



(19)

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 144 843 B1**

(12)

## **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**30.03.2005 Patentblatt 2005/13**

(21) Anmeldenummer: **00984824.3**

(22) Anmeldetag: **12.10.2000**

(51) Int Cl.7: **F02M 47/02**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE2000/003582**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2001/031192 (03.05.2001 Gazette 2001/18)**

### **(54) INJEKTOR FÜR EIN KRAFTSTOFFEINSPIRZSYSTEM FÜR BRENNKRAFTMASCHINEN MIT HYDRAULISCHER VORSPANNUNG DES DRUCKÜBERSETZERS**

Injector for a fuel injection system for internal combustion engines, with  
hydraulic prestressing of the pressure booster

Injecteur du système d'injection de carburant de moteurs à combustion  
interne doté d'une précontrainte hydraulique du dispositif démultiplificateur  
de pression

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**CH DE ES FR GB IT LI**

(30) Priorität: **23.10.1999 DE 19951144**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**17.10.2001 Patentblatt 2001/42**

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH  
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder: **MATTES, Patrick  
70569 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 826 876 EP-A- 0 890 730  
DE-A- 19 807 903 US-A- 3 464 627**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

### Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Injektor für ein Kraftstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen mit einem Druckübersetzer), der einen ersten in einer ersten Führungsbohrung geführten ersten Kolben und einen in einer zweiten Führungsbohrung geführten zweiten Kolben aufweist, wobei der erste Kolben und der zweite Kolben einen mindestens unter einem Versorgungsdruck stehenden Druckraum begrenzen, und mit einem Leckölrücklauf und wobei der erste Kolben von einem Aktor betätigt wird und der zweite Kolben mindestens mittelbar das Stellglied eines Steuerventils betätigt und ein Kraftstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 12.

**[0002]** Um einen definierten Betriebszustand des Injektors und in Folge dessen ein gutes Betriebsverhalten und vor allem ein günstiges Startverhalten der Brennkraftmaschine gewährleisten zu können, wird der zweite Kolben des hydraulischen Druckübersetzers bislang durch eine Feder, beispielsweise eine Tellerfeder, gegen das Stellglied des Steuerventils gepresst.

**[0003]** Durch diese Anordnung wird gewährleistet, dass der zweite Kolben des hydraulischen Druckübersetzers stets eine definierte Lage einnimmt, allerdings können Lufteinschlüsse odgl. dazu führen, dass trotzdem kein definierter Betriebszustand des Injektors vorliegt und insbesondere das Startverhalten der Brennkraftmaschine mangelhaft ist.

**[0004]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Injektor für ein Kraftstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen mit einem Druckübersetzer mit verbessertem Betriebsverhalten bereitzustellen.

**[0005]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch einen Injektor für ein Kraftstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen mit einem Druckübersetzer, der einen ersten in einer ersten Führungsbohrung geführten ersten Kolben und einen in einer zweiten Führungsbohrung geführten zweiten Kolben aufweist, wobei der erste Kolben und der zweite Kolben einen mindestens unter einem Versorgungsdruck stehenden Druckraum begrenzen, und mit einem Leckölrücklauf, wobei der erste Kolben von einem Aktor betätigt wird und der zweite Kolben mindestens mittelbar das Stellglied eines Steuerventils betätigt, wobei die zweite Führungsbohrung mit dem Leckölrücklauf hydraulisch in Verbindung steht und wobei der Druck  $p_1$  im Leckölrücklauf geringer als der Versorgungsdruck ist.

### Vorteile der Erfindung

**[0006]** Durch die herrschende Druckdifferenz zwischen Druckraum und Leckölrücklauf wirkt auf den zweiten Kolben stets eine hydraulische Kraft, welche den zweiten Kolben auf das Stellglied des Steuerventils presst. Dadurch wird nicht nur eine definierte Lage des

zweiten Kolbens des hydraulischen Druckübersetzers gewährleistet, sondern zusätzlich erfolgt ein steter Austausch des im Druckübersetzer vorhandenen Kraftstoffs, bzw. evtl. vorhandener Lufteinschlüsse. Dadurch verbessert sich das Betriebsverhalten und insbesondere das Startverhalten der Brennkraftmaschine.

**[0007]** Aufgrund des niedrigen Druckniveaus im Injektor direkt nach dem Steuerventil verbessert sich auch das Betriebsverhalten der zwischen Steuerraum und Steuerventil angeordneten Ablaufdrossel.

**[0008]** Bei Varianten der Erfindung sind die erste Führungsbohrung, der erste Kolben und das Gehäuse, insbesondere mit einem Faltenbalg, gegen die Umgebung abgedichtet, so dass keine Leckagen entstehen und der Versorgungsdruck im Druckraum hoch bleibt.

**[0009]** In Ergänzung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Versorgungsdruck im Druckraum durch eine in den von Gehäuse, Faltenbalg und erstem Kolben gebildeten Raum mündende Versorgungsleitung bereitgestellt wird, so dass sämtliche Leitungen (31, 25, 27) und Räume (34, 17, 29) stets von Kraftstoff durchströmt werden.

**[0010]** Bei einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist in der Versorgungsleitung ein Druckhalteventil angeordnet, so dass der Druck  $p_2$  in der Versorgungsleitung, insbesondere auf 50 bar, begrenzt ist.

**[0011]** Eine andere Ausführungsform weist eine Ausnehmung an der zweiten Führungsbohrung auf, die mit dem Leckölrücklauf in Verbindung steht, so dass die Steuer- und Leckagemengen problemlos angeführt werden können.

**[0012]** Bei einer weiteren Variante der Erfindung betätigt der zweite Kolben das Stellglied des Steuerventils über einen Stößel, so dass die Abschnitte der zweiten Führungsbohrung, welche zweiten Kolben und Stößel führen, nicht genau fluchten müssen und unterschiedliche Toleranzen möglich sind.

**[0013]** In Ergänzung der Erfindung mündet die Auslassseite des Steuerventils in den Leckölrücklauf, so dass die Steuermenge abgeführt wird.

**[0014]** Bei einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist der Aktor ein Piezo-Aktor, so dass große Steuerkräfte verfügbar sind.

**[0015]** Eine andere Ausführungsform sieht vor, das Gehäuse, das Steuerventil und der Aktor in einem Haltekörper zu montieren, so dass einerseits Herstellung und Montage erleichtert werden und andererseits eine spielfreie und vorgespannte Verbindung der Bauteile erreicht wird.

**[0016]** Die eingangs genannte Aufgabe wird auch gelöst, durch ein Kraftstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen mit einer Hochdruck-Kraftstoffpumpe, mit einem Hochdruck-Kraftstoffspeicher und mit mindestens einem Injektor nach einem der Ansprüche 1 bis 11, so dass die erfindungsgemäßen Vorteile auch bei diesem Kraftstoffeinspritzsystem zum Tragen kommen.

## Zeichnung

**[0017]** Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der nachfolgenden Beschreibung, der Zeichnung und den Ansprüchen entnehmbar. Ausführungsbeispiele des Gegenstands der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und im Folgenden näher beschrieben. kommen.

## Beschreibung des Ausführungsbeispiels

**[0018]** In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Injektors mit einem hydraulischen Druckübersetzer dargestellt. In einem zweiteiligen Gehäuse 1 und 3 sind eine erste Führungsbohrung 5 und eine zweite Führungsbohrung 7 koaxial zueinander angeordnet. In der ersten Führungsbohrung 5 ist ein erster Kolben 9 geführt. Die zweite Führungsbohrung 7 führt einen zweiten Kolben 11 und einen Stößel 13. Der zweite Kolben 11 wirkt über den Stößel 13 auf das kugelförmige Stellglied 15 des nicht dargestellten Steuerventils des Injektors. Durch die zweiteilige Ausführung von zweitem Kolben 11 und Stößel 13 müssen die beiden Abschnitte der zweiten Führungsbohrung 7 nicht genau miteinander fluchten; außerdem kann das Spiel zwischen zweitem Kolben 11 und zweiter Führungsbohrung 7 sowie Stößel 13 und zweiter Führungsbohrung 7 verschieden gewählt werden.

**[0019]** Der erste Kolben 9 und der zweite Kolben 11 begrenzen einen Druckraum 17 eines hydraulischen Druckübersetzers 19. Auf den ersten Kolben 9 wirkt ein Piezoaktor 21. Wenn der Piezoaktor 21 betätigt wird, drückt er den ersten Kolben 9 in Pfeilrichtung in den Druckraum 17. Sobald der dadurch ansteigende Druck im Druckraum 17 ausreicht, um auf die in den Druckraum 17 ragende Stirnfläche des zweiten Kolbens 11 eine hydraulische Kraft auszuüben, die größer ist als die hydraulische Kraft, die der unter Steuerdruck stehende Kraftstoff im Steuerraum 23 auf das Stellglied 15 ausübt, öffnet das Stellglied 15 und stellt eine hydraulische Verbindung zwischen Steuerraum 23 und einem Leckölzulauf 25 her. Diese Verbindung erfolgt über einen Abschnitt der zweiten Führungsbohrung 7, eine Verbindungsleitung 27 und eine Ausnehmung 29 der zweiten Führungsbohrung 7. Dadurch sinkt der Druck im Steuerraum 23 und die nicht dargestellte Einspritzdüse öffnet.

**[0020]** Sobald die Betätigung des Piezoaktors 21 endet, bewegt sich dieser zusammen mit dem ersten Kolben 9 entgegen der Pfeilrichtung in seine Ausgangslage zurück. Dadurch sinkt der Druck im Druckraum 17. Eine Versorgungsleitung 31, in der ein Versorgungsdruck  $p_2$  herrscht, versorgt über eine Bohrung im Gehäuse 1 und einem Faltenbalg 33 mittelbar den Druckraum 17 mit Kraftstoff.

**[0021]** Das Gehäuse 1 und der erste Kolben 9 sind durch den Faltenbalg 33 gegen die Umgebung abgedichtet. Die Versorgungsleitung 31 mündet in den von

Gehäuse 1, erstem Kolben 9 und Faltenbalg 33 begrenzten Raum (34) und füllt diesen mit unter dem Druck  $p_2$  stehenden Kraftstoff. Durch den Ringspalt zwischen erster Führungsbohrung 5 und erstem Kolben 9 gelangt Kraftstoff in den Druckraum 17, so dass dieser stets mit Kraftstoff gefüllt ist und auch mindestens annähernd ein Druck vom Betrag  $p_2$  im Druckraum 17 herrscht.

**[0022]** In der Ausnehmung 29 herrscht ebenso wie im Leckölzulauf 25 ein Druck  $p_1$ , der kleiner als der Versorgungsdruck  $p_2$  ist. In Folge dessen wirkt auf den zweiten Kolben 11 eine hydraulische Kraft mit Richtung vom Piezoaktor 21 zum Stellglied 23. Als Folge dieser Kraftwirkung werden der zweite Kolben 11 und das Stellglied 13 auf das Stellglied 23 gepresst, so dass kein Spiel zwischen zweitem Kolben 11, Stößel 13 und Stellglied 15 entstehen kann. Der Druckübersetzer 19 ist vielmehr vorgespannt.

**[0023]** Da in der Ausnehmung 29 nur der Druck  $p_1$  herrscht, strömt Kraftstoff aus dem Druckraum 17 durch den Ringspalt zwischen zweiter Führungsbohrung 7 und zweitem Kolben 11 in die Ausnehmung 29. Neben dem oben genannten Effekt, dass die Druckdifferenz zwischen Druckraum 17 und Ausnehmung 29 den Kolben spielfrei mit dem Stellglied 15 verbindet, führt der beschriebene Strom des Kraftstoffs von der Versorgungsleitung 31 bis zum Leckölzulauf 25 dazu, dass der gesamte Druckübersetzer stets von frischem und relativ kühlem Kraftstoff durchströmt wird, so dass die Gefahr von Fressern verringert wird und außerdem eventuell vorhandene Luft oder Dampfblasen stets aus dem Druckübersetzer 19 in den Leckölzulauf 25 befördert werden.

**[0024]** Vorteilhaft an der erfindungsgemäßen Ausführung ist auch, dass der Faltenbalg, im Gegensatz zum Stand der Technik, nur statisch mit Druck beaufschlagt wird. Daraus resultiert eine mögliche Angebung des Versorgungsdrucks  $p_2$ , ohne dass der Faltenbalg 33 verändert werden müsste, und damit eine Erhöhung der Vorspannung des Piezo-Aktors. Der Versorgungsdruck  $p_2$  kann beispielsweise 50 bar betragen.

**[0025]** Der gesamte Injektor bestehend aus Piezoaktor 21, Druckübersetzer 19 sowie das nicht dargestellte Steuerventil und die eigentliche Einspritzdüse werden von einem Haltekörper 35 zusammengehalten. Der aus der Versorgungsleitung 31 durch den Haltekörper 35 strömende Kraftstoff wird durch zwei O-Ringe, die zwischen Haltekörper 35 und Gehäuse 1 angeordnet sind, daran gehindert, in die Umgebung zu strömen.

**[0026]** In der Versorgungsleitung 31 ist ein Druckhalteventil 37 angeordnet, welches dafür sorgt, dass in der Versorgungsleitung 31 und den mit der Versorgungsleitung 31 hydraulisch in Verbindung stehenden Räumen 17 des Druckübersetzers 19 ein zulässiger Maximaldruck nie überschritten wird. Sobald dieser Maximaldruck erreicht wird, öffnet das Druckhalteventil 37. Die Auslassseite des Druckhaltevents 37 kann beispielsweise mit dem Leckölzulauf 25 in Verbindung stehen.

[0027] Alle in der Beschreibung, den nachfolgenden Ansprüchen und der Zeichnung dargestellten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination miteinander erfindungswesentlich sein.

### Patentansprüche

1. Injektor für ein Kraftstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen mit einem Druckübersetzer (19), der einen ersten in einer ersten Führungsbohrung (5) geführten ersten Kolben (9) und einen in einer zweiten Führungsbohrung (7) geführten zweiten Kolben (11) aufweist, wobei der erste Kolben (9) und der zweite Kolben (11) einen mindestens unter einem Versorgungsdruck  $p_2$  stehenden Druckraum (17) begrenzen, und mit einem Leckölrücklauf, wobei der erste Kolben (9) von einem Aktor (21) betätigt wird und der zweite Kolben (11) mindestens mittelbar das Stellglied (15) eines Steuerventils betätigt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Führungsbohrung (7) mit dem Leckölrücklauf (25) hydraulisch in Verbindung steht, und dass der Druck  $p_1$  im Leckölrücklauf (25) geringer als der Versorgungsdruck  $p_2$  ist.
2. Injektor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Führungsbohrung (5), der erste Kolben (9) und das Gehäuse (1, 3) gegen die Umgebung abgedichtet sind.
3. Injektor nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Führungsbohrung (5), der ersten Kolben (9) und das Gehäuse (1, 3) mit einem Faltenbalg (33) gegen die Umgebung abgedichtet sind.
4. Injektor nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Versorgungsdruck im Druckraum (17) durch eine in den von Gehäuse (1, 3), Faltenbalg (33) und erstem Kolben gebildeten Raum (34) mündende Versorgungsleitung (31) bereitgestellt wird.
5. Injektor nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Versorgungsleitung (31) ein Druckhalteventil (37) angeordnet ist.
6. Einspritzdüse nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Druckhalteventil (37) den Druck  $p_2$  in der Versorgungsleitung (31) auf 50 bar begrenzt.
7. Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der zweiten Führungsbohrung (7) eine Ausnehmung (29) vorhanden ist, die mit dem Leckölrücklauf (25) in Verbindung steht.

5            8. Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Kolben (11) das Stellglied (15) des Steuerventils über einen Stößel (13) betätigt.

10            9. Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auslassseite des Steuerventils in den Leckölrücklauf (25) mündet.

15            10. Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktor ein Piezo-Aktor (21) ist.

20            11. Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse (1, 3), das Steuerventil und der Aktor (21) in einem Haltekörper (35) montiert sind.

25            12. Kraftstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen mit einer Hochdruck-Kraftstoffpumpe, mit einem Hochdruck-Kraftstoffspeicher und mit mindestens einem Injektor nach einem der Ansprüche 1 bis 11.

### Claims

1. Injector for a fuel injection system for internal combustion engines having a pressure transformer (19) which has a first piston (9) which is guided in a first guide bore (5) and a second piston (11) which is guided in a second guide bore (7), the first piston (9) and the second piston (11) bounding a pressure space (17) which is at least at a supply pressure  $p_2$  and having a leakage oil return flow, the first piston (9) being activated by an actuator (21) and the second piston (11) at least indirectly activating the actuator element (15) of a control valve, **characterized in that** the second guide bore (7) is connected hydraulically to the leakage oil return flow (25), and **in that** the pressure  $p_1$  in the leakage oil return flow (25) is lower than the supply pressure  $p_2$ .
2. Injector according to Claim 1, **characterized in that** the first guide bore (5), the first piston (9) and the housing (1, 3) are sealed off from the surroundings (3).
3. Injector according to Claim 2, **characterized in that** the first guide bore (5), the first piston (9) and the housing (1, 3) are sealed off from the surroundings by means of a folding bellows (33).
4. Injector according to Claim 3, **characterized in that** the supply pressure in the pressure space (17) is made available by a supply line (31) which opens into the space (34) which is formed by the housing (1, 3), folding bellows (33) and first piston.

5. Injector according to Claim 4, **characterized in that** a pressure-maintaining valve (37) is arranged in the supply line (31).
6. Injection nozzle according to Claim 5, **characterized in that** the pressure-maintaining valve (37) limits the pressure  $p_2$  in the supply line (31) to 50 bar.
7. Injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** a recess (29) which is connected to the leakage oil return flow (25) is provided at the second guide bore (7).
8. Injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** the second piston (11) activates the actuator element (15) of the control valve by means of a tappet (13).
9. Injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** the outlet side of the control valve opens into the leakage oil return flow (25).
10. Injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** the actuator is a piezo-actuator (21).
11. Injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** the housing (1, 3), the control valve and the actuator (21) are mounted in a mounting element (35).
12. Fuel injection system for internal combustion engines having a high-pressure fuel pump, having a high-pressure fuel accumulator and having at least one injector according to one of Claims 1 to 11.

### Revendications

1. Injecteur de système d'injection de carburant de moteur à combustion interne comprenant un démultiplicateur de pression (19) muni d'un premier piston (9) guidé dans un premier perçage de guidage (5) et un second piston (11) guidé dans un second perçage de guidage (7),  
le premier piston (9) et le second piston (11) délimitant une chambre de pression (17) soumise au moins à une pression d'alimentation  $p_2$  ainsi qu'un retour de fuite d'huile,  
le premier piston (9) étant actionné par un actionneur (21) et le second piston (11) actionnant au moins indirectement l'organe de réglage (15) d'une soupape de commande,  
**caractérisé en ce que**  
le second perçage de guidage (7) communiquant hydrauliquement avec le retour d'huile de fuite (25) et la pression  $p_1$  dans le retour d'huile de fuite (25) est inférieure à la pression d'alimentation  $p_2$ .
2. Injecteur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**  
le premier perçage de guidage (5), le premier piston (9) et le boîtier (1,3) sont fermés de manière étanche vis-à-vis de l'environnement.
3. Injecteur selon la revendication 2, **caractérisé en ce que**  
le premier perçage de guidage (5), le premier piston (9) et le boîtier (1,3) sont rendus étanches vis-à-vis de l'environnement par un soufflet (33).
4. Injecteur selon la revendication 3, **caractérisé en ce que**  
la pression d'alimentation régnant dans la chambre de pression (17) est fournie par une conduite d'alimentation (31) débouchant dans un volume (34) délimité par le boîtier (1, 3), le soufflet (33) et le premier piston.
5. Injecteur selon la revendication 4, **caractérisé en ce que**  
la conduite d'alimentation (31) est équipée d'une soupape de retenue de pression (37).
6. Injecteur selon la revendication 5, **caractérisé en ce que**  
la soupape de retenue de pression (37) limite la pression  $p_2$  de la conduite d'alimentation (31) à 50 bars.
7. Injecteur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé par**  
une cavité (29) dans le second perçage de guidage (7), reliée au retour d'huile de fuite (25).
8. Injecteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**  
le second piston (11) actionne l'organe de réglage (15) de la soupape de commande par l'intermédiaire d'un poussoir (13).
9. Injecteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**  
la sortie de la soupape de commande débouche dans le retour d'huile de fuite (25).
10. Injecteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**  
l'actionneur est un actionneur piézo-électrique (21).
11. Injecteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**  
l'actionneur est un actionneur piézo-électrique (21).

tions précédentes,  
**caractérisé en ce que**  
le boîtier (1, 3), la soupape de commande et l'ac-  
tionneur (21) sont installés dans un support (35).

5

12. Système d'injection de carburant pour moteur à  
combustion interne comprenant une pompe à car-  
burant à haute pression, un accumulateur de car-  
burant à haute pression et au moins un injecteur  
selon l'une des revendications 1 à 11.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

