



(11) **EP 1 898 081 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
15.04.2009 Patentblatt 2009/16

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

(21) Anmeldenummer: **07014373.0**

(22) Anmeldetag: **21.07.2007**

(54) **Kraftstoffeinspritzvorrichtung**

Fuel injection device

Dispositif d'injection de carburant

(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 102006039265**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.03.2008 Patentblatt 2008/11

(73) Patentinhaber: **Volkswagen Aktiengesellschaft
38436 Wolfsburg (DE)**

(72) Erfinder:
• **Böhm, Rene
09131 Chemnitz (DE)**

- **Kreissig, Udo
09419 Thum (DE)**
- **Voigt, Peter, Dr.
93053 Regensburg (DE)**
- **Weigel, Danny
09113 Chemnitz (DE)**
- **Klüting, Christian
38440 Wolfsburg (DE)**
- **Kohnen, Christoph
38122 Braunschweig (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 605 157 EP-A- 1 612 401
DE-A1- 4 332 119 DE-A1- 10 326 506
DE-A1- 10 329 704

EP 1 898 081 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) und einem Injektor, in dem ein axial verschiebbarer Einspritzkolben einen Steuerraum von einem Druckraum trennt, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Bei herkömmlichen, passiven Einspritzdüsen für Kraftstoff für Brennkraftmaschinen, wie sie beispielsweise bei Verteilereinspritzpumpen verwendet werden, führt der Kraftstoffdruck zum Öffnen der Düsennadel. Hierbei ist der Öffnungsdruck durch eine Düsennadelfeder bestimmt, welche die Düsennadel in Schließrichtung mit Kraft beaufschlagt. Der Öffnungsdruck kann durch die Auswahl der Feder frei gewählt werden, ist jedoch damit festgelegt. Ein Öffnungsdruck muss für alle Betriebsbereiche der Brennkraftmaschine geeignet sein. Hierbei begegnen sich jedoch gegenläufige Bedingungen, denn für eine weiche Verbrennung bei niedriger Last ist ein geringer Öffnungsdruck wünschenswert, wohingegen bei hoher Last ein hoher Öffnungsdruck notwendig ist, um ein sicheres Schließen der Düsennadel am Ende eines Einspritzvorganges auch gegen hohe Drücke in einem Verbrennungsraum zu gewährleisten. Die Auslegung der Düsennadelfeder und damit des Öffnungsdruckes ist daher notwendigerweise ein Kompromiss zwischen den beiden Extrembedingungen.

[0003] Ein herkömmliches Common Rail Einspritzsystem ist aus DE 103 29 704 A bekannt.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung der o.g. Art hinsichtlich der Funktion und Betriebssicherheit zu verbessern.

[0005] 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.

[0006] Dazu ist es bei einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung der o.g. Art erfindungsgemäß vorgesehen, dass eine wirksame, einen Druck im Steuerraum des Injektors in eine Kraft in Schließrichtung des Einspritzkolbens umsetzende Fläche des Einspritzkolbens im Steuerraum des Injektors kleiner, als eine wirksame, einen Druck im Druckraum des Injektors in eine Kraft in Öffnungsrichtung des Einspritzkolbens umsetzende Fläche des Einspritzkolbens ist.

[0007] Dies hat den Vorteil, dass an jedem Betriebspunkt der Brennkraftmaschine entsprechende Öffnungs- und Schließdrücke eingestellt werden können, um eine gute Gemischbildung und niedrige HC-Emissionen darstellen zu können. Weiterhin verringert dies eine Russbildung durch ein sehr rasches Schließen des Einspritzkolbens. Auch wird ein sicheres Verriegeln einer Düsennadel des Einspritzkolbens in seinen Sitz erzielt, wodurch ein unbeabsichtigtes Nacheinspritzen wirksam verhindert ist.

[0008] Ein passives Öffnen des Injektors ist dadurch möglich, dass der Einspritzkolben einen Balancierkolben aufweist, welcher in den Steuerraum des Injektors hineinragt, wobei der Balancierkolben einen Durchmesser d_B , der Einspritzkolben an einer dem Druckraum zugewandten Seite einen Durchmesser d_E und eine am Einspritzkolben angeordnete und durch den Druckraum in einen Ventilsitz greifende Düsennadel einen Durchmesser d_S aufweist, wobei Balancierkolben, Einspritzkolben und Düsennadel derart ausgebildet sind, dass folgende Bedingung erfüllt ist,

$$d_B < \sqrt{d_E^2 - d_S^2}.$$

[0009] Eine sichere Verriegelung des Einspritzkolben in der geschlossenen Stellung erzielt man dadurch, dass der Steuerraum des Injektors permanent mit dem Druckspeicherraum verbunden ist.

[0010] In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Druckraum über ein Ventil mit dem Druckspeicherraum verbunden, wobei das Ventil den Druckraum wahlweise mit dem Druckspeicherraum verbindet oder von diesem trennt.

[0011] Besonders kleine Verluststeuermengen erzielt man dadurch, dass das Ventil ein 2/2-Wegeventil ist.

[0012] In einer alternativen Ausführungsform ist das Ventil ein 3/2-Wegeventil, welches den Druckraum wahlweise mit dem Druckspeicherraum oder einer Leckageleitung verbindet.

[0013] In einer bevorzugten Weiterbildung ist zusätzlich ein Druckverstärker, in dem ein axial verschiebbarer Druckverstärkerkolben einen Verstärkerraum, einen Federraum und einen Hochdruckraum voneinander trennt, vorgesehen, wobei der Hochdruckraum mit der Verbindungsleitung zwischen dem Druckraum des Injektors und dem Druckspeicherraum verbunden und der Verstärkerraum über ein Ventil mit dem Druckspeicherraum verbunden ist. Das Ventil ist beispielsweise ein 3/2-Wegeventil.

[0014] Eine zusätzliche Einstellmöglichkeit des Schließdruckes mittels sich ergebender Druckmodulationen und/oder mittels des Druckverstärkers ergibt sich dadurch, dass der Steuerraum des Injektors über ein erstes Rückschlagventil mit dem Druckspeicherraum verbunden ist, wobei das erste Rückschlagventil in Richtung des Druckspeicherraumes schließt, und dass der Steuerraum des Injektors über ein zweites Rückschlagventil mit dem Hochdruckraum des Druckverstärkers verbunden ist, wobei das zweite Rückschlagventil in Richtung des Hochdruckraumes schließt.

[0015] Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Diese zeigt in

Fig. 1 ein schematisches Funktionsschaltbild einer erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzvorrichtung,

Fig. 2 eine bevorzugte Ausführungsform einer Ver-

schaltung der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit Druckverstärker,

Fig. 3 eine alternative Ausführungsform einer Verschaltung der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit Druckverstärker und

Fig. 4 eine weitere alternative Ausführungsform einer Verschaltung der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit Druckverstärker

[0016] Die in Fig. 1 dargestellte, bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen kraftstoffeinspritzsystems für eine Brennkraftmaschine umfasst einen Injektor 10, in dem ein axial verschiebbarer Einspritzkolben 12 einen Steuerraum 14 von einem Druckraum 16 trennt. Der Einspritzkolben 12 weist einen Balancierkolben 18, der in den Steuerraum 14 ragt, und eine Düsennadel 20 auf, die sich von einer dem Druckraum 16 des Einspritzkolbens 12 zugewandten Seite erhebt, den Druckraum 16 durchgreift und in geschlossenem Zustand des Injektors 10 an einem Sitz 22 anliegt. Der Steuerraum 14 ist mit einem Druckspeicherraum 24 (Common Rail) verbunden. Der Druckraum 16 ist über ein 2/2-Wegeventil 26 mit dem Druckspeicherraum 24 verbunden, wobei das 2/2-Wegeventil 26 wahlweise den Druckraum 16 mit dem Druckspeicherraum 24 verbindet oder von diesem trennt.

[0017] Der Öffnungsdruck des Injektors 10 ist durch den Druck im Steuerraum 14 und die Fläche des Balancierkolbens 18 bestimmt. Hierbei ist der Öffnungsdruck eine lineare Funktion des Kraftstoffdrucks und der Fläche des Balancierkolbens 18. Hiermit kann das Abstimmungsproblem des Düsenöffnungsdruckes gelöst werden: Bei geringer Last wird ein geringer Druck im Steuerraum 14 eingestellt, um einen geringen Öffnungsdruck für eine geringe mechanische Geräuschentwicklung beim Schließen der Düsennadel 20 zu erzielen. Bei hoher Last wird ein hoher Druck im Steuerraum 14 eingestellt, um ein Rückblasen aus einem Brennraum in einem Zylinder der Brennkraftmaschine in Folge hoher Verbrennungsdrücke zu verhindern und ein schnelles Schließen der Düsennadel 20 im Sitz 22 zu gewährleisten. Zum Ende einer Einspritzung führt das Schließen des 2/2-Wegeventil 26 dazu; dass der mit großer Geschwindigkeit durch die Leitung strömende Kraftstoff eine Druckwelle hervorruft. Diese Druckwelle vergrößert die auf den Einspritzkolben 12 wirkende Schließkraft mit dem Ergebnis einer höheren Schließgeschwindigkeit, einem schärferen Einspritzende und geringeren Russ- und HC-Emissionen.

[0018] Der Balancierkolben 18 weist einen Durchmesser d_B 46 auf. Der Einspritzkolben 12 weist an einer dem Druckraum 16 zugewandten Seite einen Durchmesser d_E 48 auf. Die Düsennadel 20 weist einen Durchmesser d_S 50 auf. Diese jeweiligen Durchmesser von Balancierkolben 18, Einspritzkolben 12 und Düsennadel 20 sind

derart ausgebildet, dass folgende Bedingung erfüllt ist:

$$d_B < \sqrt{d_E^2 - d_S^2}.$$

Hierdurch ist die wirksame Ringfläche im Druckraum 16 größer als die wirksame Fläche des Balancierkolbens 18. Dies ermöglicht ein passives Öffnen des Injektors 10. Mit wirksamer Fläche ist hierbei eine resultierende Fläche gemeint, die einen Druck im Druckraum 16 bzw. Steuerraum 14 in eine auf den Einspritzkolben 12 wirkende, resultierende Kraft umsetzt. Zum Öffnen der Düsennadel wird somit der Druckraum 16 mit dem Druck aus dem Druckspeicherraum 24 beaufschlagt. Zwar herrscht nominal im Druckraum 16 und im Steuerraum 14 derselbe Druck, jedoch ergibt sich durch die größere wirksame Fläche im Druckraum 16 eine resultierende Kraft in Öffnungsrichtung, die den Injektor 10 öffnet. Zum Schließen des Injektors 10 wird der Druckraum 16 entlastet.

[0019] Fig. 2 zeigt eine bevorzugte Verschaltung der Kraftstoffeinspritzvorrichtung wobei funktionsgleiche Teile mit gleichen Bezugsziffern wie in Fig. 1 versehen sind, so dass zu deren Erläuterung auf die obige Beschreibung der Fig. 1 verwiesen wird. In dieser Ausführungsform ist zusätzlich ein Druckverstärker 28 vorgesehen, in dem ein axial verschiebbarer Druckverstärkerkolben 30 einen Verstärkerraum 32, einen Federraum 34 und einen Hochdruckraum 36 voneinander trennt. Der Hochdruckraum 36 ist mit der Verbindungsleitung 38 zwischen dem Druckraum 14 des Injektors 10 und dem Druckspeicherraum 24 stromauf des 2/2-Wegeventil 26 verbunden und der Verstärkerraum 32 ist über ein erstes 3/2-Wegeventil 40 mit dem Druckspeicherraum 24 verbunden. Das erste 3/2-Wegeventil 40 verbindet den Verstärkerraum 32 wahlweise mit dem Druckspeicherraum 24, um den Druckverstärker 28 zu aktivieren, oder mit einer Leckageleitung 42, um den Druckverstärker 28 zu deaktivieren.

[0020] Bei diesem mit einem Druckverstärker 28 ausgerüsteten System kann das Schließen des Injektors 10 aktiv durch eine Druckerhöhung zum Schließzeitpunkt des 2/2-Wegeventil 26 noch stärker unterstützt werden, da die Schließkraft am Balancierkolben 18 proportional zum anliegenden Systemdruck ist. Hierfür ist eine entsprechende Verbindung (nicht dargestellt) vorzusehen die den verstärkten Druck aus dem Hochdruckraum 36 des Druckverstärkers 28 dem Steuerraum 14 des Injektors 10 zuführt. In der kurzen Leitung 38 zwischen 2/2-Wegeventil 26 und dem Druckraum 16 des Injektors 10 kann sich bei entsprechender Dimensionierung (Länge kürzer als 60 mm) keine Druckwelle aufbauen, die ein zweites, unerwünschtes Öffnen des Injektors 10 hervorrufen würde.

[0021] Fig. 3 zeigt eine alternative bevorzugte Verschaltung der Kraftstoffeinspritzvorrichtung, wobei funktionsgleiche Teile mit gleichen Bezugsziffern wie in Fig. 1 und 2 versehen sind, so dass zu deren Erläuterung auf die obige Beschreibung der Fig. 1 und 2 verwiesen wird. In dieser Ausführungsform ist statt des 2/2-Wegeventil

ein zweites 3/2-Wegeventil 44 zum Ansteuern des Druckraumes 16 vorgesehen, welches den Druckraum 16 wahlweise mit dem Druckspeicherraum 24 oder der Leckageleitung 42 verbindet. In nicht angesteuertem Zustand ist der Druckraum 16 mit der drucklosen Leckageleitung 42 verbunden. Wird der Injektor 10 angesteuert, so wird von dem zweiten 3/2-Wegeventil 44 eine Verbindung zwischen dem Druckspeicherraum 24 und dem Druckraum 16 hergestellt. Bei dieser Anordnung ist das Schließen der Düsennadel 20 am Ende eines Einspritzvorganges noch weiter beschleunigt, da auf der Unterseite, d.h. der dem Druckraum 16 zugewandten Seite, des Einspritzkolbens 12 nur noch Lecköldruck (im Wesentlichen drucklos) anliegt. Ein Nachspritzen ist hier auch bei großem Abstand zwischen dem Druckraum 16 und dem zweiten 3/2-Wegeventil 44 nicht möglich. Um eine rasche Reaktion des Einspritzverlaufes auf die Bewegung des zweiten 3/2-Wegeventil 44 zu erreichen und einen guten Wirkungsgrad sicherzustellen (Kompressionsverluste) ist ebenfalls eine kurze Leitung vorteilhaft.

[0022] Beim Entlasten des Druckraumes 16 wird bei dieser Ausführungsform gemäß Fig. 3 die aus dem Druckraum 16 abgesteuerte Kraftstoffmenge in einen Zwischenspeicher 54 gefördert, der in der Leckageleitung 42 angeordnet ist. Dieser Zwischenspeicher 54 wird mittels eines Druckregelventils 52 gesteuert. Beim Nachladen des Druckverstärkers 28 wird die erforderliche Kraftstoffmenge aus dem vorgehaltenen Zwischenspeicher 54 in den Hochdruckraum 36 und den Federraum 34 gefördert. Dies vermeidet einen Leckagepfad während der Einspritzung und erzielt einen sehr guten hydraulischen Wirkungsgrad bei der Druckverstärkung. Es können steile Absteuerflanken mit der Vermeidung einer unerwünschten Nacheinspritzung erzielt werden.

[0023] Fig. 4 zeigt eine weitere alternative bevorzugte Verschaltung der Kraftstoffeinspritzvorrichtung, wobei funktionsgleiche Teile mit gleichen Bezugsziffern wie in Fig. 1 bis 3 versehen sind, so dass zu deren Erläuterung auf die obige Beschreibung der Fig. 1 bis 3 verwiesen wird. Diese Ausführungsform entspricht der Ausführungsform gemäß Fig. 3, wobei der Steuerraum 14 des Injektors 10 nicht, wie bei der Ausführungsform gemäß Fig. 3 direkt und permanent mit dem Druckspeicherraum 24 verbunden ist, sondern über eine Leitung 56 mit einem Eingang des 3/2-Wegeventils 44. Die Verbindung mit dem Druckspeicherraum 24 ist über ein erstes Rückschlagventil 58 ausgeführt, wobei das erste Rückschlagventil 58 in Richtung des Druckspeicherraumes 24 schließt. Zusätzlich ist hierdurch der Steuerraum 14 des Injektors 10 über ein zweites Rückschlagventil 60 mit dem Hochdruckraum 36 des Druckverstärkers 28 verbunden, wobei das zweite Rückschlagventil 60 in Richtung des Hochdruckraumes 36 schließt. Hierdurch wirkt auf den Steuerraum 14 nicht nur der Druck im Druckspeicherraum 24 sondern auch ein ggf. erhöhter Druck des Druckverstärkers 28 im Hochdruckraum 36, sofern dieser aktiviert ist. Hierdurch ist es möglich, beispielsweise eine sich ergebende Druckmodulation zu nutzen, um ei-

nen Schließdruck unabhängig von dem stationären Druck im Druckspeicherraum 24 einzustellen. Ist der Druckverstärker 28 aktiv ergibt sich ein erhöhter Schließdruck. Weiterhin ist es auch möglich, am Ende eines Einspritzvorganges den Druckverstärker 28 nur zu dem Zwecke der Erhöhung des Schließdruckes zu aktivieren.

10 Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzvorrichtung für eine Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit einem Druckspeicherraum (24) und einem Injektor (10), in dem ein axial verschiebbarer Einspritzkolben (12) einen Steuerraum (14) von einem Druckraum (16) trennt, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine wirksame, einen Druck im Steuerraum (14) des Injektors (10) in eine Kraft in Schließrichtung des Einspritzkolbens (12) umsetzende Fläche des Einspritzkolbens (12) im Steuerraum (14) des Injektors (10) kleiner als eine wirksame, einen Druck im Druckraum (16) des Injektors (10) in eine Kraft in Öffnungsrichtung des Einspritzkolbens (12) umsetzende Fläche des Einspritzkolbens (12) ist.

2. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Einspritzkolben (12) einen Balancierkolben (18) aufweist, welcher in den Steuerraum (14) des Injektors (10) hinein ragt, wobei der Balancierkolben (18) einen Durchmesser d_B (46), der Einspritzkolben (12) an einer dem Druckraum (16) zugewandten Seite einen Durchmesser d_E (48) und eine am Einspritzkolben (12) angeordnete und durch den Druckraum (16) in einen Ventilsitz (22) greifende Düsennadel (20) einen Durchmesser d_S (50) aufweist, wobei Balancierkolben (18), Einspritzkolben (12) und Düsennadel (20) derart ausgebildet sind, dass folgende Bedingung erfüllt

$$\text{ist, } d_B < \sqrt{d_E^2 - d_S^2}$$

3. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerraum (14) des Injektors (10) permanent mit dem Druckspeicherraum (24) verbunden ist.

4. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckraum (16) über ein Ventil (26; 44) mit dem Druckspeicherraum (24) verbunden ist, wobei das Ventil (26; 44) den Druckraum wahlweise mit dem Druckspeicherraum verbindet oder von diesem trennt.

5. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventil ein 2/2-Wegeventil (26) ist.
6. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventil ein 3/2-Wegeventil (44) ist, welches den Druckraum (16) wahlweise mit dem Druckspeicherraum (24) oder einer Leckageleitung (42) verbindet.
7. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zusätzlich ein Druckverstärker (28), in dem ein axial verschiebbarer Druckverstärkerkolben (30) einen Verstärkerraum (32), einen Federraum (34) und einen Hochdruckraum (36) voneinander trennt, vorgesehen ist, wobei der Hochdruckraum (36) mit der Verbindungsleitung (38) zwischen dem Druckraum (16) des Injektors (10) und dem Druckspeicherraum (24) verbunden und der Verstärkerkolben (30) über ein Ventil (40) mit dem Druckspeicherraum (24) verbunden ist.
8. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventil ein 3/2-Wegeventil (40) ist.
9. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerraum (14) des Injektors (10) über ein erstes Rückschlagventil (58) mit dem Druckspeicherraum (24) verbunden ist, wobei das erste Rückschlagventil (58) in Richtung des Druckspeicherraumes (24) schließt, und dass der Steuerraum (14) des Injektors (10) über ein zweites Rückschlagventil (60) mit dem Hochdruckraum (36) des Druckverstärkers (28) verbunden ist, wobei das zweite Rückschlagventil (60) in Richtung des Hochdruckraumes (36) schließt.

Claims

1. Fuel injection device for an internal combustion engine, in particular of a motor vehicle, having a pressure accumulator chamber (24) and having an injector (10) in which an axially movable injection piston (12) separates a control chamber (14) from a pressure chamber (16), **characterized in that** an effective surface, which converts a pressure in the control chamber (14) of the injector (10) into a force in the closing direction of the injection piston (12), of the injection piston (12) in the control chamber (14) of the injector (10) is smaller than an effective surface, which converts a pressure in the pressure chamber (16) of the injector (10) into a force in the opening direction of the injection piston (12), of the injection piston (12).

2. Fuel injection device according to Claim 1, **characterized in that** the injection piston (12) has a balancing piston (18) which projects into the control chamber (14) of the injector (10), with the balancing piston (18) having a diameter d_B (46), with the injection piston (12) having a diameter d_E (48) at a side facing toward the pressure chamber (16), and with a nozzle needle (20) which is arranged on the injection piston (12) and which engages through the pressure chamber (16) into a valve seat (22) having a diameter d_S (50), with the balancing piston (18), injection piston (12) and nozzle needle (20) being designed such that the following condition is met:

$$d_B < \sqrt{d_E^2 - d_S^2}$$

3. Fuel injection device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the control chamber (14) of the injector (10) is permanently connected to the pressure accumulator chamber (24).
4. Fuel injection device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the pressure chamber (16) is connected via a valve (26; 44) to the pressure accumulator chamber (24), with the valve (26; 44) selectively connecting the pressure chamber to the pressure accumulator chamber or separating said pressure chamber from said pressure accumulator chamber.
5. Fuel injection device according to Claim 4, **characterized in that** the valve is a 2/2 directional control valve (26).
6. Fuel injection device according to Claim 4, **characterized in that** the valve is a 3/2 directional control valve (44) which selectively connects the pressure chamber (16) to the pressure accumulator chamber (24) or to a leakage line (42).
7. Fuel injection device according to one of the preceding claims, **characterized in that** a pressure booster (28) 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 is additionally provided, with the high-pressure chamber (36) being connected to the connecting line (38) between the pressure chamber (16) of the injector (10) and the pressure accumulator chamber (24), and with the booster chamber (32) being connected via a valve (40) to the pressure accumulator chamber (24).
8. Fuel injection device according to Claim 7, **characterized in that** the valve is a 3/2 directional control valve (40).

9. Fuel injection device according to Claim 7 or 8, **characterized in that** the control chamber (14) of the injector (10) is connected via a first non-return valve (58) to the pressure accumulator chamber (24), with the first non-return valve (58) closing in the direction of the pressure accumulator chamber (24), and **in that** the control chamber (14) of the injector (10) is connected via a second non-return valve (60) to the high-pressure chamber (36) of the pressure booster (28), with the second non-return valve (60) closing in the direction of the high-pressure chamber (36).

Revendications

1. Dispositif d'injection de carburant pour un moteur à combustion interne, notamment de véhicule, avec une chambre d'accumulation de pression (24) et un injecteur (10) dans lequel un piston d'injection (12) mobile dans le plan axial sépare une chambre de commande (14) d'une chambre de pression (16), **caractérisé en ce qu'**une surface efficace du piston d'injection (12) transformant une pression régnant dans la chambre de commande (14) de l'injecteur (10) en une force s'exerçant dans la direction de fermeture du piston d'injection (12) est inférieure dans la chambre de commande (14) de l'injecteur (10) à une force efficace du piston d'injection (12) transformant une pression régnant dans la chambre de pression (16) de l'injecteur (10) en une force s'exerçant dans la direction d'ouverture du piston d'injection (12).
2. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le piston d'injection (12) comporte un piston d'équilibrage (18) saillant dans la chambre de commande (14) de l'injecteur (10), le piston d'équilibrage (18) présentant un diamètre d_B (46), le piston d'injection (12) présentant au niveau d'un côté tourné vers la chambre de pression (16) un diamètre d_E (48) et une aiguille d'injection (20) disposée au niveau du piston d'injection (12) et s'encliquetant dans un siège de soupape (22) dans la chambre de pression (16) présentant un diamètre d_S (50), le piston d'équilibrage (18), le piston d'injection (12) et l'aiguille d'injection (20) étant réalisés de telle sorte que la condition suivante s'applique : $d_B < \sqrt{d_S^2 - d_E^2}$
3. Dispositif d'injection de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la chambre de commande (14) de l'injecteur (10) est reliée de façon permanente à la chambre d'accumulation de pression (24).
4. Dispositif d'injection de carburant selon l'une quel-

conque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la chambre de pression (16) est reliée à la chambre d'accumulation de pression (24) via une soupape (26 ; 44), la soupape (26 ; 44) reliant ou séparant au choix la chambre de pression et la chambre d'accumulation de pression.

5. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la soupape est une soupape à 2/2 voies (26).
6. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la soupape est une soupape à 3/2 voies (44) reliant au choix la chambre de pression (16) à la chambre d'accumulation de pression (24) ou à une conduite de fuite (42).
7. Dispositif d'injection de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**en sus un amplificateur de pression (28) dans lequel un piston d'amplification de pression (30) mobile dans le plan axial sépare une chambre d'amplification (32), une chambre élastique (34) et une chambre haute pression (36), la chambre haute pression (36) étant reliée à la conduite de jonction (38) située entre la chambre de pression (16) de l'injecteur (10) et la chambre d'accumulation de pression (24) et la chambre d'accumulation (32) étant reliée à la chambre d'accumulation de pression (24) par l'intermédiaire d'une soupape (40).
8. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** la soupape est une soupape 3/2 voies (40).
9. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** la chambre de commande (14) de l'injecteur (10) est reliée à la chambre d'accumulation de pression (24) par l'intermédiaire d'une première soupape de retenue (58), la première soupape de retenue (58) se fermant en direction de la chambre d'accumulation de pression (24) et **en ce que** la chambre de commande (14) de l'injecteur (10) est reliée à la chambre haute pression (36) de l'amplificateur de pression (28) par l'intermédiaire d'une seconde soupape de retenue (60), la seconde soupape de retenue (60) se fermant en direction de la chambre haute pression (36).

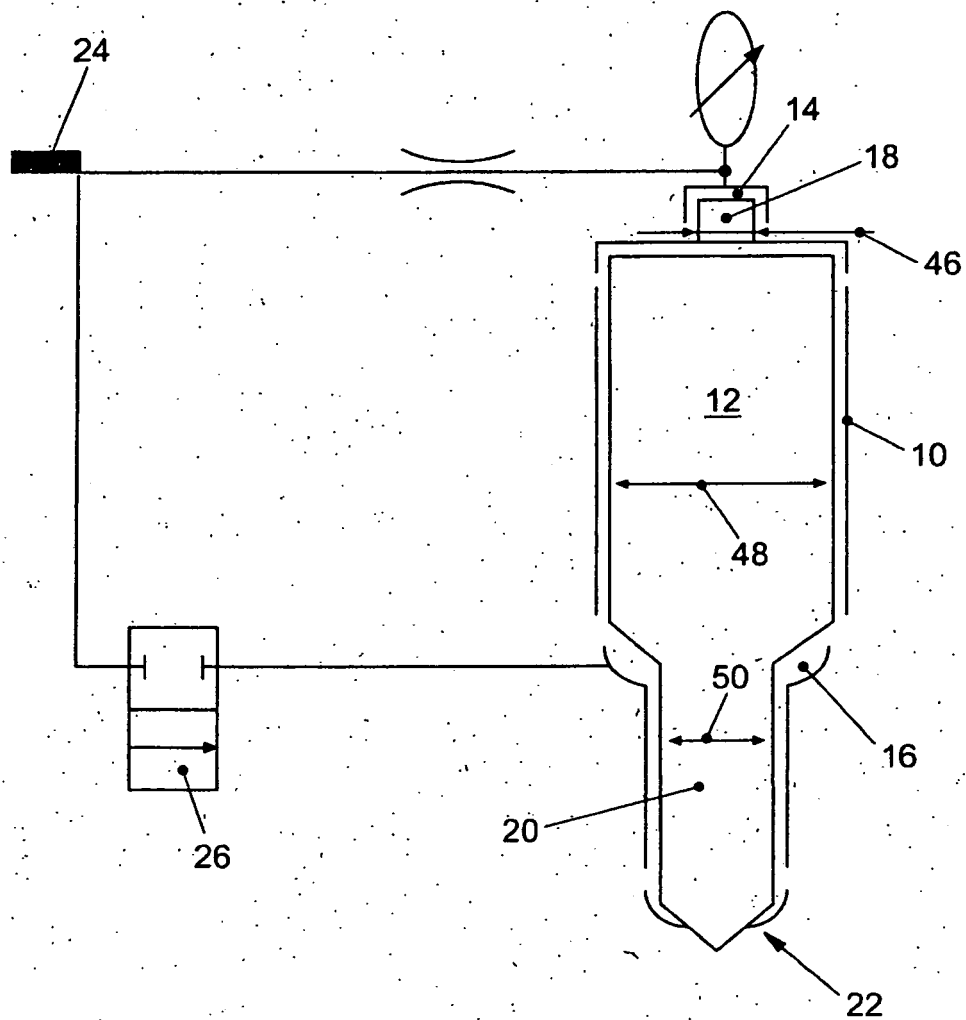


FIG. 1

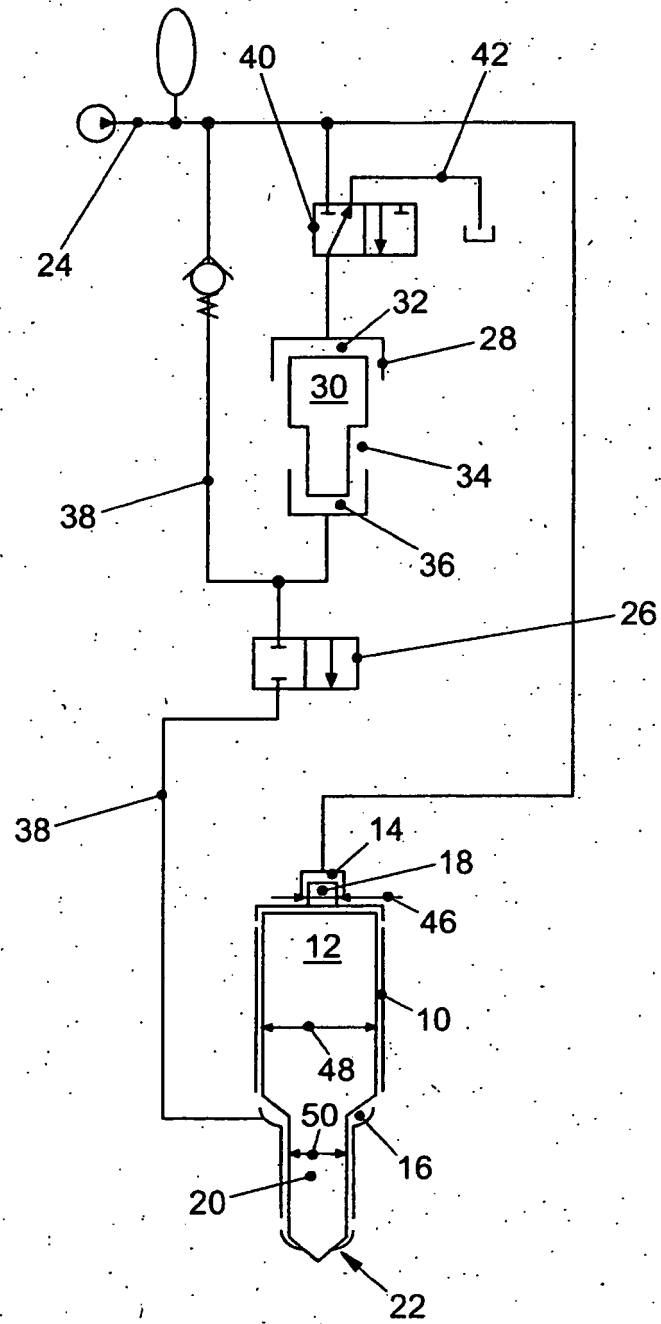


FIG. 2

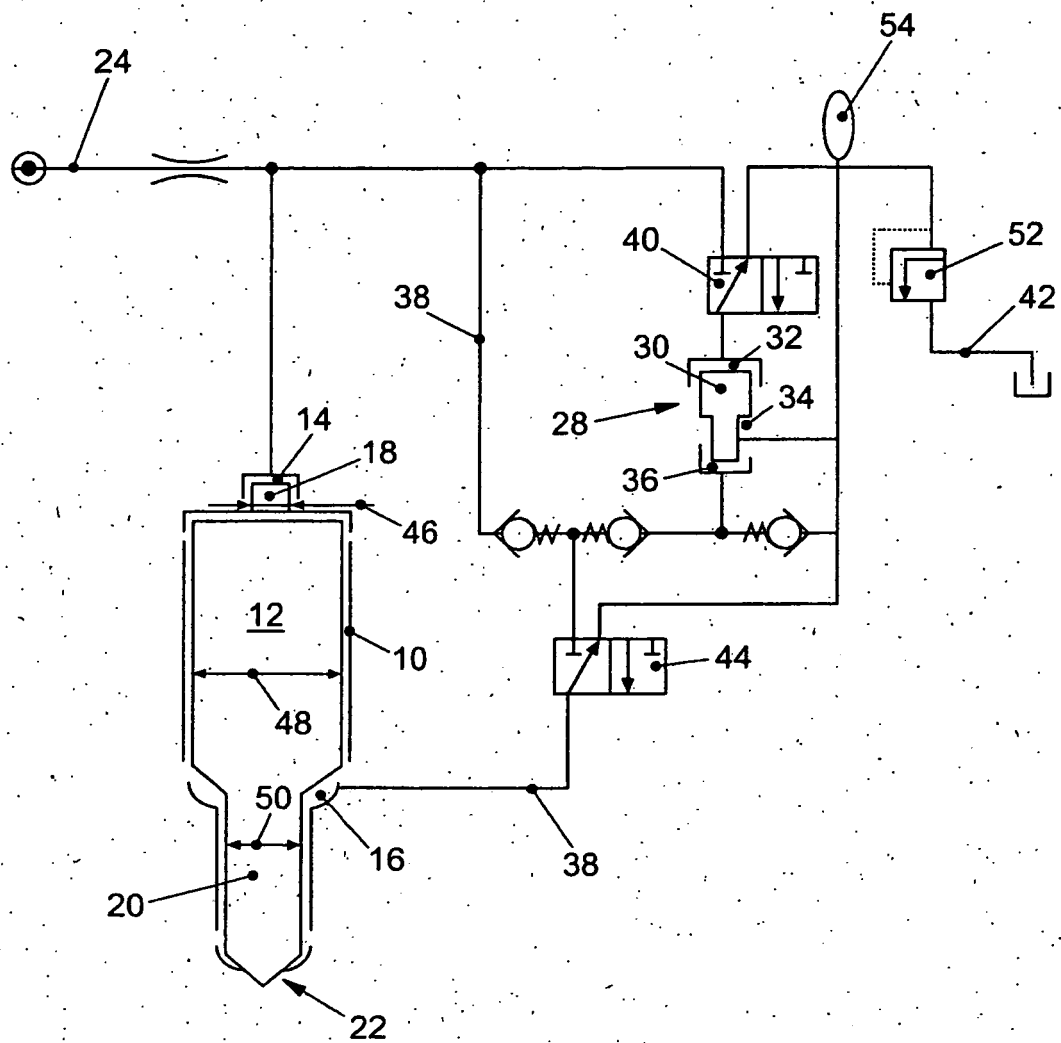


FIG. 3

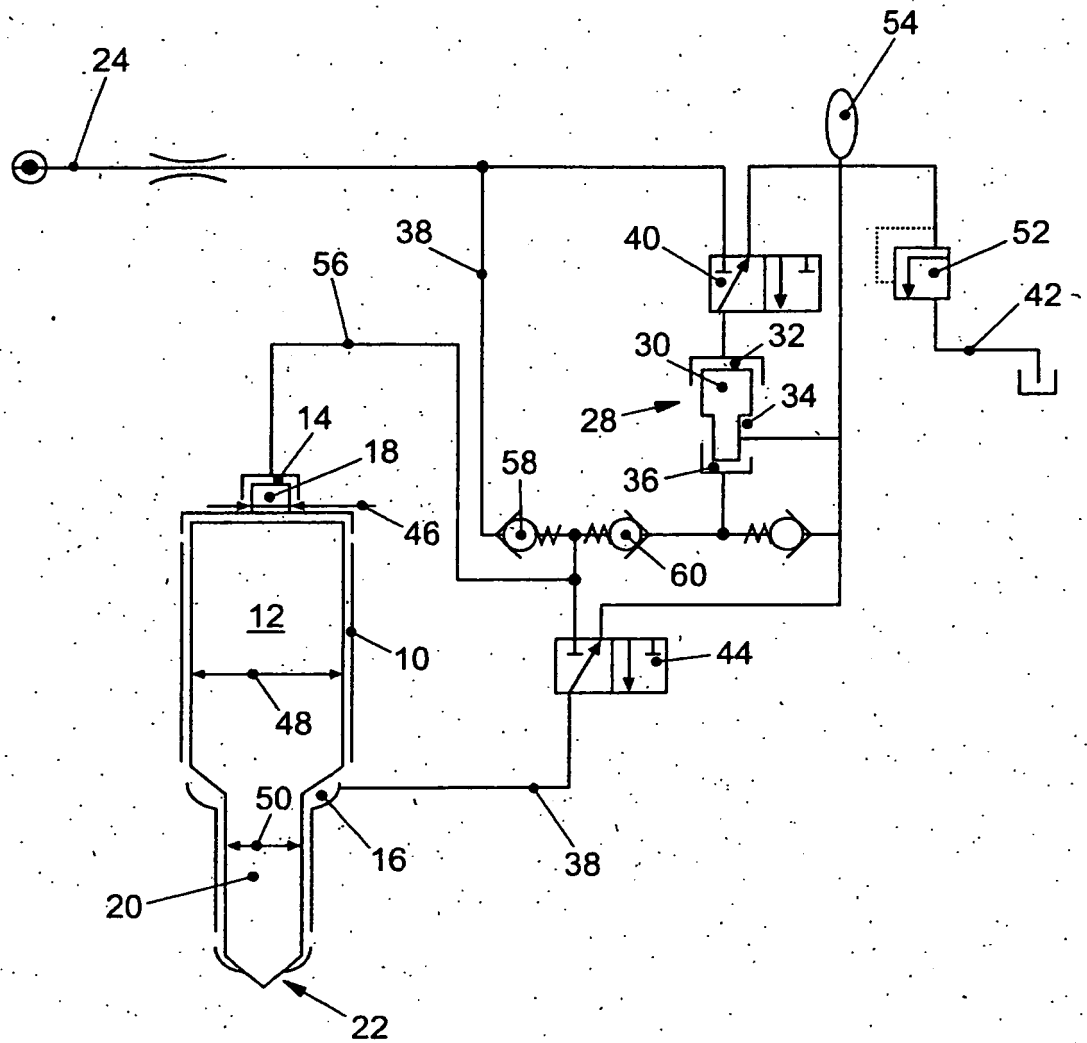


FIG. 4

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 10329704 A [0003]