades. Gegenüber einer Sitzdrosselung in der Einspritzdüse, wie beispielsweise bei herkömmlichen, bekannten CR(Common Rail)-Systemen vorgesehen, ist die Gemischbildungsgüte verbessert. Die Sitzdrosselung führt zu Kavitation vor und in den Düsenlöchern und damit zu einer unregelmäßigen bzw. ungleichmäßigen Verteilung des Kraftstoffes auf die einzelnen Einspritzlöcher.

**[0021]** Bei der zweiten Ausführungsform gemäß Fig. 2 wirkt ein ständig durch den Druck im Injektorspeicher 18 vorgespannter Kolben 38 zusätzlich auf die Rückseite der Düsennadel 24 ein. Dadurch steigt der Düsenöffnungs- und -schließdruck mit dem Raildruck an. Dies erlaubt einen zusätzlichen Freiheitsgrad in der Abstimmung des Einspritzsystems. Die Funktion entspricht der der ersten Ausführungsform gemäß Fig. 1, wie zuvor beschrieben.

**[0022]** Das Mengenventil 20 ist zu 100% statisch druckausgeglichen, um die Betätigungskräfte zu minimieren. Zusätzlich ist das Mengenventil 20 größtenteils dynamisch druckausgeglichen ausgebildet. Der effektive Querschnitt des Mengenventils 20 ist beispielsweise 4 mal, bevorzugt 4 1/2-mal so groß wie der der Einspritzdüse 24, damit kein merklicher Druckverlust über das Mengenventil 20 auftritt. Das 2/3-Wegeventil 22 ist in der Ausgangstellung (Fig. 3) ein Sitzventil. Die 2. Schaltstellung und die 3. Schaltstellung werden über Spalte abgedichtet (Schieberventil), wie aus Fig. 4 und 5 ersichtlich. Die Sitzabdichtung in der Ausgangsstellung (Fig. 3) erlaubt ein sicheres Halten des Standdrucks, da keine Leckage über das geschlossene Ventil 22 auftritt. Die durch das Ventil 22 durchtretende Menge lässt sich bei der Ausführung gemäß Fig. 6 über die Länge eines Stopfens 48, der einen Drosselquerschnitt (Drosselkante) freigibt, ein-

stellen. Alternativ kann dies über die Abstimmung der (Quer-) Bohrungsdurchmesser im Ventilschieber erfolgen.

**[0023]** Eine Vergrößerung der Druckspreizung zwischen den ersten Schaltstellungen (Fig. 3) und der dritten Schaltstellung (Fig. 5) lässt sich dadurch erzielen, dass der Sitz des Sitzventils auf einen größeren Durchmesser gelegt wird als der Schieberdurchmesser, wie in Fig. 7 dargestellt. Mit 50 ist der Dichtdurchmesser für die Ausgangsstellung (erste Schaltstellung) analog Fig. 3 bezeichnet. Mit 52 ist der Dichtdurchmesser für die dritte Schaltstellung analog Fig. 5 bezeichnet. Die Drücke, und damit die erforderlichen Federkräfte, verhalten sich wie die zu den Durchmessern gehörigen Flächen auf denen abgedichtet wird. Der auf die obere Stirnfläche wirkende Leitungsdruck verschiebt den Ventilschieber. Die Federkraft und die Federsteifigkeit, zusammen mit dem Ventilmweg bestimmen die Drücke für die beiden Schaltstufen. Der Anschluss der Stichleitung zum 2/3-Wegeventil 22 befindet sich in unmittelbarer Nähe zum Mengenventil 20, um dort die rücklaufende Druckwelle nach dem Schließen der Einspritzdüse 24 "einzuebnen" bzw. zu absorbieren.

**[0024]** Es ergibt sich eine geringere Mengenstreuung durch direkte Freigabe der Einspritzmenge. Die Einspritzmenge wird direkt über das Mengenventil 20 dosiert. Damit entfallen die Fehler aus der Steuerkette eines üblichen Injektors. Bei diesen wird über einen Elektromagneten oder einen Piezoaktuator ein Vorsteuerventil bewegt. Dieses wiederum entlastet die Rückseite der Einspritznadel. Diese hebt vom Nadelsitz ab und die Einspritzung beginnt. Um die Einspritzung zu beenden wird das Vorsteuerventil geschlossen, was zu einem Druckaufbau auf der Rückseite der Einspritznadel und zur Initiation der Schließbewegung führt.

**[0025]** Nachfolgend wird die Dämpfung bzw. Verhinderung der Druckwellenwirkung auf die Einspritzmenge näher erläutert. Die meist mit 2/2-Wegeventilen durchgeführte, Vorsteuerung führt dazu, dass die Absteuermenge bedeutsam wird. Bei kleinen Einspritzmengen, beispielsweise Voreinspritzungen von 1 mg, beträgt die Absteuermenge ein Mehrfaches der Einspritzmenge. Die Absteuermenge wird, genau wie die Einspritzmenge, dem Injektor und damit der Kraftstoffverteilröhre entzogen. Dieser Mengenverlust löst eine starke Druckwelle aus. Diese Druckwelle führt ihrerseits zum Effekt der sich verändernden Einspritzmenge in Abhängigkeit des Abstandes zwischen zwei Einspritzungen. Um die Wirkung der Druckwellen zu minimieren werden bei der vorliegenden Erfindung folgende Maßnahmen ergriffen:

1. Die gesamte dem System entzogenen Menge (Absteuer- und Einspritzmenge) ist minimiert, da damit die Anregung der Druckwellen minimiert wird.

2. Die Leitungslänge zwischen dem Mengenventil bzw. Vorsteuerventil 20 ist minimiert, damit die Störung möglichst hochfrequent ist. Je größer die Fre-

quenz der Schwingung, desto größer wird die Dämpfung, d.h. die Zeit, nach der die Störung abgeklungen ist, verkürzt sich.

3. Die Druckwelle wird nah am Entstehungspunkt gedämpft. Die Dämpfung erfolgt bei dem erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzsystem durch die kombinierte Anwendung eines Volumens (Injektorspeicher 18) und der Drossel 46.

**[0026]** Durch die Kombination der drei vorgenannten Maßnahmen wird die Druckwelle wirksam beruhigt, was den Mengeneffekt auf die einzelnen Einspritzungen minimiert.

**[0027]** Weiterhin ergeben sich Wirkungsgradvorteile, d.h. geringere Absteuermengen. Die Einspritzmenge entspricht der aus dem Speicher entnommenen Menge unter Berücksichtigung der kleinen Menge die beim Druckaufbau und Druckabbau durch das 2/3-Wegeventil 22 entweicht. Diese Absteuermenge ist unabhängig von der Einspritzmenge, sie wird leicht durch den Speicherdruck beeinflusst. Die Absteuermenge ist klein ( $< 2 \text{ mm}^3$ ).

**[0028]** Die Betriebsicherheit wird durch das 2/3-Wegeventil 22 gesteigert, da kleine Leckagen (undichtes Mengenventil) durch Verschieben des 2/3-Wegeventils 22 in die zweite Schaltstellung (Fig. 4) abgefangen werden, ohne dass es zu einer Dauereinspritzung kommt.

**[0029]** Durch eine Weg-/Geschwindigkeitsmessung der Nadel des 2/3-Wegeventils 22 und/oder der Düsen-nadel 24 kann eine für die OBD verwertbare Rückmeldung über den Zustand des Einspritzsystems erzeugt werden:

- a. Innere Leckage über 2/3-Wegeventil
- b. Einspritzdauer bzw. Spritzverzögerung über Düsen-nadel bzw. 2/3-Wegeventilsensierung

**[0030]** Es wird weiterhin eine Baulänge sparende Bauweise insbesondere für 2-V-Motoren (Schrägenbau) und MSV-Konzepte (MSV = Mehrstufenverbrennung) erzielt mit einer Länge  $< 130 \text{ mm}$  bzw.  $< 100 \text{ mm}$ . Der Injektorspeicher 18 ist groß dimensioniert und in Richtung der Einspritzdüsen-nadelachse orientiert. Der Aktuator ist grob in Richtung der Einspritzdüsen-nadelachse orientiert (auf Düse). Der Injektorspeicher 18 und der Hochdruckanschluss sind seitlich angeordnet. Die vorliegende Erfindung ist auch als Einspritzventilsteuerung für den CRID einsetzbar. In diesem Fall kommt an die Stelle des Injektorspeichers 18 der Druckverstärker des CRID.

## Bezugszeichenliste

### [0031]

- 10 Hochdruckpumpe
- 12 Kraftstoffverteilrohr bzw. ein Rail
- 14 Leitung
- 16 Drossel

- 18 Injektorvolumen
- 20 Mengenventil / 2/2-Wegeventil
- 22 Standdruckeinstellventil / 3/2-Wegeventil
- 24 Einspritzdüse
- 26 Raildrucksensor
- 28 Druckregelventil
- 30 Kraftstofftank
- 32 Leckölleitung
- 34 Steuerung für das Mengenventil 20
- 36 Kraftstoffleitung / Rücklaufleitung
- 38 Gegenkolben
- 40 erste Kraftstoffleitung
- 42 zweite Kraftstoffleitung
- 44 Feder
- 46 Drossel in 2/3-Wegeventil 22
- 48 Stopfen
- 50 Dichtdurchmesser für die Ausgangsstellung (erste Schaltstellung)
- 52 Dichtdurchmesser für die dritte Schaltstellung

#### Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzsystem für eine Brennkraftmaschine, insbesondere für einen Dieselmotor, mit wenigstens einem Arbeitszylinder und wenigstens einem Injektor pro Arbeitszylinder zum Einspritzen von Kraftstoff in jeweils einen Arbeitszylinder, wobei der Injektor ein Mengenventil (20) und eine mit dem Mengenventil (20) über eine erste Kraftstoffleitung (40) verbundene Einspritzdüse (24) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** zusätzlich ein Standdruckeinstellventil (22) vorgesehen ist, welches einerseits mit der ersten Kraftstoffleitung (40) und andererseits mit einem Kraftstoffrücklauf (36) verbunden ist, wobei das Standdruckeinstellventil (22) als 2/3-Wegeventil ausgebildet ist.
2. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein mit dem Injektor über eine Leitung (14) verbundenes Kraftstoffverteilerrohr (12) (Common Rail) oder Kraftstoffspeicher und eine mit dem Kraftstoffverteilerrohr (12) verbundenen Hochdruckpumpe (10) vorgesehen ist.
3. Kraftstoffeinspritzsystem nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kraftstoffrücklauf (36) mit einem Kraftstofftank (30) verbunden ist.
4. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Standdruckeinstellventil (22) ein Federelement aufweist, welches einen Kolben in Richtung einer ersten Schaltstellung mit Kraft beaufschlagt.
5. Kraftstoffeinspritzsystem nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

**dass** ein Aktuator für das Mengenventil (20) als Elektromagnet oder Piezoelement oder Magnetorestriktiv ausgebildet ist.

6. Kraftstoffeinspritzsystem nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Standdruckeinstellventil (22) in einer zweiten Arbeitsstellung den Kraftstoffrücklauf (36) mit der ersten Kraftstoffleitung (40) über eine Drossel (46) verbindet.
7. Kraftstoffeinspritzsystem nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Gegenkolben (38) mit einem Druckraum axial zur Einspritzdüse (24) derart vorgesehen ist, dass der Gegenkolben (38) bei Druck im Druckraum eine axiale Kraft in Richtung der Schließstellung der Einspritzdüse (24) ausübt.
8. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckraum des Gegenkolbens (38) über eine zweite Kraftstoffleitung (42) mit dem Injektorvolumen (18) verbunden ist.
9. Kraftstoffeinspritzsystem nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mengenventil (20) als 2/2-Wegeventil ausgebildet ist.
10. Kraftstoffeinspritzsystem nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem Kraftstofftank (30) und/oder im Kraftstoffrücklauf (36) eine Kraftstoffkühlvorrichtung vorgesehen ist.

#### Claims

1. Fuel injection system for an internal combustion engine, in particular for a diesel engine, having at least one working cylinder and having at least one injector per working cylinder for injecting fuel into in each case one working cylinder, wherein the injector has a flow control valve (20) and an injection nozzle (24) which is connected to the flow control valve (20) via a first fuel line (40), **characterized in that**, furthermore, a static pressure setting valve (22) is provided which is connected at one side to the first fuel line (40) and at the other side to a fuel return line (36), wherein the static pressure setting valve (22) is in the form of a 2/3 directional control valve.
2. Fuel injection system according to Claim 1, **characterized in that** a fuel distributor pipe (12) (common rail) or fuel accumulator is provided which is connected to the injector via a line (14), and a high-pressure pump (10) is provided which is connected to

the fuel distributor pipe (12).

3. Fuel injection system according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** the fuel return line (36) is connected to a fuel tank (30). 5
4. Fuel injection system according to Claim 1, **characterized in that** the static pressure setting valve (22) has a spring element which exerts a force on a piston in the direction of a first switching position. 10
5. Fuel injection system according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** an actuator for the flow control valve (20) is in the form of an electromagnet or piezo element or is of magnetostrictive design. 15
6. Fuel injection system according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** the static pressure setting valve (22), when in a second working position, connects the fuel return line (36) to the first fuel line (40) via a throttle (46). 20
7. Fuel injection system according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** a counterpart piston (38) with a pressure chamber is provided axially with respect to the injection nozzle (24) such that, when pressure prevails in the pressure chamber, the counterpart piston (38) exerts an axial force in the direction of the closed position of the injection nozzle (24). 25
8. Fuel injection system according to Claim 7, **characterized in that** the pressure chamber of the counterpart piston (38) is connected to the injector volume (18) via a second fuel line (42). 30
9. Fuel injection system according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** the flow control valve (20) is in the form of a 2/2 directional control valve. 35
10. Fuel injection system according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** a fuel cooling device is provided in a fuel tank (30) and/or in the fuel return line (36). 40

#### Revendications

1. Système d'injection de carburant pour un moteur à combustion interne, en particulier pour un moteur diesel, comprenant au moins un cylindre de travail et au moins un injecteur par cylindre de travail, pour l'injection de carburant dans un cylindre de travail respectif, l'injecteur présentant une soupape de quantité (20) et une première buse d'injection (24) connectée à la soupape de quantité (20) par le biais 50

d'une première conduite de carburant (40), **caractérisé en ce qu'il** est prévu en outre une soupape d'ajustement de la pression statique (22), qui est connectée d'une part à la première conduite de carburant (40) et d'autre part à un retour de carburant (36), la soupape d'ajustement de la pression statique (22) étant réalisée sous forme de soupape à 2/3 voies.

2. Système d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** est prévu un tuyau distributeur de carburant (12) (rampe commune) connecté à l'injecteur de carburant par le biais d'une conduite (14) et une pompe haute pression (10) connectée au tuyau distributeur de carburant (12).
3. Système d'injection de carburant selon au moins l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le retour de carburant (36) est connecté à un réservoir de carburant (30).
4. Système d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la soupape d'ajustement de la pression statique (22) présente un élément de ressort qui sollicite avec une force un piston dans la direction d'une première position de computation.
5. Système d'injection de carburant selon au moins l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** actionneur pour la soupape de quantité (20) est réalisé sous forme d'électroaimant ou d'élément piézoélectrique ou sous forme magnétostrictive.
6. Système d'injection de carburant selon au moins l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la soupape d'ajustement de la pression statique (22), dans une deuxième position de travail, relie le retour de carburant (36) à la première conduite de carburant (40) par le biais d'un étranglement (46).
7. Système d'injection de carburant selon au moins l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** piston conjugué (38) avec un espace de pression est prévu axialement par rapport à la buse d'injection (24) de telle sorte que le piston conjugué (38) exerce, en cas de pression dans l'espace de pression, une force axiale dans la direction de la position de fermeture de la buse d'injection (24). 55
8. Système d'injection de carburant selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** l'espace de pression du piston conjugué (38) est connecté par le biais d'une deuxième conduite de carburant (42) au volume d'injecteur (18).

9. Système d'injection de carburant selon au moins l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la soupape de quantité (20) est réalisée sous forme de soupape à 2/2 voies.

5

10. Système d'injection de carburant selon au moins l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un dispositif de refroidissement de carburant est prévu dans un réservoir de carburant (30) et/ou dans le retour de carburant (36).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55



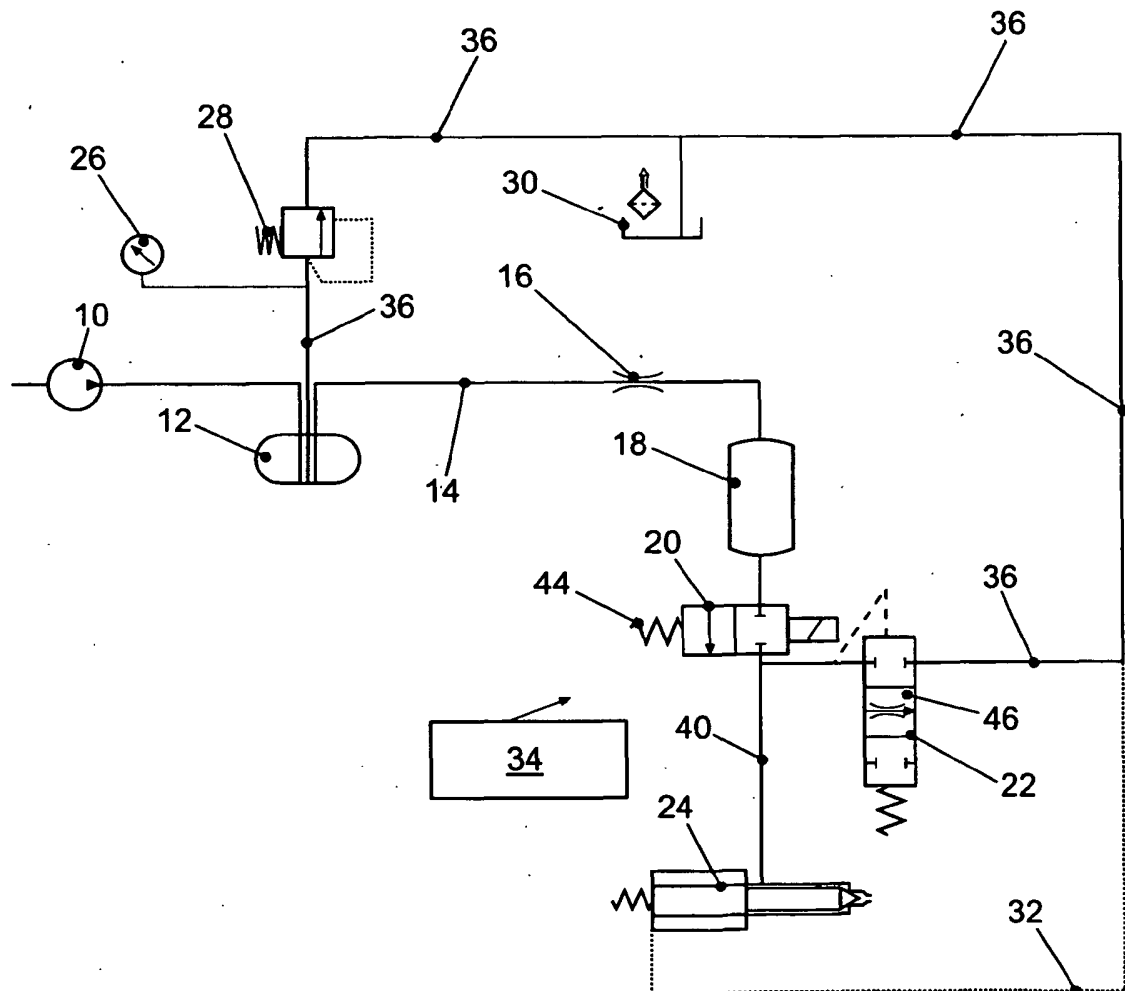


FIG. 1

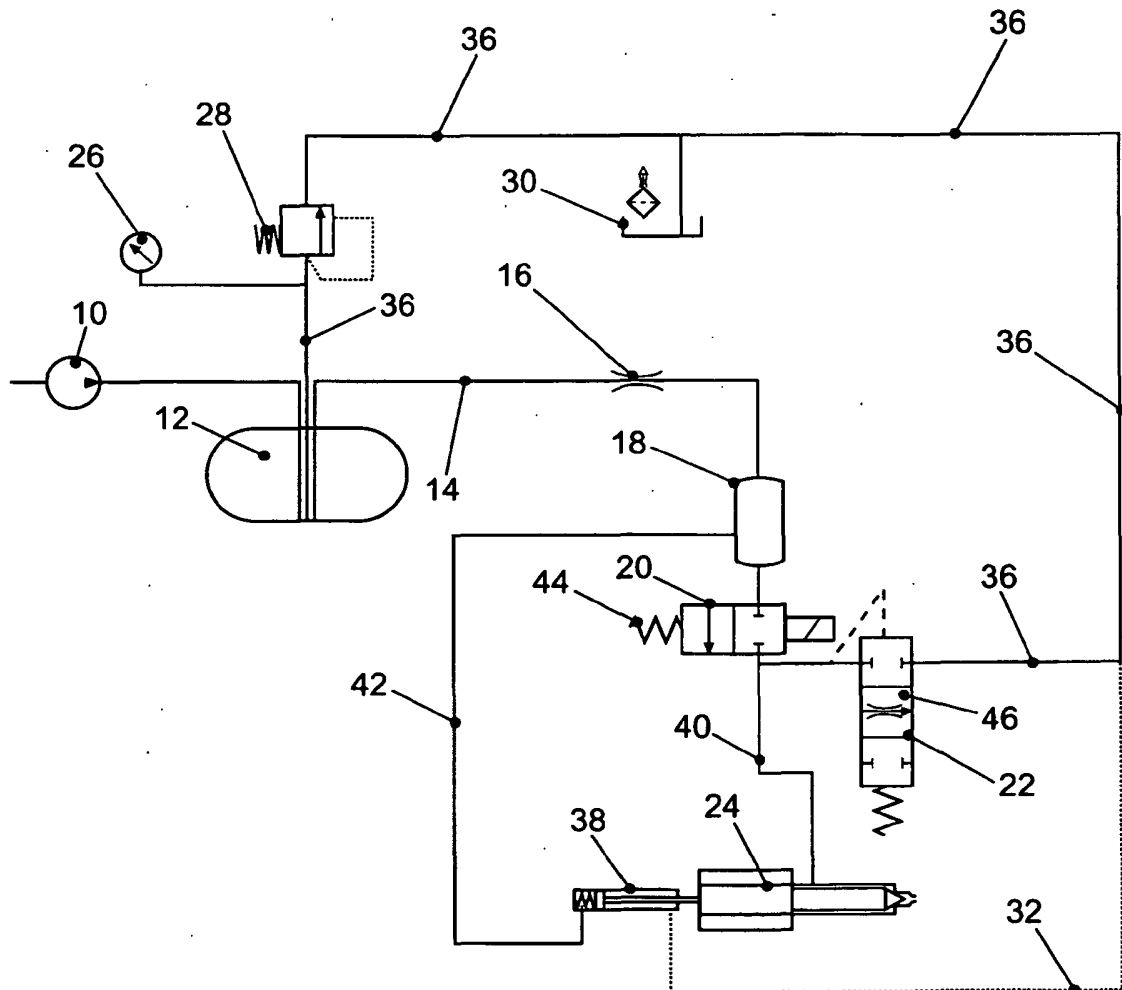


FIG. 2

FIG. 3

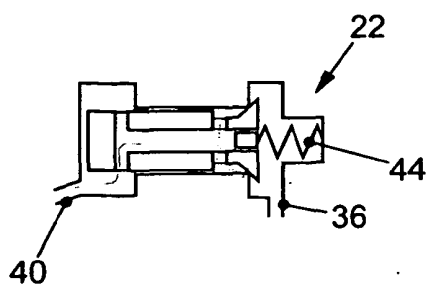


FIG. 4

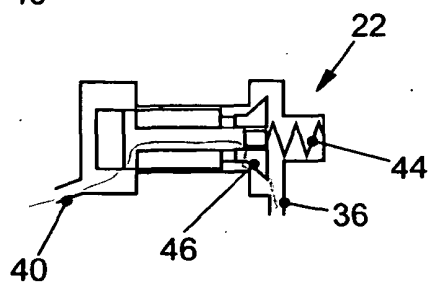


FIG. 5

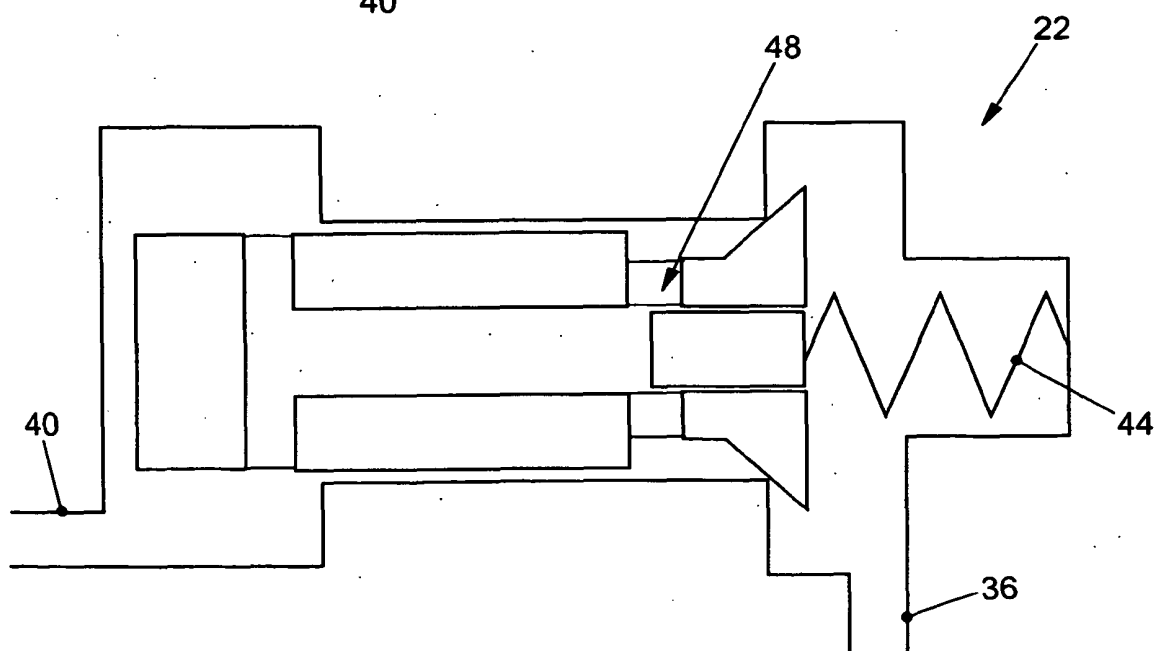
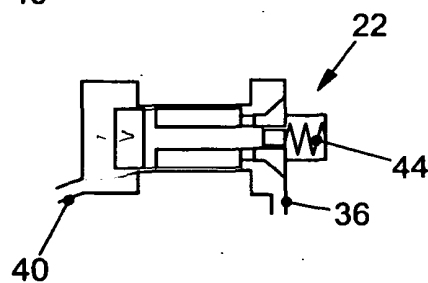


FIG. 6

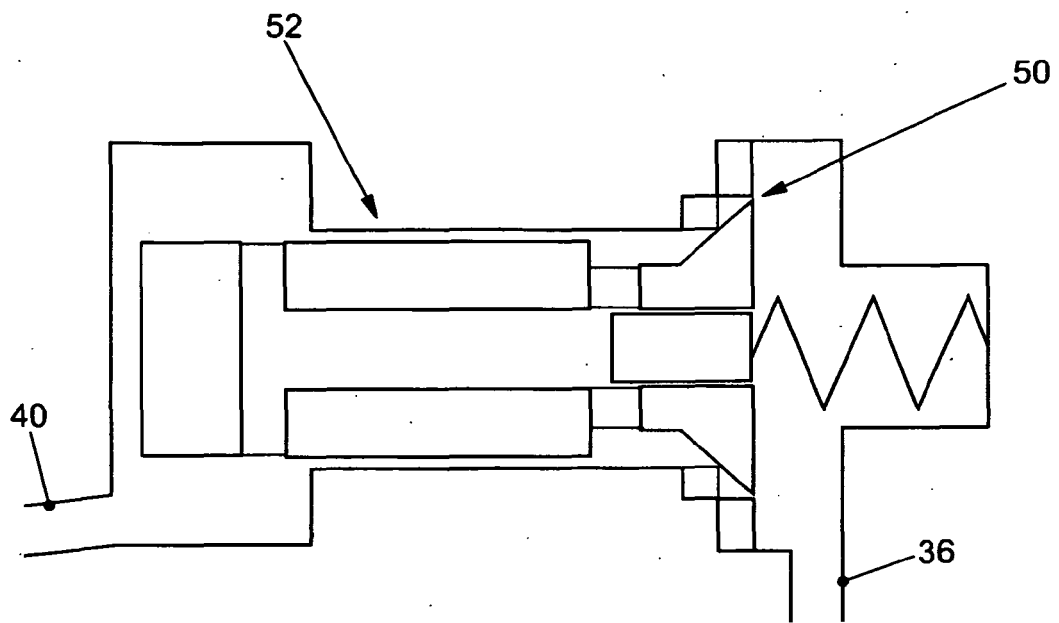


FIG. 7

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 19930276 A [0001]
- DE 10242591 A [0006]