



(11) **EP 2 057 372 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
15.09.2010 Patentblatt 2010/37

(51) Int Cl.:
F02M 47/02 (2006.01) **F02M 57/02** (2006.01)
F02M 63/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07786246.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2007/006499

(22) Anmeldetag: **21.07.2007**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2008/022681 (28.02.2008 Gazette 2008/09)

(54) **KRAFTSTOFFEINSPRITZVORRICHTUNG MIT DRUCKVERSTÄRKER**

FUEL INJECTION DEVICE WITH PRESSURE BOOSTER

DISPOSITIF D'INJECTION DE CARBURANT AVEC SURPRESSEUR

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE
SI SK TR**

(30) Priorität: **22.08.2006 DE 102006039264**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.05.2009 Patentblatt 2009/20

(73) Patentinhaber: **VOLKSWAGEN AG
38436 Wolfsburg (DE)**

(72) Erfinder:
• **KLÜTING, Christian
38440 Wolfsburg (DE)**

- **KOHNEN, Christoph
38122 Braunschweig (DE)**
- **BÖHM, Rene
09131 Chemnitz (DE)**
- **KREISSIG, Udo
09419 Thum (DE)**
- **VOIGT, Peter
93053 Regensburg (DE)**
- **WEIGEL, Danny
09113 Chemnitz (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 19 910 970 DE-A1- 19 939 429
DE-A1-102004 053 421 DE-A1-102005 055 449
DE-C1- 10 063 545

EP 2 057 372 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 eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung für eine Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit einem Druckspeicherraum (Common Rail), einer Leckageleitung, einem Injektor, in dem ein axial verschiebbarer Einspritzkolben einen Stellerraum von einem Druckraum trennt, und mit einem Druckverstärker, in dem ein axial verschiebbarer Druckverstärkerkolben einen Verstärkerraum, einen Federraum und einen Hochdruckraum voneinander trennt, wobei ein 3/2-Wegeventil vorgesehen ist, welches den Stellerraum des Injektors wahlweise mit dem Druckspeicherraum oder der Leckageleitung verbindet und wobei der Druckraum des Injektors permanent mit dem Druckspeicherraum und dem Hochdruckraum des Druckverstärkers verbunden ist, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Aus der DE 100 63 545 C1 ist eine hubgesteuerte Kraftstoffeinspritzvorrichtung bekannt, bei der eine Einspritzdüse einen Stellerraum zur Ansteuerung einer Düsennadel und einen an einen Druckverstärker anschließbaren Düsenraum aufweist. Die Verbindung von einem Differenzraum des Druckverstärkers mit einer Leckageleitung und die Verbindung von dem Stellerraum der Einspritzdüse mit der Leckageleitung sind mit Hilfe eines gemeinsamen 3/2-Wegeventils steuerbar.

[0003] Aus der DE 100 60 089 A1 ist eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung bekannt, die einen gemeinsamen Druckspeicherraum (Common Rail), einen Injektor, einen Druckverstärker und Ventile zur Steuerung des Einspritzvorhangs und der Druckverstärkung umfasst. Der Injektor und der Druckverstärker werden jeweils von einem eigenen 2/2-Wegeventil angesteuert.

[0004] Aus DE 10 2004 053 421 A1 ist eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit einem Druckverstärker bekannt, dessen Kolben einen zentrischen Kanal aufweist, der den Hochdruckraum mit dem Verstärkerraum verbindet und in dem ein Rückschlagventil angeordnet ist.

[0005] Aus der DE 602 00 316 T2 ist ein Vierweg Schaltventil bekannt, das zwei bewegliche Ventilelemente aufweist, die jeweils ein Dreiwegeschaltventil ausbilden und jeweils einen eigenen Aktuator aufweisen, so dass beide Ventilelemente unabhängig voneinander betätigt werden können. Die beiden Ventilelemente sind in einem Ventilgehäuse nebeneinander in jeweiligen Ventilträumen angeordnet, in denen jeweils zwei gegenüberliegende Dichtsitze ausgebildet sind, an denen die Ventilelemente wechselweise anschlagen.

[0006] Bei herkömmlichen, bekannten Common-Rail-Systemen wird beim Öffnen der Düsennadel des Injektors eine Steuermenge in die Leckageleitung bzw. einen Rücklauf abgeleitet bzw. abgesteuert. Aus energetischer Sicht ist diese Menge als Leckagemenge anzusehen und wirkt sich negativ auf den Wirkungsgrad des Systems aus.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit verbessertem Wirkungsgrad zur Verfügung zu stellen.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung der o.g. Art mit den in Anspruch 1 gekennzeichneten Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den weiteren Ansprüchen beschrieben.

[0009] Dazu ist es bei einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung der o.g. Art erfindungsgemäß vorgesehen, dass ein zusätzliches 4/2-Wegeventil vorgesehen ist, welches in einer ersten Schaltstellung den Verstärkerraum des Druckverstärkers und den Federraum des Druckverstärkers abtrennt vom Druckspeicherraum miteinander verbindet und in einer zweiten Schaltstellung den Federraum des Druckverstärkers mit der Leckageleitung und den Verstärkerraum des Druckverstärkers mit dem Druckspeicherraum verbindet.

[0010] Dies hat den Vorteil, dass der Injektor und der Druckverstärker getrennt voneinander und zu beliebigen Zeitpunkten ansteuerbar sind, so dass beispielsweise durch aktives frühes oder spätes oder nicht Zuschalten des Druckverstärkers zu beliebigen Zeitpunkten während eines Einspritzvorganges eine flexible Verlaufsformung des Einspritzdruckes mit steiler Öffnungsflanke am Beginn eines Einspritzvorganges und steiler Schließflanken am Ende eines Einspritzvorganges möglich ist.

[0011] Dadurch, dass der Verstärkerraum des Druckverstärkers und der Federraum des Druckverstärkers über ein Rückschlagventil, welches in Richtung des Verstärkerraumes sperrt, miteinander permanent verbunden sind, erfolgt in Kombination mit der ersten Schaltstellung des 4/2-Wegeventils nach dem Ende eines Einspritzvorganges ein Nachladen des Druckverstärkers aus dem Volumen des vorhergehenden Verstärkertaktes wobei gleichzeitig der Verstärkerraum von der Niederdruckseite des Druckverstärkers aufgefüllt wird, wodurch sich ein verringertes Leckagevolumen und eine verbesserte Energiebilanz durch geringe Verluste des Wirkungsgrades beim Verstärken sowie unverstärkt ergibt.

[0012] Beispielsweise ist die permanente Verbindung zwischen dem Verstärkerraum des Druckverstärkers und dem Federraum des Druckverstärkers als zentrale Bohrung in dem Druckverstärkerkolben ausgebildet. Dies erzielt eine ungesteuerte Schaltbarkeit des Flusses zwischen dem Verstärkerraum und dem Hochdruckraum in Abhängigkeit von der Bewegungsrichtung des Druckverstärkerkolbens und der Druckverhältnisse. Zusätzlich ergibt sich eine Kühlung des Druckverstärkerkolbens und eine daraus resultierende, verminderte Klemmfahr.

[0013] Um eine Rückwirkung des Druckausgangs des Druckverstärkers auf den Druckspeicherraum zu verhindern, ist in der permanenten Verbindung zwischen dem Druckspeicherraum und dem Druckraum des Injektors stromauf der Verbindung mit dem Hochdruckraum des Druckverstärkers ein zweites Rückschlagventil angeordnet, welches in Richtung des Druckspeicherraumes sperrt.

[0014] Um außerhalb von Einspritzvorgängen eine Trennung des Hochdruckraums des Druckverstärkers von dem Druckspeicherraum zu gewährleisten, ist in der permanenten Verbindung zwischen dem Druckraum des Injektors und dem Hochdruckraum des Druckverstärkers stromauf der Verbindung des Druckspeicherraumes mit dem Druckraum des Injektors ein drittes Rückschlagventil angeordnet, welches in Richtung des Hochdruckraumes des Druckverstärkers sperrt.

[0015] Beispielsweise ist das 4/2-Wegeventil mit vier Anschlüssen und einem Steuerelement zum wahlweise Öffnen, Verschließen und/oder miteinander Verbinden von wenigstens zwei der vier Anschlüsse miteinander ausgebildet, wobei das Steuerelement in einem Gehäuse axial zwischen einer ersten Stellung und einer zweiten Stellung verschiebbar ist, wobei das Steuerelement eine erste Ventilnadel und eine zweite Ventilnadel aufweist, die in dem Gehäuse axial miteinander fluchtend angeordnet sind, wobei das Gehäuse zweiteilig mit einer ersten Hülse und einer zweiten Hülse ausgebildet ist, wobei eine erste Ventildfeder zwischen den beiden Ventilnadeln und eine zweite Ventildfeder zwischen der zweiten Ventilnadel und dem Gehäuse derart angeordnet ist, dass die zweite Ventildfeder die Ventilnadeln in axialer Richtung in die erste Stellung drückt, wobei die erste Hülse einen ersten Sitz, die zweite Hülse einen zweiten sowie einen dritten Sitz, die erste Ventilnadel eine erste Schulter zum Anschlagen an dem ersten Sitz der ersten Hülse sowie eine zweite Schulter zum Anschlagen an dem zweiten Sitz der zweiten Hülse und die zweite Ventilnadel eine dritte Schulter zum Anschlagen an dem dritten Sitz der zweiten Hülse aufweist, wobei die Sitze der Hülsen und die Schultern der Ventilnadeln derart angeordnet und ausgebildet sind, dass in der ersten Stellung die erste Schulter der ersten Ventilnadel an dem ersten Sitz der ersten Hülse und die dritte Schulter der zweiten Ventilnadel an dem dritten Sitz der zweiten Hülse anschlägt und die zweite Schulter der ersten Ventilnadel vom zweiten Sitz der zweiten Hülse beabstandet ist und dass in der zweiten Stellung die erste Schulter der ersten Ventilnadel von dem ersten Sitz der ersten Hülse und die dritte Schulter der zweiten Ventilnadel von dem dritten Sitz der zweiten Hülse beabstandet ist und die zweite Schulter der ersten Ventilnadel am zweiten Sitz der zweiten Hülse anschlägt. Dies hat den Vorteil, dass vier Wege durch zwei Schaltstellungen auf einfache Weise schaltbar sind, wobei die in Reihe geschalteten Sitzventile (Sitze der Hülsen mit Schultern der Ventilnadeln) eine Abdichtung ohne statische Leckage gewährleisten. Durch die Modulbauweise des 4/2-Wegeventils ist eine Funktionsüberprüfung ohne Anschluss eines zu schaltenden Bauteils möglich.

[0016] Beispielsweise sind die vier Anschlüsse derart angeordnet und ausgebildet, dass in der ersten Stellung ein erster und ein zweiter Anschluss verschlossen und ein dritter sowie ein vierter Anschluss miteinander verbunden sind und in der zweiten Stellung der dritte Anschluss mit dem ersten Anschluss und der vierte An-

schluss mit dem zweiten Anschluss verbunden ist.

[0017] Zeckmäßigerweise ist die erste Ventilnadel mit einem Aktuator verbunden, welcher wahlweise die erste und zweite Ventilnadel gegen die Kraft der zweiten Ventildfeder in die zweite Stellung bewegt.

[0018] In einer alternativen Ausführungsform ist das 4/2-Wegeventil mit einem Ventilgehäuse, wenigstens zwei Anschlüssen und einem Steuerelement zum wahlweise Öffnen, Verschließen und/oder miteinander Verbinden von wenigstens zwei der Anschlüsse miteinander ausgebildet, wobei das Steuerelement eine erste und wenigstens eine zweite Ventilnadel umfasst und in dem Ventilgehäuse eine erste Ventilkammer mit einem ersten Dichtsitz, in der die erste Ventilnadel zwischen einer ersten Stellung, in der die erste Ventilnadel von dem ersten Dichtsitz abgehoben ist, und einer zweiten Stellung, in der die erste Ventilnadel an dem ersten Dichtsitz anschlägt, axial verschiebbar und in Richtung der ersten Stellung mittels einer ersten Ventildfeder mit Kraft beaufschlagt angeordnet ist, und eine der Anzahl der zweiten Ventilnadeln entsprechende Anzahl von zweiten Ventilkammern mit jeweils einem zweiten Dichtsitz, in dem jeweils eine zweite Ventilnadel zwischen einer ersten Stellung, in der die zweite Ventilnadel an dem zweiten Dichtsitz anschlägt, und einer zweiten Stellung, in der die zweite Ventilnadel von dem zweiten Dichtsitz abgehoben ist; axial verschiebbar und in Richtung der ersten Stellung mittels jeweils einer zweiten Ventildfeder mit Kraft beaufschlagt angeordnet ist, ausgebildet ist, wobei jede zweite Ventilkammer eine Öffnung zur ersten Ventilkammer aufweist, durch die die jeweilige zweite Ventilnadel hindurch in die erste Ventilkammer greift, so dass alle zweiten Ventilnadeln an die erste Ventilnadel derart anstoßen, dass die erste Ventilnadel bei einer Bewegung von der ersten Stellung in die zweite Stellung alle zweiten Ventilnadeln entgegen der jeweiligen Kraft der zweiten Ventildfeder in die zweite Stellung drückt, wobei jeder Anschluss mit wenigstens einer der Ventilkammern des Ventilgehäuses verbunden ist. Dies hat den Vorteil, dass ein mechanisch einfaches und in der Funktion zuverlässiges Mehrwegeventil zur Verfügung steht, welches mit nur einem einzigen Aktuator die Funktionalität beispielsweise eines 4/2-Wegeventils zur Verfügung stellt. Durch eine Sitzparallelschaltung wird eine hohe Dichtigkeit gegen Leckageströme erzielt.

[0019] In einer bevorzugten Ausführungsform sind vier Anschlüsse und zwei zweite Ventilnadeln vorgesehen, wobei die Anschlüsse derart angeordnet und mit den Ventilkammern verbunden sind, dass in der ersten Stellung ein erster Anschluss und ein zweiter Anschluss verschlossen und ein dritter Anschluss sowie ein vierter Anschluss miteinander verbunden sind und in der zweiten Stellung der dritte Anschluss mit dem ersten Anschluss und der vierte Anschluss mit dem zweiten Anschluss verbunden ist.

[0020] Beispielsweise ist die erste Ventilnadel mit einem Aktuator verbunden, welcher wahlweise die erste Ventilnadel gegen die Kraft der ersten Ventildfeder in die

zweite Stellung bewegt.

[0021] Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Diese zeigt in

- Fig. 1 eine schematisches Schaltbild einer bevorzugten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzvorrichtung,
- Fig. 2 eine Detailansicht des Druckverstärkers und dessen Verschaltung mit dem 4/2- Wegeventil,
- Fig. 3 eine bevorzugte Ausführungsform eines Druckverstärkerkolbens in schematischer Schnittansicht,
- Fig. 4 eine schematische Schnittansicht einer beispielhaften Ausführungsform eines 4/2- Wegeventils und
- Fig. 5 eine schematische Schnittansicht einer bevorzugten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrwegeventils.

[0022] Die in Fig. 1 und 2 dargestellte, bevorzugte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzvorrichtung für eine ansonsten nicht näher dargestellte Brennkraftmaschine umfasst eine Hochdruckquelle 10 für Kraftstoff, einen Druckspeicherraum 12, eine Leckageleitung bzw. einen Rücklauf 14, einen Injektor 16, einen Druckverstärker 18, ein 3/2-Wegeventil 20 und ein 4/2-Wegeventil 22. In dem Injektor 16 ist ein Einspritzkolben bzw. eine Düsenadel 24 axial verschiebbar angeordnet, welche einen Steuerraum 26 von einem Druckraum 28 trennt und in geschlossenen Zustand Einspritzöffnungen (nicht dargestellt) verschließt. Der Druckverstärker 18 weist einen axial verschiebbaren Druckverstärkerkolben 30 auf, der einen Verstärkerraum 32, einen Federraum 34 und einen Hochdruckraum 36 voneinander trennt. In dem Federraum 34 ist eine Rückstellfeder 38 angeordnet.

[0023] Das 4/2-Wegeventil 22 ist mit dem Druckspeicherraum 12, der Leckageleitung 14, dem Verstärkerraum 32 des Druckverstärkers 18 und dem Federraum 34 des Druckverstärkers 18 verbunden. Das 4/2-Wegeventil 22 ist dabei derart ausgebildet, dass in einer ersten Stellung, wie in Fig. 1 und 2 dargestellt, bei der der Druckverstärker 18 inaktiv ist, der Verstärkerraum 32 des Druckverstärkers 18 mit dem Federraum 34 des Druckverstärkers 18 verbunden ist und die Anschlüsse zum Druckspeicherraum 12 und zur Leckageleitung 14 verschlossen sind und in einer zweiten Stellung, in der der Druckverstärker 18 aktiv ist, der Verstärkerraum 32 des Druckverstärkers 18 mit dem Druckspeicherraum 12 sowie der Federraum 34 des Druckverstärkers 18 mit der Leckageleitung 14 verbunden ist. Weiterhin ist eine erste Verbindungsleitung 40 mit einem ersten Rückschlagventil 42 vorgesehen, welche eine permanente Verbindung zwischen dem Hochdruckraum 36 des Druckverstärkers

18 und dem Verstärkerraum 32 des Druckverstärkers 18 herstellt, wobei das erste Rückschlagventil 42 derart angeordnet und ausgebildet ist, dass es in Richtung Verstärkerraum 32 sperrt.

[0024] Das 3/2-Wegeventil 20 ist über eine zweite Verbindungsleitung 44 mit dem Druckspeicherraum 12, mit der Leckageleitung 14 und mit dem Steuerraum 26 des Injektors 16 verbunden. In der zweiten Verbindungsleitung 44 ist ein zweites Rückschlagventil 46 angeordnet, welches in Richtung des Druckspeicherraumes 12 sperrt. Das 3/2-Wegeventil 20 ist derart ausgebildet, dass in einer ersten Stellung, wie in Fig. 1 dargestellt, in der keine Einspritzung von Kraftstoff erfolgt (Injektor geschlossen), der Steuerraum 26 des Injektors 16 über die zweite Verbindungsleitung 44 mit dem Druckspeicherraum 12 verbunden und der Anschluss zur Leckageleitung 14 verschlossen ist. In einer zweiten Stellung des 3/2-Wegeventil 20, in der eine Einspritzung von Kraftstoff erfolgt (Injektor 16 geöffnet), ist der Steuerraum 26 des Injektors 16 mit der Leckageleitung 14 verbunden und der Anschluss zur zweiten Verbindungsleitung 44 verschlossen.

[0025] Über eine dritte Verbindungsleitung 48 ist der Hochdruckraum 36 des Druckverstärkers 18 mit der zweiten Verbindungsleitung 44 und damit sowohl mit dem Druckspeicherraum 12 als auch über das 3/2-Wegeventil 20 in seiner ersten Stellung mit dem Steuerraum 26 des Injektors 16 sowie auch über eine vierte Verbindungsleitung 52 mit dem Druckraum 28 des Injektors 16 verbunden. In der dritten Verbindungsleitung 48 ist ein drittes Rückschlagventil 50 angeordnet, welches in Richtung des Hochdruckraumes 36 des Druckverstärkers 18 sperrt.

[0026] In der ersten Stellung des 3/2-Wegeventil 20 herrscht auf beiden Seiten des Einspritzkolben 24 gleicher Druck, so dass der Einspritzkolben 24 den Injektor 16 wegen der Flächendifferenz auf beiden Seiten des Einspritzkolben 24 in bekannter Weise schließt. In der zweiten Stellung des 3/2-Wegeventil 20 wird der Druck im Steuerraum 26 des Injektors 16 in die Leckageleitung 14 abgesteuert und der Raildruck in dem Druckraum 28 des Injektors 16 hebt den Einspritzkolben 24 von seinem Dichtsitz ab und öffnet dadurch den Injektor 16, so dass eine Einspritzung von Kraftstoff erfolgt. Zusätzlich, jedoch unabhängig von der Betätigung des Injektors 16 mittels des 3/2-Wegeventil 20 kann über das 4/2-Wegeventil 22 der Druckverstärker 18 aktiviert werden. Ist dieser bereits vor dem Öffnen des Injektors 16 und auch noch während des Schließens des Injektors 16 aktiviert, ergeben sich besonders steile Verlaufsflanken der Einspritzrate des Kraftstoffes bei der Einspritzung.

[0027] Insgesamt ergibt sich somit eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit Common-Rail-Injektor und Druckverstärkung ohne Steuermengenverlust bei druckverstärkter Einspritzung mit ebenfalls druckverstärktem Schließvorgang. Die erfindungsgemäße Anordnung ist energetisch und hydraulisch sehr günstig. Zum Nachladen des Druckverstärkers 18 nach einem Einspritzvor-

gang wird das Volumen oberhalb des Druckverstärkerkolbens 30 genutzt und unter Ausnutzung der Kompressibilität des Kraftstoffes in den Hochdruckraum 36 des Druckverstärkers 18 sowie den Federraum 34 des Druckverstärkers 18 geleitet. Der Druckverstärkerkolben 30 wird dabei nach dem Ende eines Einspritzvorgangs mittels der statischen Rückstellfeder 38 in seine in Fig. 2 dargestellte Ausgangsposition zurück bewegt. Die einzige Verlustmenge bei einem Verstärkungstakt ist die Kraftstoffmenge im Federraum 34 des Druckverstärkers 18. Neben extrem steilen Öffnungs- und Schließflanken erzielt dies einen geringst möglichen Verlust des Wirkungsgrades beim verstärkten und unverstärkten Einspritzen von Kraftstoff.

[0028] Über die erste Verbindungsleitung 40 und die in der ersten Stellung des 4/2-Wegeventils 22 geschlossene Verbindung 54 zwischen Hochdruckraum 36 und Verstärkerraum 32 des Druckverstärkers 18 wird die in der Kompressibilität gespeicherte Energie genutzt. Der Verstärkerraum 32 wird mit Kraftstoff von der Niederdruckseite des Druckverstärkers 18 aufgefüllt. Durch die beiden voneinander unabhängigen Ventile 20 und 22 steht eine freie Wahl des Zuschaltzeitpunktes der Druckverstärkung zur Verfügung. Es kann auch eine Einspritzung von Kraftstoff vollkommen ohne Druckverstärkung erfolgen. Das 3/2-Wegeventil 20 dient der Zumessung der Einspritzmenge über eine vorgebbare Öffnungsdauer. Jedes des Schaltventile 20 und 22 weist einen eigenen Aktuator auf, so dass beide Schaltventile unabhängig voneinander betätigt werden können. Die Steigerung des Wirkungsgrades erfolgt durch Nutzung von Kraftstoff zum Nachfüllen des Hochdruckraumes 36 des Druckverstärkers 18, welcher bereits zur Druckverstärkung herangezogen wurde. Daraus resultiert auch weniger Lecköl. Durch die Vorspannung mit komprimiertem Kraftstoff wird zusätzlich eine rechteckige Einspritzrate erzielt, der Leerhub des Druckverstärkers 18 verringert und es steht mehr Energie für die Gemischbildung zur Verfügung. Die Steigerung des Wirkungsgrades des Einspritzsystems führt zu einer Verbesserung des Motorwirkungsgrades und verringert den Bedarf an Kühlleistung, so dass ein kleinerer Kraftstoffkühler ausreichend ist.

[0029] Beim Nachladen des Druckverstärkers 18 mittels der statischen Feder 38 wird mit der Aufwärtsbewegung des Druckverstärkerkolbens 30 durch die Federkraft die energiegeladene Menge des Verstärkerraumes 36 (Volumen mit 1000 bar) zum Befüllen des Hochdruckraumes 36 genutzt. Da dieses Volumen nicht abgesteuert wird, erhöht sich der Wirkungsgrad des Systems im Verstärkermodus um ca. 15%.

[0030] Mit dem Hydraulikschaltbild gemäß der Fig. 1 und 2 ist eine Einspritzverlaufsformung möglich. Durch eine Druckverstärkung ohne Einspritzung erhöht sich der Öffnungsdruck des Injektor 16. Durch eine Verstärkung über den Einspritzverlauf hinaus ist eine extrem steile Absteuerflanke möglich. Mit der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzvorrichtung erzielt man eine Rechteckigkeit des Einspritzverlaufes von bis zu 98%.

[0031] Bei einem innendruckverstärkten Commonrailinjektor ist der Bauraum stark begrenzt. Aus diesem Grund wird als weitere bevorzugte Ausführungsform des Druckverstärkerkolbens 30 vorgeschlagen, die erste Verbindungsleitung 40 mit erstem Rückschlagventil 42 zum Auffüllen des Hochdruckraumes 36 des Druckverstärkers 18 aus dem Federraum 34 und dem Verstärkerraum 32 des Druckverstärkers 18 als Bohrung samt Rückschlagventil in den Druckverstärkerkolben 30 integriert auszubilden. Hierdurch entfällt Schadraumvolumen und eine außen um den Druckverstärkerkolben 30 herumzuführende Leitung. Dies eröffnet die Möglichkeit der ungesteuerten Schaltbarkeit des Flusses zwischen dem Verstärkerraum 32 und dem Hochdruckraum 36 in Abhängigkeit von der Bewegungsrichtung des Druckverstärkerkolbens 30 und der Druckverhältnisse. Zusätzlich ergibt sich eine Kühlung des Druckverstärkerkolbens 30 und eine daraus resultierende, verminderte Klemmgefahr.

[0032] Fig. 3 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform eines derartigen Druckverstärkerkolbens 30 mit integrierter erster Verbindungsleitung 40 in Form einer zentralen Bohrung mit erstem Rückschlagventil 42. Funktionsgleiche Teile sind mit gleichen Bezugsziffern bezeichnet, wie in den Fig. 1 und 2, so dass zu deren Erläuterung auf die obige Beschreibung der Fig. 1 und 2 verwiesen wird. Auch diese zentrale Bohrung 40 dient zum Nachladen des Hochdruckraumes 36 ohne zusätzliche Injektorbohrung mit energetisch aufgeladenem Kraftstoff aus dem Verstärkerraum 32. Zum Aktivieren des Druckverstärkers 18 wird der Verstärkerraum 32 mit Raildruck beaufschlagt und der Druckverstärkerkolben 30 bewegt sich nach "unten", d.h. in Richtung des Hochdruckraumes 36. Durch die vorliegenden Druckverhältnisse ($p_{\text{Verstärkerraum}} < p_{\text{Hochdruckraum}}$) ist das erste Rückschlagventil 42 während der Druckverstärkung geschlossen. Nach der Druckverstärkung sind die Druckverhältnisse ausgeglichen und der Druckverstärkerkolben 30 wird mittels Federkraft nach "oben" bewegt, d.h. in Richtung des Verstärkerraumes 32. Das erste Rückschlagventil 42 ist geöffnet und gewährleistet eine Fluidströmung durch den Druckverstärkerkolben 30 hindurch.

[0033] Eine Feder sorgt dafür, dass das erste Rückschlagventil 42 nach Beendigung der Füllphase sicher in seinen Dichtsitz gedrückt wird. Hierdurch wird sichergestellt, dass der Druckverstärkerkolben 30 einen reproduzierbaren Förderbeginn aufweist, d.h. sobald der Druckverstärkerkolben 30 über das 4/2-Wegeventil 22 betätigt wird, beginnt der Kraftstoff zu verdichten.

[0034] Die in Fig. 4 dargestellte, beispielhafte Ausführungsform eines 4/2-Wegeventils soll Leakage und Funktion des 4/2-Wegeventils verbessern und umfasst vier Anschlüsse 110, 112, 114, 116, eine erste Ventildnadel 118 und eine zweite Ventildnadel 120 zum wahlweise Öffnen, Verschließen und/oder miteinander Verbinden von wenigstens zwei der vier Anschlüsse 110, 112, 114, 116 miteinander, wobei die Ventildnadeln 118, 120 in einem Gehäuse axial zwischen einer ersten Stellung und einer

zweiten Stellung verschiebbar sind, wobei die erste Stellung dargestellt ist.

[0035] Die Ventilmadeln 118, 120 sind in dem Gehäuse axial miteinander fluchtend angeordnet, wobei das Gehäuse zweiteilig mit einer ersten Hülse 122 und einer zweiten Hülse 124 ausgebildet ist, die an einer Trennebene 125 aneinander anstoßen. Eine erste Ventildfeder 126 ist zwischen den beiden Ventilmadeln 118, 120 und eine zweite Ventildfeder 128 ist zwischen der zweiten Ventilmadel 120 und der zweiten Hülse 124 des Gehäuses derart angeordnet, dass die zweite Ventildfeder 128 die Ventilmadeln 118, 120 in axialer Richtung in die erste Stellung drückt.

[0036] Die erste Hülse 122 weist einen ersten Sitz 130 und die zweite Hülse 124 weist einen zweiten Sitz 132 sowie einen dritten Sitz 134 auf. Die erste Ventilmadel 118 weist eine erste Schulter 136 zum Anschlagen an dem ersten Sitz 130 der ersten Hülse 122 sowie eine zweite Schulter 138 zum Anschlagen an dem zweiten Sitz 132 der zweiten Hülse 124 und die zweite Ventilmadel 120 weist eine dritte Schulter 140 zum Anschlagen an dem dritten Sitz 134 der zweiten Hülse 124 auf. Die Sitze 130, 132, 134 der Hülsen 122, 124 und die Schultern 136, 138, 140 der Ventilmadeln 118, 120 sind derart angeordnet und ausgebildet, dass in der ersten Stellung die erste Schulter 136 der ersten Ventilmadel 118 an dem ersten Sitz 130 der ersten Hülse 122 und die dritte Schulter 140 der zweiten Ventilmadel 120 an dem dritten Sitz 134 der zweiten Hülse 124 anschlägt und die zweite Schulter 138 der ersten Ventilmadel 118 vom zweiten Sitz 132 der zweiten Hülse 124 beabstandet ist. In der zweiten Stellung ist die erste Schulter 136 der ersten Ventilmadel 118 von dem ersten Sitz 130 der ersten Hülse 122 und die dritte Schulter 140 der zweiten Ventilmadel 120 von dem dritten Sitz 134 der zweiten Hülse 124 beabstandet und schlägt die zweite Schulter 138 der ersten Ventilmadel 118 am zweiten Sitz 132 der zweiten Hülse 124 an.

[0037] Die vier Anschlüsse 110, 112, 114, 116 sind derart angeordnet und ausgebildet, dass in der ersten Stellung ein erster Anschluss 110 und ein zweiter Anschluss 112 verschlossen und ein dritter Anschluss 114 sowie ein vierter Anschluss 116 miteinander verbunden sind. In der zweiten Stellung ist der dritte Anschluss 114 mit dem ersten Anschluss 110 und der vierte Anschluss 116 mit dem zweiten Anschluss 112 verbunden.

[0038] Die erste Ventilmadel 118 ist mit einem Aktuator 142 verbunden ist, welcher wahlweise die erste und zweite Ventilmadel 118, 120 gegen die Kraft der zweiten Ventildfeder 128 in die zweite Stellung bewegt.

[0039] Die erste Ventildfeder 126 dient als Koppelfeder für die beiden Ventilmadeln 118, 120 und gleicht Längstoleranzen aus und gewährleistet die statische Bestimmtheit des Dichtsitzes. Es handelt sich vorliegend um eine Reihenschaltung der einzelnen Dichtsitz 130/136, 132/138 und 134/140. Mit der erfindungsgemäßen Ventilform kann die gesamte Funktionalität des 4/2-Wege- bzw. Schaltventils zum energetisch günstigen Betreiben beispielsweise eines Innendruckverstärkers ei-

nes Common-Rail-Systems abgebildet werden.

[0040] Das 4/2-Wegeventil befindet sich in der ersten Stellung (Ruhestellung), wenn der Aktuator 142 nicht bestrahlt ist und durch die zweite Ventildfeder 128 die beiden Ventilmadeln 118, 120 in ihrem jeweiligen Sitz 130, 134 anliegen. Durch die Bestromung des Aktuators 142 wird die Federkraft der zweiten Ventildfeder 128 überwunden und die beiden Ventilmadeln 118, 120 aus den Sitzen 130, 134 abgehoben und schließlich wird die erste Ventilmadel 118 in den zweiten Sitz 132 gedrückt. Um die Fertigungstoleranzen zu überwinden ist die erste Ventildfeder 126 vorgesehen. Diese muss die Dichtkraft für den ersten Sitz 130 auf die erste Ventilmadel 118 übertragen können. Das System ist somit statisch bestimmt.

[0041] Der erste Anschluss 110 ist mit dem Druckspeicherraum 12, der zweite Anschluss 112 ist mit der Lekkageleitung 14, der dritte Anschluss 114 ist mit dem Verstärkerraum 32 des Druckverstärkers 18 und der vierte Anschluss 116 ist mit dem Federraum 34 des Druckverstärkers 18 verbunden.

[0042] Die in Fig. 5 dargestellte, bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrwegeventils soll die Funktion eines Mehrwegeventils verbessern und ist als 4/2-Wegeventil ausgebildet und umfasst ein Ventilgehäuse 210, eine erste Ventilmadel 212, die in einer ersten Ventilkammer 214 angeordnet ist, und zwei zweite Ventilmadeln 216, die jeweils in einer zweiten Ventilkammer 218 angeordnet sind. In der ersten Ventilkammer 214 ist ein erster Dichtsitz 220 ausgebildet und die erste Ventilmadel 212 ist in der ersten Ventilkammer 214 axial zwischen einer ersten Stellung, in der die erste Ventilmadel 212 vom ersten Dichtsitz 220 abgehoben ist, und einer zweiten Stellung, in der die erste Ventilmadel 212 am ersten Dichtsitz 220 anliegt, verschiebbar. Eine erste Ventildfeder 222 beaufschlagt die erste Ventilmadel 212 in Richtung der ersten Stellung mit Kraft. Die erste Ventilmadel 212 ist mit einem Aktuator 223 verbunden, der die erste Ventilmadel 212 wahlweise entgegen der Kraft der ersten Ventildfeder 222 in die zweite Stellung bewegt.

[0043] In jeder der zweiten Ventilkammern 218 ist ein zweiter Dichtsitz 224 ausgebildet und die zweite Ventilmadel 216 ist in der zweiten Ventilkammer 218 axial verschiebbar zwischen einer ersten Stellung, in der die zweite Ventilmadel 216 am zweiten Dichtsitz 224 anliegt, und einer zweiten Stellung, in der die zweite Ventilmadel 216 vom zweiten Dichtsitz 224 abgehoben ist, angeordnet. Eine zweite Ventildfeder 226 beaufschlagt die zweite Ventilmadel 216 in Richtung der ersten Stellung mit Kraft. Jede zweite Ventilkammer 218 weist eine Öffnung zur ersten Ventilkammer 214 auf, wobei die jeweilige zweite Ventilmadel 216 durch diese Öffnung in die erste Ventilkammer 214 greift und an der ersten Ventilmadel 212 anschlägt. Hierbei schlagen die zweiten Ventilmadeln 216 an einer von dem Aktuator 223 abgewandten Seite der ersten Ventilmadel 212 an. Auf diese Weise wird eine Bewegung der ersten Ventilmadel 212 auf die zweiten Ventilmadeln 216 übertragen, d.h. wenn der Aktuator 223 die erste Ventilmadel 212 von der ersten Stellung in die

zweite Stellung bewegt und damit den ersten Dichtsitz 220 schließt werden gleichzeitig die zweiten Ventilmadeln 216 ebenfalls in die zweite Stellung bewegt und damit der zweite Dichtsitz 224 in jeder zweiten Ventilkammer 218 geöffnet. Mit anderen Worten sind der erste Dichtsitz 220 und die zweiten Dichtsitz 224 entgegen gesetzt gerichtet und die zweiten Ventilkammern 218 sind in Richtung der Bewegung der ersten Ventilmadel 212 in die zweite Stellung in der Darstellung unterhalb der ersten Ventilkammer 214 angeordnet.

[0044] In dem Ventilgehäuse 210 sind vier Anschlüsse 230, 232, 234, 236 ausgebildet, wobei ein erster Anschluss 230 mit einer zweiten Ventilkammer 218, ein zweiter Anschluss 232 mit der anderen zweiten Ventilkammer 218, ein dritter Anschluss 234 mit der ersten Ventilkammer 214 und einer der zweiten Ventilkammern 218 und der vierte Anschluss 236 mit der ersten Ventilkammer 214 und der anderen zweiten Ventilkammer 218 verbunden ist. Auf diese Weise sind folgende Schaltstellungen realisiert: In der ersten Stellung sind der erste Anschluss 230 und der zweite Anschluss 232 verschlossen und der dritte Anschluss 234 sowie der vierte Anschluss 236 über die erste Ventilkammer 214 miteinander verbunden. In der zweiten Stellung ist der dritte Anschluss 234 mit dem ersten Anschluss 230 über eine der zweiten Ventilkammern 218 verbunden und der vierte Anschluss 236 mit dem zweiten Anschluss 232 über die andere zweite Ventilkammern 218 verbunden.

[0045] Die Anschlagflächen zwischen der ersten Ventilmadel 212 und den zweiten Ventilmadeln 216 sind als Dichtflächen ausgebildet. Dadurch sind die zweiten Ventilkammern 218 voneinander sowie von der ersten Ventilkammer 214 dichtend getrennt.

[0046] Dieses erfindungsgemäße Schaltventil realisiert eine Dichtsitzparallelschaltung und erhält seine statische Bestimmtheit darüber, dass es einen Leerhub zwischen den zweiten Ventilmadeln 216 und der ersten Ventilmadel 212 gibt. Der Ruhezustand des Schaltventils ist im unbestromten Zustand des Aktuators 223, wobei sich alle Ventilmadeln 212, 216 in der jeweiligen ersten Stellung befinden in der der erste Dichtsitz 220 geöffnet und die zweiten Dichtsitz 224 geschlossen sind. Nach der Bestromung des Aktuators 223 wird die Federkraft der beiden zweiten Ventildfedern 226 überwunden und werden die zweiten Dichtsitz 224 parallel geöffnet. Gleichzeitig wird der erste Dichtsitz 220 von der ersten Ventilmadel 212 geschlossen.

[0047] Der erste Anschluss 230 ist mit dem Druckspeicherraum 12, der zweite Anschluss 232 ist mit der Leckageleitung 14, der dritte Anschluss 234 ist mit dem Verstärkerraum 32 des Druckverstärkers 18 und der vierte Anschluss 236 ist mit dem Federraum 34 des Druckverstärkers 18 verbunden.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzvorrichtung für eine Brennkraftma-

schine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit einem Druckspeicherraum (common rail) (12), einer Leckageleitung (14), einem Injektor (16), in dem ein axial verschiebbarer Einspritzkolben (24) einen Steuerraum (26) von einem Druckraum (28) trennt, und mit einem Druckverstärker (18), in dem ein axial verschiebbarer Druckverstärkerkolben (30) einen Verstärkerraum (32), einen Federraum (34) und einen Hochdruckraum (36) voneinander trennt, wobei ein 3/2-Wegeventil (20) vorgesehen ist, welches den Steuerraum (26) des Injektors (16) wahlweise mit dem Druckspeicherraum (12) oder der Leckageleitung (14) verbindet und wobei der Druckraum (28) des Injektors (16) permanent mit dem Druckspeicherraum (12) und dem Hochdruckraum (36) des Druckverstärkers (18) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein zusätzliches 4/2-Wegeventil (22) vorgesehen ist, welches in einer ersten Schaltstellung den Verstärkerraum (32) des Druckverstärkers (18) und den Federraum (34) des Druckverstärkers (18) abgetrennt vom Druckspeicherraum (12) miteinander verbindet und in einer zweiten Schaltstellung den Federraum (34) des Druckverstärkers (18) mit der Leckageleitung (14) und den Verstärkerraum (32) des Druckverstärkers (18) mit dem Druckspeicherraum (12) verbindet.

2. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verstärkerraum (32) des Druckverstärkers (18) und der Hochdruckraum (36) des Druckverstärkers (18) über ein erstes Rückschlagventil (42), welches in Richtung des Verstärkerraumes (32) sperrt, miteinander permanent verbunden sind.

3. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die permanente Verbindung (40) zwischen dem Verstärkerraum (32) des Druckverstärkers (18) und dem Hochdruckraum (36) des Druckverstärkers (18) als zentrale Bohrung in dem Druckverstärkerkolben (30) ausgebildet ist.

4. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der permanenten Verbindung (44, 52) zwischen dem Druckspeicherraum (12) und dem Druckraum (28) des Injektors (16) stromauf der Verbindung mit dem Hochdruckraum (36) des Druckverstärkers (18) ein zweites Rückschlagventil (46) angeordnet ist, welches in Richtung des Druckspeicherraumes (12) sperrt.

5. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der permanenten Verbindung (44, 48, 52) zwischen dem Druckraum (28) des Injektors (16) und dem Hochdruckraum (36) des Druckverstärkers (18) stromauf der Verbindung des

Druckspeicherraumes (12) mit dem Druckraum (28) des Injektors (16) ein drittes Rückschlagventil (50) angeordnet ist, welches in Richtung des Hochdruckraumes (36) des Druckverstärkers (18) sperrt.

6. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das 4/2-Wegeventil mit vier Anschlüssen (110, 112, 114, 116) und einem Steuerelement zum wahlweise Öffnen, Verschließen und/oder miteinander Verbinden von wenigstens zwei der vier Anschlüsse miteinander ausgebildet ist, wobei das Steuerelement in einem Gehäuse axial zwischen einer ersten Stellung und einer zweiten Stellung verschiebbar ist, wobei das Steuerelement eine erste Ventilnadel (118) und eine zweite Ventilnadel (120) aufweist, die in dem Gehäuse axial miteinander fluchtend angeordnet sind, wobei das Gehäuse zweiteilig mit einer ersten Hülse (122) und einer zweiten Hülse (124) ausgebildet ist, wobei eine erste Ventildfeder (126) zwischen den beiden Ventilnadeln (118, 120) und eine zweite Ventildfeder (128) zwischen der zweiten Ventilnadel (120) und dem Gehäuse (124) derart angeordnet ist, dass die zweite Ventildfeder (128) die Ventilnadeln (118, 120) in axialer Richtung in die erste Stellung drückt, wobei die erste Hülse (122) einen ersten Sitz (130), die zweite Hülse (124) einen zweiten (132) sowie einen dritten Sitz (134), die erste Ventilnadel (118) eine erste Schulter (136) zum Anschlagen an dem ersten Sitz (130) der ersten Hülse (122) sowie eine zweite Schulter (138) zum Anschlagen an dem zweiten Sitz (132) der zweiten Hülse (124) und die zweite Ventilnadel (120) eine dritte Schulter (140) zum Anschlagen an dem dritten Sitz (134) der zweiten Hülse (124) aufweist, wobei die Sitze (130, 132, 134) der Hülsen (122, 124) und die Schultern (136, 138, 140) der Ventilnadeln (118, 120) derart angeordnet und ausgebildet sind, dass in der ersten Stellung die erste Schulter (136) der ersten Ventilnadel (118) an dem ersten Sitz (130) der ersten Hülse (122) und die dritte Schulter (140) der zweiten Ventilnadel (120) an dem dritten Sitz (134) der zweiten Hülse (124) anschlägt und die zweite Schulter (138) der ersten Ventilnadel (118) vom zweiten Sitz (132) der zweiten Hülse (124) beabstandet ist und dass in der zweiten Stellung die erste Schulter (138) der ersten Ventilnadel (118) von dem ersten Sitz (130) der ersten Hülse (122) und die dritte Schulter (140) der zweiten Ventilnadel (120) von dem dritten Sitz (134) der zweiten Hülse (124) beabstandet ist und die zweite Schulter (138) der ersten Ventilnadel (118) am zweiten Sitz (132) der zweiten Hülse (124) anschlägt.
7. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vier Anschlüsse (110, 112, 114, 116) derart angeordnet und ausgebildet sind, dass in der ersten Stellung ein erster und

ein zweiter Anschluss (110, 112) verschlossen und ein dritter sowie ein vierter Anschluss (114, 116) miteinander verbunden sind und in der zweiten Stellung der dritte Anschluss (114) mit dem ersten Anschluss (110) und der vierte Anschluss (116) mit dem zweiten Anschluss (112) verbunden ist.

8. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Ventilnadel (118) mit einem Aktuator (142) verbunden ist, welcher wahlweise die erste und zweite Ventilnadel (118, 120) gegen die Kraft der zweiten Ventildfeder (128) in die zweite Stellung bewegt.
9. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das 4/2-Wegeventil mit einem Ventilgehäuse (210), wenigstens zwei Anschlüssen (230, 232, 234, 236) und einem Steuerelement zum wahlweise Öffnen, Verschließen und/oder miteinander Verbinden von wenigstens zwei der Anschlüsse (230, 232, 234, 236) miteinander ausgebildet ist, wobei das Steuerelement eine erste Ventilnadel (212) und wenigstens eine zweite Ventilnadel (216) umfasst und in dem Ventilgehäuse (210) eine erste Ventilkammer (214) mit einem ersten Dichtsitz (220), in der die erste Ventilnadel (212) zwischen einer ersten Stellung, in der die erste Ventilnadel (212) von dem ersten Dichtsitz (220) abgehoben ist, und einer zweiten Stellung, in der die erste Ventilnadel (212) an dem ersten Dichtsitz (220) anschlägt, axial verschiebbar und in Richtung der ersten Stellung mittels einer ersten Ventildfeder (222) mit Kraft beaufschlagt angeordnet ist, und eine der Anzahl der zweiten Ventilnadeln (216) entsprechende Anzahl von zweiten Ventilkammern (218) mit jeweils einem zweiten Dichtsitz (224), in dem jeweils eine zweite Ventilnadel (216) zwischen einer ersten Stellung, in der die zweite Ventilnadel (216) an dem zweiten Dichtsitz (224) anschlägt, und einer zweiten Stellung, in der die zweite Ventilnadel (216) von dem zweiten Dichtsitz (224) abgehoben ist, axial verschiebbar und in Richtung der ersten Stellung mittels jeweils einer zweiten Ventildfeder (226) mit Kraft beaufschlagt angeordnet ist, ausgebildet ist, wobei jede zweite Ventilkammer (218) eine Öffnung zur ersten Ventilkammer (214) aufweist, durch die die jeweilige zweite Ventilnadel (216) hindurch in die erste Ventilkammer (214) greift, so dass alle zweiten Ventilnadeln (216) an die erste Ventilnadel (212) derart anstoßen, dass die erste Ventilnadel (212) bei einer Bewegung von der ersten Stellung in die zweite Stellung alle zweiten Ventilnadeln (216) entgegen der jeweiligen Kraft der zweiten Ventildfeder (226) in die zweite Stellung drückt, wobei jeder Anschluss (230, 232, 234, 236) mit wenigstens einer der Ventilkammern (214, 218) des Ventilgehäuses (210) verbunden ist.

10. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** vier Anschlüsse (230, 232, 234, 236) und zwei zweite Ventildnadeln (216) vorgesehen sind, wobei die Anschlüsse (230, 232, 234, 236) derart angeordnet und mit den Ventilkammern (214, 218) verbunden sind, dass in der ersten Stellung ein erster Anschluss (230) und ein zweiter Anschluss (232) verschlossen und ein dritter Anschluss (234) sowie ein vierter Anschluss (236) miteinander verbunden sind und in der zweiten Stellung der dritte Anschluss (234) mit dem ersten Anschluss (230) und der vierte Anschluss (236) mit dem zweiten Anschluss (232) verbunden ist.
11. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Ventildnadel (212) mit einem Aktuator (223) verbunden ist, welcher wahlweise die erste Ventildnadel (212) gegen die Kraft der ersten Ventildfeder (222) in die zweite Stellung bewegt.

Claims

1. Fuel injection device for an internal combustion engine, in particular of a motor vehicle, having a pressure accumulator chamber (common rail) (12), having a leakage line (14), having an injector (16) in which an axially movable injection piston (24) separates a control chamber (26) from a pressure chamber (28), and having a pressure booster (18) in which an axially movable pressure booster piston (30) separates a booster chamber (32), a spring chamber (34) and a high-pressure chamber (36) from one another, with a 3/2 directional valve (20) being provided which connects the control chamber (26) of the injector (16) selectively to the pressure accumulator chamber (12) or to the leakage line (14), and with the pressure chamber (28) of the injector (16) being permanently connected to the pressure accumulator chamber (12) and to the high-pressure chamber (36) of the pressure booster (18), **characterized in that** an additional 4/2 directional valve (22) is provided which, in a first switching position, connects the booster chamber (32) of the pressure booster (18) and the spring chamber (34) of the pressure booster (18) to one another while separating them from the pressure accumulator chamber (12), and in a second switching position, connects the spring chamber (34) of the pressure booster (18) to the leakage line (14) and connects the booster chamber (32) of the pressure booster (18) to the pressure accumulator chamber (12).
2. Fuel injection device according to Claim 1, **characterized in that** the booster chamber (32) of the pressure booster (18) and the high-pressure chamber (36) of the pressure booster (18) are permanently connected to one another via a first check valve (42) which blocks in the direction of the booster chamber (32).
3. Fuel injection device according to Claim 2, **characterized in that** the permanent connection (40) between the booster chamber (32) of the pressure booster (18) and the high-pressure chamber (36) of the pressure booster (18) is formed as a central bore in the pressure booster piston (30).
4. Fuel injection device according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** a second check valve (46) is arranged in the permanent connection (44, 52) between the pressure accumulator chamber (12) and the pressure chamber (28) of the injector (16) upstream of the connection to the high-pressure chamber (36) of the pressure booster (18), which second check valve (46) blocks in the direction of the pressure accumulator chamber (12).
5. Fuel injection device according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** a third check valve (50) is arranged in the permanent connection (44, 48 52) between the pressure chamber (28) of the injector (16) and the high-pressure chamber (36) of the pressure booster (18) upstream of the connection of the pressure accumulator chamber (12) to the pressure chamber (28) of the injector (16), which third check valve (50) blocks in the direction of the high-pressure chamber (36) of the pressure booster (18).
6. Fuel injection device according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** the 4/2 directional valve is formed with four ports (110, 112, 114, 116) and a control element for selectively opening, closing and/or connecting to one another at least two of the four ports, with the control element being movable in a housing axially between a first position and a second position, with the control element having a first valve needle (118) and a second valve needle (120) which are arranged axially in alignment with one another in the housing, with the housing being formed in two parts and having a first sleeve (122) and a second sleeve (124), with a first valve spring (126) being arranged between the two valve needles (118, 120), and a second valve spring (128) being arranged between the second valve needle (120) and the housing (124), in such a way that the second valve spring (128) presses the valve needles (118, 120) in the axial direction into the first position, with the first sleeve (122) having a first seat (130), with the second sleeve (124) having a second seat (132) and a third seat (134), with the first valve needle (118) having a first shoulder (136) for abutting against the first seat (130) of the first sleeve (122) and having a second shoulder (138) for abutting

against the second seat (132) of the second sleeve (124), and with the second valve needle (120) having a third shoulder (140) for abutting against the third seat (134) of the second sleeve (124), with the seats (130, 132, 134) of the sleeves (122, 124) and the shoulders (136, 138, 140) of the valve needles (118, 120) being arranged and designed such that, in the first position, the first shoulder (136) of the first valve needle (118) abuts against the first seat (130) of the first sleeve (122) and the third shoulder (140) of the second valve needle (120) abuts against the third seat (134) of the second sleeve (124) and the second shoulder (138) of the first valve needle (118) is spaced apart from the second seat (132) of the second sleeve (124), and such that, in the second position, the first shoulder (138) of the first valve needle (118) is spaced apart from the first seat (130) of the first sleeve (122) and the third shoulder (140) of the second valve needle (120) is spaced apart from the third seat (134) of the second sleeve (124) and the second shoulder (138) of the first valve needle (118) abuts against the second seat (132) of the second sleeve (124).

7. Fuel injection device according to Claim 6, **characterized in that** the four ports (110, 112, 114, 116) are arranged and designed such that, in the first position, a first and a second port (110, 112) are closed and a third and a fourth port (114, 116) are connected to one another, and in the second position, the third port (114) is connected to the first port (110) and the fourth port (116) is connected to the second port (112).
8. Fuel injection device according to Claim 6 or 7, **characterized in that** the first valve needle (118) is connected to an actuator (142) which selectively moves the first and the second valve needle (118, 120) into the second position counter to the force of the second valve spring (128).
9. Fuel injection device according to at least one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the 4/2 directional valve is formed with a valve housing (210), at least two ports (230, 232, 234, 236) and a control element for selectively opening, closing and/or connecting to one another at least two of the ports (230, 232, 234, 236), with the control element comprising a first valve needle (212) and at least one second valve needle (216), and with the valve housing (210) having formed in it a first valve chamber (214), which has a first sealing seat (220) and in which the first valve needle (212) is arranged so as to be axially movable between a first position in which the first valve needle (212) is raised from the first sealing seat (220) and a second position in which the first valve needle (212) abuts against the first sealing seat (220) and so as to be loaded with force in the direction

of the first position by means of a first valve spring (222), and a number, corresponding to the number of second valve needles (216), of second valve chambers (218) which have in each case one second sealing seat (224) and in which in each case one second valve needle (216) is arranged so as to be axially movable between a first position in which the second valve needle (216) abuts against the second sealing seat (224) and a second position in which the second valve needle (216) is raised from the second sealing seat (224) and so as to be loaded with force in the direction of the first position by means of in each case one second valve spring (226), with each second valve chamber (218) having an opening to the first valve chamber (214), through which opening the respective second valve needle (216) engages into the first valve chamber (214) such that all the second valve needles (216) abut against the first valve needle (212) in such a way that the first valve needle (212), during a movement from the first position into the second position, presses all the second valve needles (216) into the second position counter to the respective force of the second valve spring (226), with each port (230, 232, 234, 236) being connected to at least one of the valve chambers (214, 218) of the valve housing (210).

10. Fuel injection device according to Claim 9, **characterized in that** four ports (230, 232, 234, 236) and two second valve needles (216) are provided, with the ports (230, 232, 234, 236) being arranged and connected to the valve chambers (214, 218) in such a way that, in the first position, a first port (230) and a second port (232) are closed and a third port (234) and a fourth port (236) are connected to one another, and in the second position, the third port (234) is connected to the first port (230) and the fourth port (236) is connected to the second port (232).
11. Fuel injection device according to Claim 9 or 10, **characterized in that** the first valve needle (212) is connected to an actuator (223) which selectively moves the first valve needle (212) into the second position counter to the force of the first valve spring (222).

Revendications

1. Dispositif d'injection de carburant pour un moteur à combustion interne, notamment d'un véhicule automobile, comprenant un espace d'accumulation de pression (rampe commune) (12), une conduite de fuite (14), un injecteur (16), dans lequel un piston d'injection déplaçable axialement (24) sépare un espace de commande (26) d'un espace de pression (28), et un amplificateur de pression (18), dans lequel un piston d'amplificateur de pression déplaça-

- ble axialement (30) sépare l'un de l'autre un espace d'amplificateur (32), un espace de ressort (34) et un espace haute pression (36), une soupape à 3/2 voies (20) étant prévue, laquelle relie l'espace de commande (26) de l'injecteur (16) de manière sélective à l'espace d'accumulation de pression (12) ou à la conduite de fuite (14) et dans lequel l'espace de pression (28) de l'injecteur (16) est connecté de manière permanente à l'espace d'accumulation de pression (12) et à l'espace haute pression (36) de l'amplificateur de pression (18), **caractérisé en ce qu'il** est prévu une soupape à 4/2 voies supplémentaire (22), qui, dans une première position de commutation, relie l'un à l'autre l'espace d'amplificateur (32) de l'amplificateur de pression (18), et l'espace de ressort (34) de l'amplificateur de pression (18) séparément de l'espace d'accumulation de pression (12), et dans une deuxième position de commutation, relie l'espace de ressort (34) de l'amplificateur de pression (18) à la conduite de fuite (14) et l'espace d'amplificateur (32) de l'amplificateur de pression (18) à l'espace d'accumulation de pression (12).
2. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'espace d'amplificateur (32) de l'amplificateur de pression (18) et l'espace haute pression (36) de l'amplificateur de pression (18) sont connectés de manière permanente l'un à l'autre par le biais d'une première soupape anti-retour (42), qui bloque l'écoulement dans la direction de l'espace d'amplificateur (32).
 3. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la connexion permanente (40) entre l'espace d'amplificateur (32) de l'amplificateur de pression (18) et l'espace haute pression (36) de l'amplificateur de pression (18) est réalisée sous forme d'alésage central dans le piston d'amplificateur de pression (30).
 4. Dispositif d'injection de carburant selon au moins l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** dans la connexion permanente (44, 52) entre l'espace d'accumulation de pression (12) et l'espace de pression (28) de l'injecteur (16) en amont de la connexion à l'espace haute pression (36) de l'amplificateur de pression (18) est disposée une deuxième soupape anti-retour (46) qui bloque l'écoulement dans la direction de l'espace d'accumulation de pression (12).
 5. Dispositif d'injection de carburant selon au moins l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** dans la connexion permanente (44, 48, 52) entre l'espace de pression (28) de l'injecteur (16) et l'espace haute pression (36) de l'amplificateur de pression (18) en amont de la connexion de l'espace d'accumulation de pression (12) à l'espace de pression (28) de l'injecteur (16) est disposée une troisième soupape anti-retour (50), qui bloque l'écoulement dans la direction de l'espace haute pression (36) de l'amplificateur de pression (18).
 6. Dispositif d'injection de carburant selon au moins l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la soupape à 4/2 voies est réalisée avec quatre raccords (110, 112, 114, 116) et un élément de commande pour l'ouverture, la fermeture et/ou la connexion mutuelle sélectives d'au moins deux des quatre raccords l'un avec l'autre, l'élément de commande pouvant être déplacé dans un boîtier axialement entre une première position et une deuxième position, l'élément de commande présentant une première aiguille de soupape (118) et une deuxième aiguille de soupape (120), qui sont disposées en affleurement axialement l'une avec l'autre dans le boîtier, le boîtier étant réalisé en deux parties avec une première douille (122) et une deuxième douille (124), un premier ressort de soupape (126) étant disposé entre les deux aiguilles de soupape (118, 120) et un deuxième ressort de soupape (128) étant disposé entre la deuxième aiguille de soupape (120) et le boîtier (124), de telle sorte que le deuxième ressort de soupape (128) presse les aiguilles de soupape (118, 120) dans la direction axiale dans la première position, la première douille (122) présentant un premier siège (130), la deuxième douille (124) présentant un deuxième siège (132) ainsi qu'un troisième siège (134), la première aiguille de soupape (118) présentant un premier épaulement (136) pour buter contre le premier siège (130) de la première douille (122) ainsi qu'un deuxième épaulement (138) pour buter contre le deuxième siège (132) de la deuxième douille (124) et la deuxième aiguille de soupape (120) présentant un troisième épaulement (140) pour buter contre le troisième siège (134) de la deuxième douille (124), les sièges (130, 132, 134) des douilles (122, 124) et les épaulements (136, 138, 140) des aiguilles de soupape (118, 120) étant disposés et conçus de telle sorte que dans la première position, le premier épaulement (136) de la première aiguille de soupape (118) bute contre le premier siège (130) de la première douille (122) et le troisième épaulement (140) de la deuxième aiguille de soupape (120) bute contre le troisième siège (134) de la deuxième douille (124) et le deuxième épaulement (138) de la première aiguille de soupape (118) soit espacé du deuxième siège (132) de la deuxième douille (124), et que dans la deuxième position, le premier épaulement (138) de la première aiguille de soupape (118) soit espacé du premier siège (130) de la première douille (122) et que le troisième épaulement (140) de la deuxième aiguille de soupape (120) soit espacé du troisième siège (134) de la deuxième douille (124) et le deuxième

me épaulement (138) de la première aiguille de soupape (118) bute contre le deuxième siège (132) de la deuxième douille (124).

7. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les quatre raccords (110, 112, 114, 116) sont disposés et réalisés de telle sorte que dans la première position, un premier et un deuxième raccord (110, 112) soient fermés et un troisième ainsi qu'un quatrième raccord (114, 116) soient connectés l'un à l'autre et dans la deuxième position, le troisième raccord (114) soit connecté au premier raccord (110) et le quatrième raccord (116) soit connecté au deuxième raccord (112).
8. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que** la première aiguille de soupape (118) est connectée à un actionneur (142), qui déplace au choix la première et la deuxième aiguille de soupape (118, 120) à l'encontre de la force du deuxième ressort de soupape (128) dans la deuxième position.
9. Dispositif d'injection de carburant selon au moins l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la soupape à 4/2 voies est réalisée avec un boîtier de soupape (210), au moins deux raccords (230, 232, 234, 236) et un élément de commande pour l'ouverture, la fermeture et/ou la connexion mutuelle sélectives d'au moins deux des raccords (230, 232, 234, 236) les uns aux autres, l'élément de commande comprenant une première aiguille de soupape (212) et au moins une deuxième aiguille de soupape (216) et dans le boîtier de soupape (210), est réalisée une première chambre de soupape (214) avec un premier siège d'étanchéité (220), dans laquelle la première aiguille de soupape (212) peut être déplacée axialement entre une première position dans laquelle la première aiguille de soupape (212) est soulevée du premier siège d'étanchéité (220), et une deuxième position dans laquelle la première aiguille de soupape (212) bute contre le premier siège d'étanchéité (220), et pouvant être sollicitée par une force dans la direction de la première position au moyen d'un premier ressort de soupape (222), et un nombre de deuxième chambres de soupape (218) correspondant au nombre des deuxième aiguilles de soupape (216) avec un deuxième siège d'étanchéité respectif (224), dans lequel à chaque fois une deuxième aiguille de soupape (216) est disposée de manière déplaçable axialement entre une première position dans laquelle la deuxième aiguille de soupape (216) bute contre le deuxième siège d'étanchéité (224), et une deuxième position dans laquelle la deuxième aiguille de soupape (216) est soulevée du deuxième siège d'étanchéité (224), et est sollicitée avec une force dans la direction de la première position au moyen d'un deuxième ressort

de soupape respectif (226), chaque deuxième chambre de soupape (218) présentant une ouverture vers la première chambre de soupape (214), à travers laquelle la deuxième aiguille de soupape respective (216) vient en prise dans la première chambre de soupape (214), de sorte que toutes les deuxième aiguilles de soupape (216) butent contre la première aiguille de soupape (212) de telle sorte que la première aiguille de soupape (212), dans le cas d'un déplacement de la première position dans la deuxième position, presse dans la deuxième position toutes les deuxième aiguilles de soupape (216) à l'encontre de la force respective du deuxième ressort de soupape (226), chaque raccord (230, 232, 234, 236) étant connecté à au moins l'une des chambres de soupape (214, 218) du boîtier de soupape (210).

10. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** quatre raccords (230, 232, 234, 236) et deux deuxième aiguilles de soupape (216) sont prévus, les raccords (230, 232, 234, 236) étant disposés et étant connectés aux chambres de soupape (214, 218) de telle sorte que dans la première position, un premier raccord (230) et un deuxième raccord (232) soient fermés et qu'un troisième raccord (234) ainsi qu'un quatrième raccord (236) soient connectés l'un à l'autre et que dans la deuxième position, le troisième raccord (234) soit connecté au premier raccord (230) et le quatrième raccord (236) soit connecté au deuxième raccord (232).
11. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 9 ou 10, **caractérisé en ce que** la première aiguille de soupape (212) est connectée à un actionneur (223), qui déplace de manière sélective la première aiguille de soupape (212) à l'encontre de la force du premier ressort de soupape (222) dans la deuxième position.

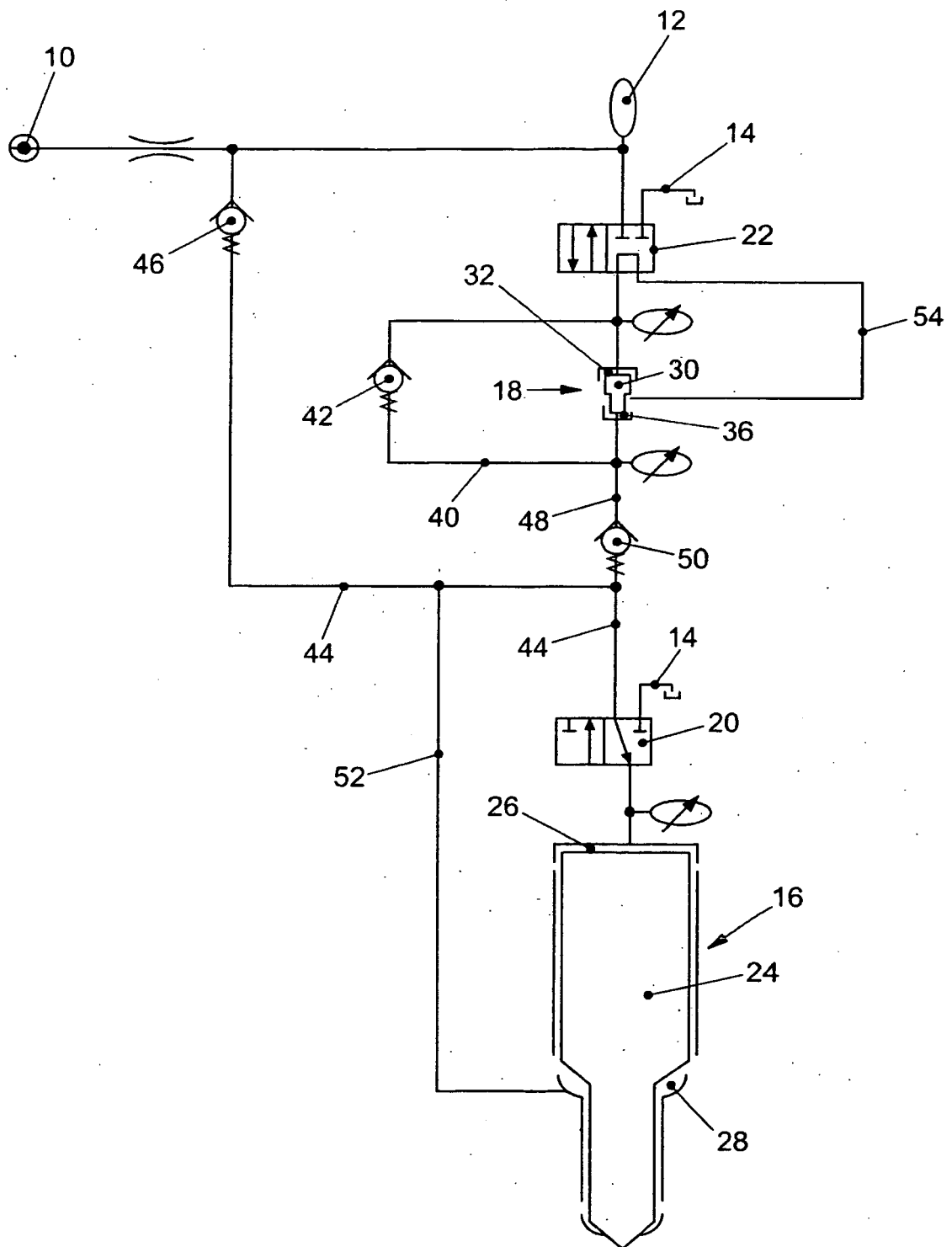


FIG. 1

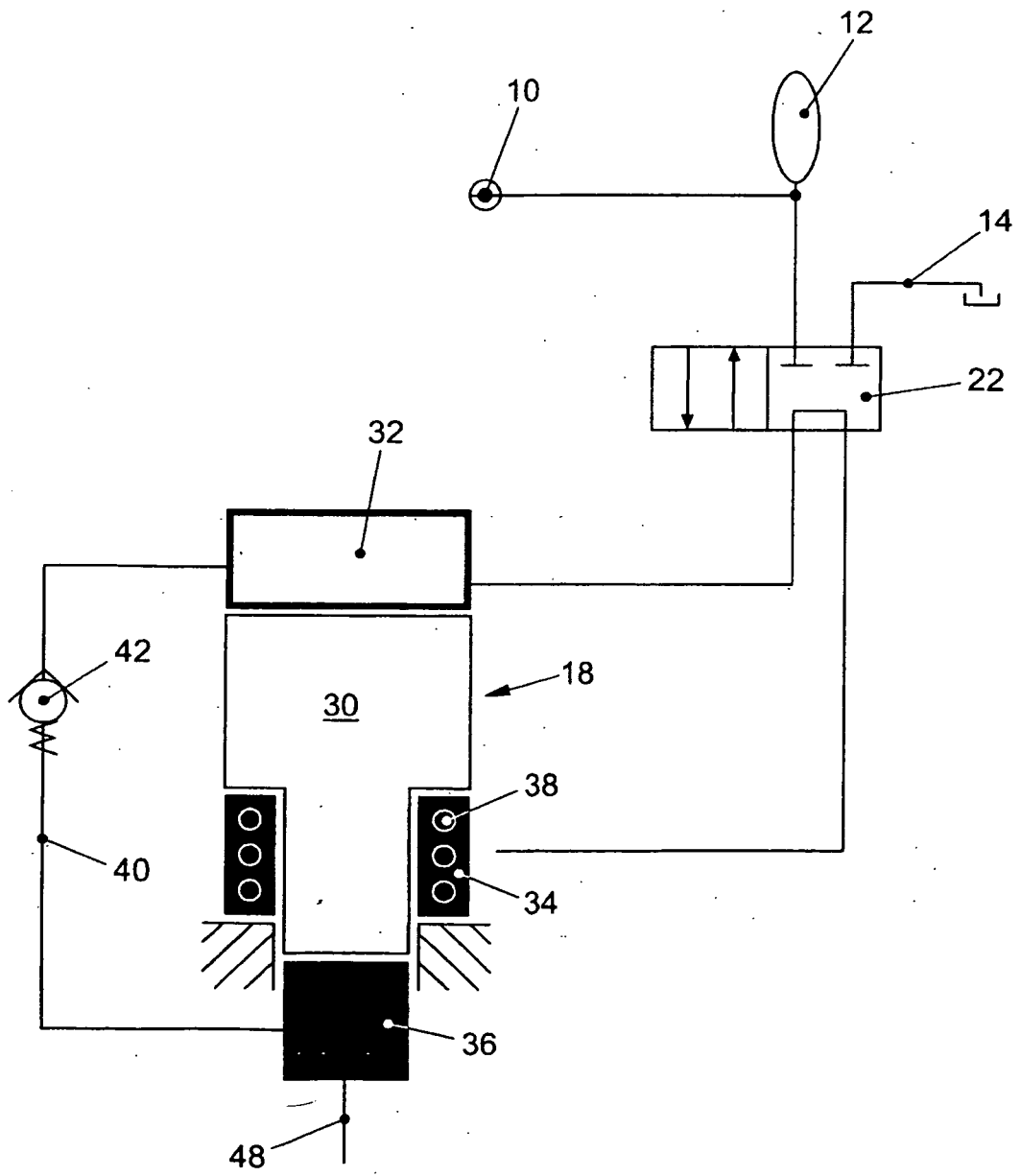


FIG. 2

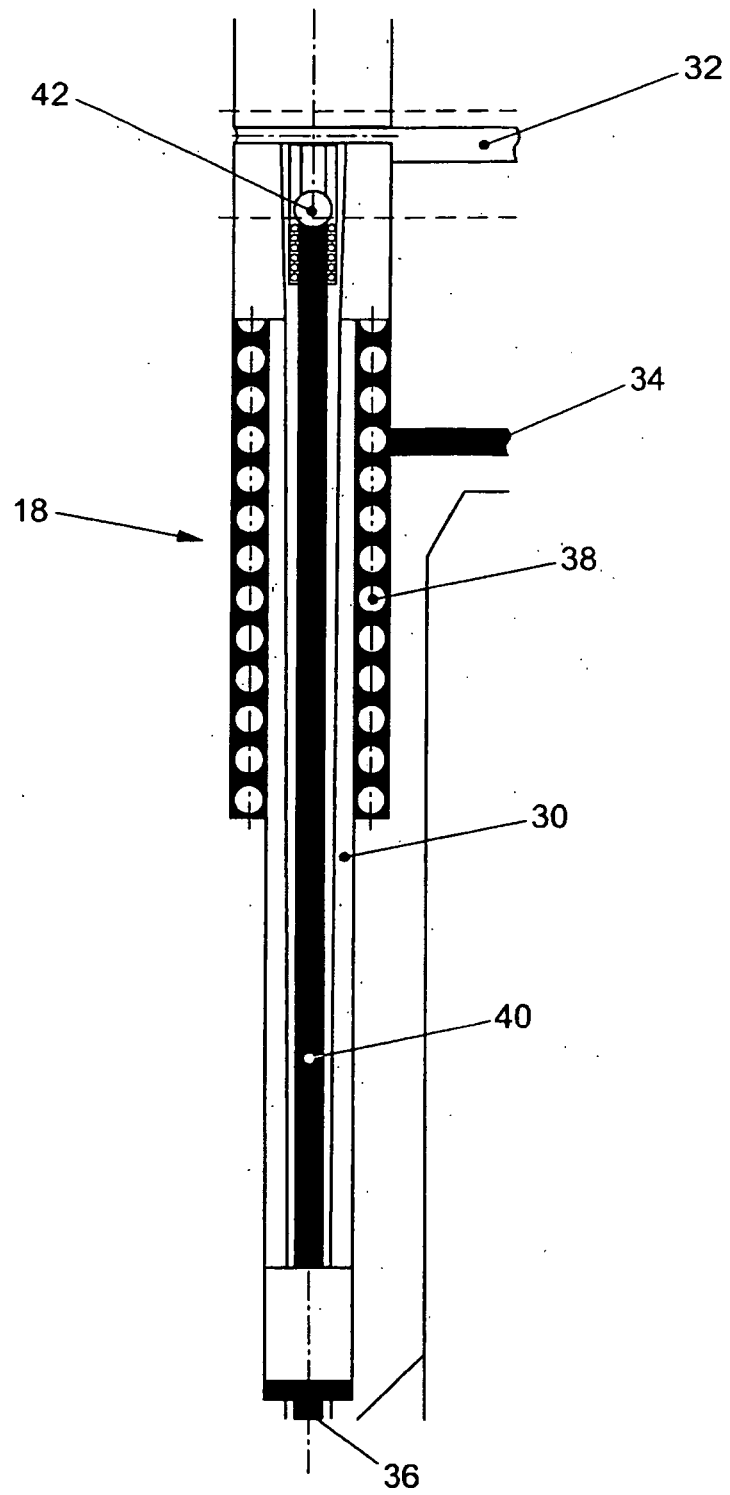


FIG. 3

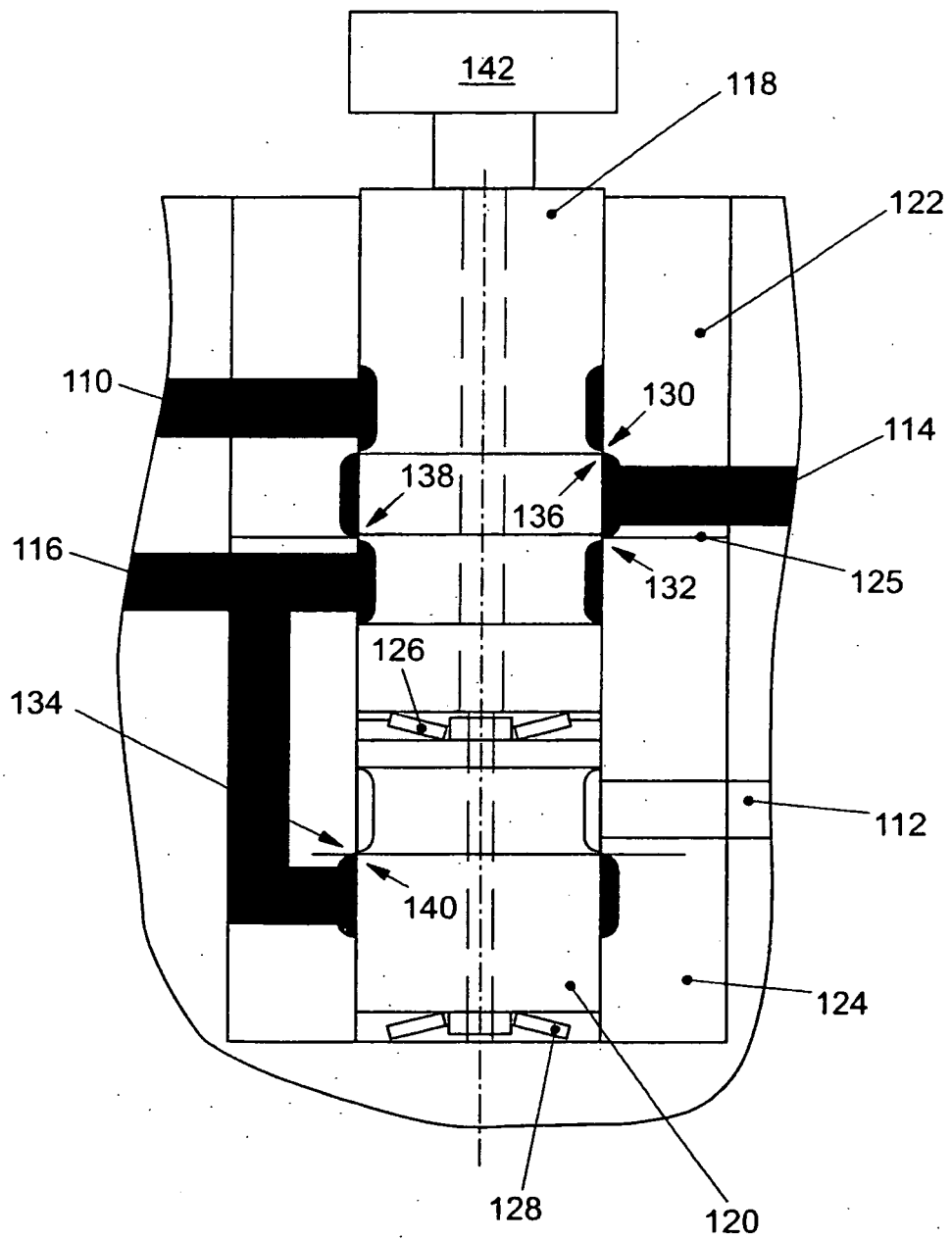


FIG. 4

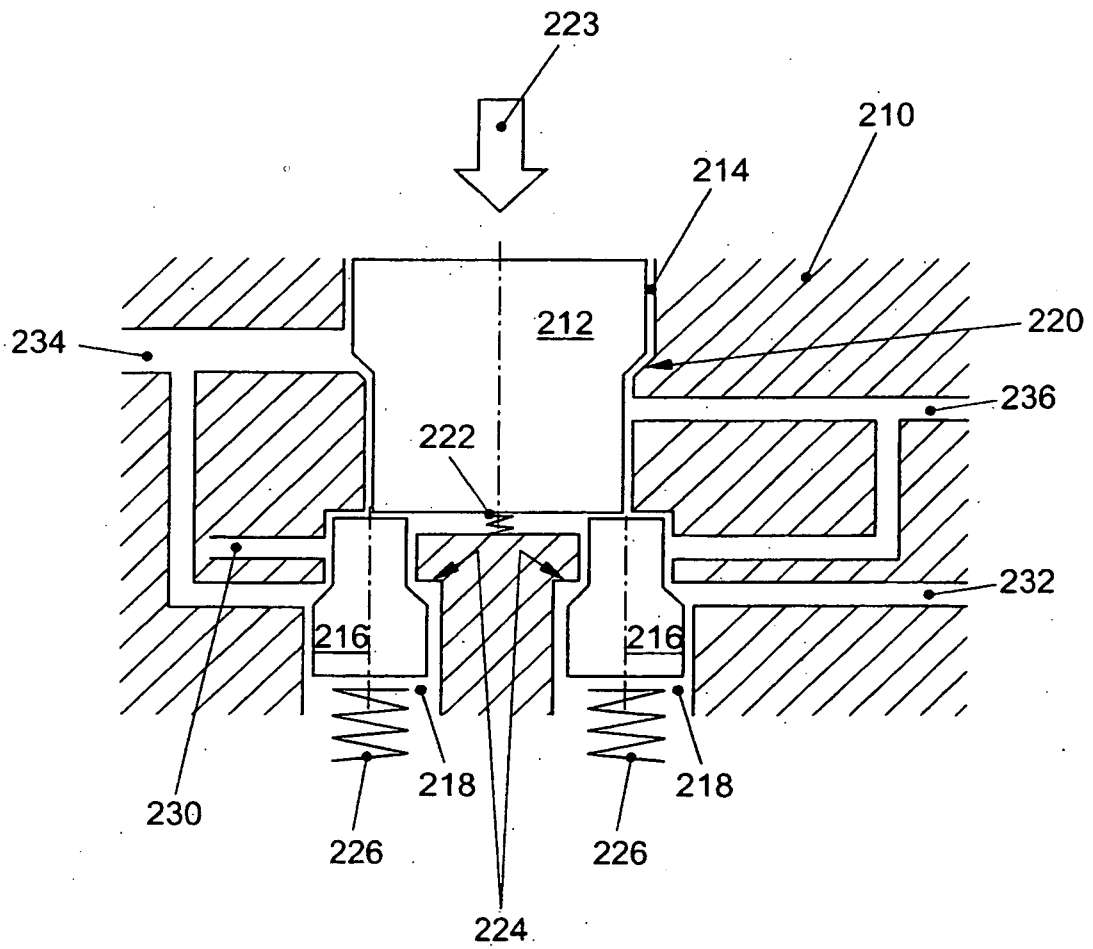


FIG. 5

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 10063545 C1 [0002]
- DE 10060089 A1 [0003]
- DE 102004053421 A1 [0004]
- DE 60200316 T2 [0005]