



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 828 936 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
22.03.2000 Patentblatt 2000/12

(21) Anmeldenummer: **96914853.5**

(22) Anmeldetag: **11.05.1996**

(51) Int Cl.7: **F02M 51/06**, F02M 47/06

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE96/00818

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 96/37698 (28.11.1996 Gazette 1996/52)

(54) **EINSPRITZVENTIL**
INJECTION VALVE
SOUPAPE D'INJECTION

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT SE

(30) Priorität: **24.05.1995 DE 19519191**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.03.1998 Patentblatt 1998/12

(73) Patentinhaber: **SIEMENS
AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

(72) Erfinder: **KLÜGL, Wendelin
D-92358 Seubersdorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 3 936 619 DE-A- 4 119 467
US-A- 5 169 067 US-A- 5 335 861

EP 0 828 936 B1

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

[0001] Die Erfindung betrifft ein Einspritzventil nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Ein solches Einspritzventil ist beispielsweise durch die EP-A 0 531 533 bekannt. Diese Veröffentlichung behandelt eine Dieseleinspritzeinrichtung mit einem Hochdrucksystem (Common-Rail-System), bei dem der Kraftstoff einem Hochdruckspeicher über eine Hochdruckpumpe zugeführt wird. Dieser unter hohem Druck stehende Kraftstoff wird dann entsprechend einer Steuerung den einzelnen Zylindern eines Dieselmotors über Einspritzventile zugeführt. Dabei werden die Einspritzventile jeweils über ein Magnetventil angesteuert, um beispielsweise auch individuelle Einspritzzeiten zu ermöglichen.

[0003] Um insbesondere Einspritzventile zu erhalten, mit denen auch eine Voreinspritzung möglich ist, um damit Verbrauch, Abgaswerte, Geräusch usw. zu verbessern, sollen die Einspritzventile bei hohen Einspritzdrücken schnell schaltbar sein. Bei hohen Speicherdrücken ist bei Verwendung eines Magnetventils eine Voreinspritzung schwer möglich, da die Schaltzeiten des Magnetventils zu lang sind und der volle Hub des Ventils durchlaufen werden muß, damit reproduzierbare Bedingungen, beispielsweise die Einspritzmenge, erreicht werden. Außerdem ist die Formung der Einspritzrate, d. h. langsames Öffnen, jedoch schnellstes Schließen der Düsennadel, wobei die Formung der Einspritzrate gemäß einem Kennfeld vorgenommen werden kann, kaum möglich.

[0004] Ein piezoelektrisch betätigtes Einspritzventil ist aus der US-A-5 335 861 bekannt.

[0005] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Einspritzventil bereitzustellen, das äußerst schnell schaltbar ist.

[0006] Diese Aufgabe wird durch den Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0007] Da die Düsennadel durch den Piezoaktuator praktisch direkt betätigt wird, wird eine schnellstmögliche Betätigung der Düsennadel erzielt.

[0008] Im folgenden wird die Erfindung anhand einer Abbildung näher erläutert.

[0009] Die Abbildung zeigt ein Einspritzventil im Schnitt.

[0010] Das in der Abbildung gezeigte Einspritzventil besteht aus einem langgestreckten Gehäuse 5, auf dessen unteren Ende eine Überwurfmutter 3 aufgeschraubt ist. Mit dieser Überwurfmutter 3 wird vom unteren Ende des Gehäuses 5 aus eine Zwischenscheibe 4 und ein Düsenkörper 1, in welchem eine Düsennadel 2 geführt ist, gehalten. Die Zwischenscheibe 4 und der Düsenkörper 1 weisen eine Mittelbohrung auf, in der die Düsennadel 2 in axialer Richtung verschiebbar geführt ist. Im Gehäuse 5 ist in axialer Richtung ein abgestufter Stößel 7 geführt, der an einem Ende an der Düsennadel 2 anliegt und am anderen Ende mit einem Sekundärkol-

ben 14 der piezoelektrischen Antriebseinrichtung verbunden ist. Im Bereich der Abstufung des Stößels 7 ist ein erster Druckraum 8 vorgesehen, der über eine Zulaufbohrung 9 mit einem Kraftstoff-Zulaufanschluß 10 verbunden ist. Dieser Hochdruck-Zulaufanschluß 10 ist außerdem über eine Zulaufbohrung 6 mit einem zweiten Druckraum 11 verbunden, in dessen Bereich die Düsennadel 2 abgestuft ist, wodurch eine Steuerfläche zur Steuerung der Düsennadel 2 gebildet wird.

[0011] Wie oben beschrieben steht der Stößel 7 mit einem Sekundärkolben 14 in Verbindung, der in einem Primärkolben geführt ist. Auf den Primärkolben wirkt ein Piezoaktuator 20 ein, der in einem Verschluß 21 gelagert ist und gegenüber dem Aktuatorgehäuse 12 mittels eines O-Ringes 22 abgedichtet ist. In axialer Richtung ist der Verschluß 21 mittels eines Sicherungsringes 24 gesichert. Elektrische Anschlüsse 23 sind zum Aktuator 20 geführt.

[0012] Der Piezoaktuator 20 wirkt über den Primärkolben 19 auf eine Tellerfeder 13. Weiter ist in der Ausnehmung des Sekundärkolbens eine Feder 15 vorgesehen, die auf eine Innenfläche des Primärkolbens 19 drückt.

[0013] Das Einspritzventil weist außerdem mehrere unter Niederdruck stehende Bohrungen bzw. Räume auf. So befindet sich ein Raum 16 im Bereich zwischen dem Stößel 7 und einem Ende der Düsennadel 2. Dieser Raum 16 steht über eine Leckagebohrung 27 und 29 mit einem Rücklauf 25 in Verbindung. Der Piezoaktuator-20 ist in einem Leckageraum 26 angeordnet, der ebenfalls in den Rücklauf mündet. Dieser Raum 26 steht weiter über eine Entlastungsbohrung 18 mit einem Raum 17 in Verbindung, in welchem die Feder 15 angeordnet ist. Der Arbeitsraum 28 im Bereich der Tellerfeder 13 ist immer satt mit Kraftstoff gefüllt, der aufgrund des Spiels zwischen dem oberen Bereich des Stößels 7 und dem Gehäuse 5 in diesen Raum eindringt.

[0014] Die wirksamen Flächen für den Druck sind bei geschlossener Düse so ausgelegt, daß die Ringfläche am Stößel 7 etwas kleiner ist als die Ringfläche an der Druckschulter der Düsennadel 2. Es verbleibt daher auch bei geschlossener Düsennadel 2 immer eine resultierende Druckkraft, die nach oben wirkt, aber so ist, daß sie von der Federkraft der Feder 15 übertroffen wird, wodurch die Düsennadel 2 sicher auf ihren Sitz gedrückt wird. In dieser Stellung erfolgt keine Einspritzung. Die genannten wirksamen Durchmesser des Stößels 7 und der Düsennadel 2 werden jedoch so ausgelegt, daß die Feder 15 auf vertretbare, möglichst kleine Kräfte ausgelegt werden kann. Die Federkraft muß jedoch so groß sein, daß die Düsennadel 2 bei Ende der Einspritzung schnell genug auf den Sitz gedrückt werden kann. Dabei ist zu berücksichtigen, daß sie während der Einspritzung der Düsensitzfläche nach oben wirkt. Ein schneller Schließvorgang der Düsennadel wirkt sich günstig auf die Abgaswerte der Brennkraftmaschine aus.

[0015] Ein Piezoaktuator bietet die Möglichkeit,

schnellere Schaltvorgänge als ein Elektromagnet zu realisieren. Problematisch sind jedoch die kleinen Wege, die ein Piezoaktuator macht und deshalb übersetzt werden müssen.

[0016] Die Funktionsweise des Piezoaktuators auf die Einspritzdüse ist folgende:

[0017] Der Stößel 7 zum Gehäuse 5 und der Sekundärkolben 14 zum Primärkolben 19 sowie der Primärkolben 19 zum Aktuatorgehäuse 12 sind zueinander mit Passungen gepaart. Die Passungen stellen jedoch nur eine Spaltdichtung dar, so daß eine kleine Menge Kraftstoff ständig vom Zulauf 10 durch den Druckraum 8 am Stößel 7 entlang lecken kann. Der eine Leckageanteil geht in Richtung Düsennadel 2 und muß über die Leckagebohrungen 29 und 27 dem Rücklauf zugeführt werden. Der andere Leckageanteil gelangt in den Arbeitsraum 28 und hält diesen befüllt. Überschüssig durchströmter Leckagekraftstoff gelangt am Sekundärkolben 14 entlang über die Entlastungsbohrung 18 in den Leckageraum 26 und von dort zum Rücklauf 25. Der Arbeitsraum 28 ist somit immer satt mit Kraftstoff gefüllt. Die Tellerfeder 13 drückt den Primärkolben 19 mit einer definierten Vorspannkraft gegen den Piezoaktuators 20 spielfrei in die Ausgangsstellung. In der Ausgangsstellung (Ruhestellung) wird der Stößel 7 von der Feder 15 über den Sekundärkolben 14 nach unten gedrückt (keine Einspritzung in diesem Zustand). Bei Bestromen des Piezoaktuators 20 dehnt sich dieser nach unten aus und bewegt den Primärkolben 19 gegen die Kraft der Tellerfeder 13 ebenfalls nach unten. Das Flüssigkeitsvolumen im Arbeitsraum 28 wird verdrängt und führt den Sekundärkolben 14 mit dem Stößel nach oben, wodurch die Düsennadel 2 aufgrund der resultierenden Druckkraft nach oben bewegt wird. Hierdurch wird der Einspritzbeginn ausgelöst.

[0018] Diese Konstruktion des Piezoaktuators mit den beiden Kolben gewährleistet, daß der Stößel 7 und damit die Düsennadel 2 immer aus einer definierten Ausgangslage bewegt werden. Für die Bewegung der Düsennadel 2 ist allein die Dynamik des Sekundärkolbens 14 mit dem Stößel 7 maßgebend und nicht die Dynamik einer Hydraulik wie bei bekannten Systemen mit Ventilen. Alle Wärmedehnungen sind kompensiert. Der Arbeitsraum ist immer satt gefüllt. Der Piezoaktuators ist praktisch immer auf die gleiche Vorspannkraft gespannt.

[0019] Der Rücklauf 25 ist auf Niederdruck entlastet. Als Piezoaktuators werden Piezostacks favorisiert, die einen Betrieb mit relativ kleinen Spannungen auch im Fahrzeug erleichtern.

Patentansprüche

1. Einspritzventil für Kraftstoffeinspritzsysteme, mit:
 - einer in einem Ventilgehäuse (1) angeordneten Düsennadel (2) und einem zugeordneten Sitz,

- die zumindest eine Einspritzöffnung des Einspritzventils öffnen und schließen kann,
- einem Kraftstoffzulauf (10), der über einen ersten Druckraum (8) mit einer ersten Steuerfläche des die Düsennadel (2) antreibenden Stößels (7) und über einen zweiten Druckraum (11) mit einer zweiten Steuerfläche der Düsennadel (2) hydraulisch in Verbindung steht, wobei die erste Steuerfläche größer als die zweite Steuerfläche ist und die erste Steuerfläche die Düsennadel (2) mit Druck in Richtung auf den zugeordneten Sitz beaufschlagt und die zweite Steuerfläche die Düsennadel mit Druck beaufschlagt, der die Düsennadel (2) vom Sitz abhebt,
- einer Ansteuerereinrichtung, die über einen Primär- und Sekundärkolben (14,19) hydraulisch übersetzt ist und die die Düsennadel (2) steuert,

dadurch gekennzeichnet, daß die Ansteuerereinrichtung einen Piezoaktuators (20) aufweist, daß der Piezoaktuators (20) den Primärkolben (19) direkt antreibt, und daß die Düsennadel (2) über den Stößel (7) und den Sekundärkolben (14) direkt ansteuerbar ist.

2. Einspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Sekundärkolben (14) fest mit dem Stößel (7) verbunden ist und gegebenüber dem Primärkolben (19) über eine Feder (15) vorgespannt ist.
3. Einspritzventil nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Feder (15) den Sekundärkolben (14) in Richtung auf die Düsennadel (2) vorgespannt.
4. Einspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steuerflächen durch Ringflächen gebildet sind und die eine Ringfläche des Stößels (7) etwas kleiner als die andere Ringfläche an der Druckschulter der Düsennadel (2) ist, so daß immer eine resultierende Kraft in Richtung auf die Antriebsvorrichtung verbleibt.
5. Einspritzventil nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die resultierende Kraft kleiner ist als die Kraft der Feder (15), so daß die Düsennadel (2) bei inaktiver Ansteuerereinrichtung auf ihren Sitz gedrückt wird.
6. Einspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der zwischen Primärkolben (19) und Sekundärkolben (14) gebildete Arbeitsraum (28) über einen Leckagestrom des Einspritzventils immer gefüllt ist.

7. Einspritzventil nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen Stößel (7) und dem Gehäuse (5) sowie zwischen Primärkolben (19) und Sekundärkolben (14) sowie zwischen Primärkolben (19) und Gehäuse (12) Spalte vorgesehen sind, die so ausgelegt sind, daß dazwischen jeweils eine geringe Leckage stattfindet, so daß der Arbeitsraum (28) immer mit Flüssigkeit gefüllt ist, und daß bei Wärmedehnungen der Piezoaktor eine spielausgeglichene, mit Druckspannung vorgespannte und eindeutig definierte Ausgangslage vor dem Anschalten einer elektrischen Spannung hat.

Revendications

1. Injecteur pour système d'injection de carburant, comportant:

- une aiguille de buse (2) disposée dans un carter d'injecteur (1), et un siège associé, qui peut ouvrir et fermer au moins un orifice d'injection de l'injecteur,
- une arrivée de carburant (10), qui est reliée hydrauliquement, par une première chambre sous pression (8) de la tige-poussoir (7) entraînant l'aiguille de buse (2) et, par une deuxième chambre sous pression (11), à une deuxième surface de commande de l'aiguille de buse (2),

la première surface de commande étant plus grande que la deuxième surface de commande et la première surface de commande exerçant sur l'aiguille de buse (2), une pression dans la direction du siège associé, et la deuxième surface de pression exerçant sur l'aiguille de buse une pression qui soulève l'aiguille de buse (2) de son siège,

- un dispositif de commande, dont l'action est multipliée hydrauliquement par un piston primaire (19) et un piston secondaire (14) et qui commande l'aiguille de buse (2),

caractérisé en ce que

- le dispositif de commande présente un actionneur piézo-électrique (20), en ce que l'actionneur piézo-électrique (20) entraîne directement le piston primaire (19), et en ce que l'aiguille de buse (2) peut être commandée directement au moyen de la tige-poussoir (7) et du piston secondaire (14).

2. Injecteur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le piston secondaire (14) est relié de façon fixe à la tige-poussoir (7) et est soumis, par rapport au piston primaire (19), à une précontrainte par un ressort (15).

3. Injecteur suivant la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que le ressort (15) soumet le piston secondaire (14) à une précontrainte dans la direction de l'aiguille de buse (2).

4. Injecteur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les surfaces de commande sont formées de surfaces annulaires et en ce que la surface annulaire de la tige-poussoir (7) est un peu plus petite que l'autre surface annulaire située sur l'épaulement en pression de l'aiguille de buse (2), de telle façon qu'il reste toujours une force résultante agissant dans la direction du dispositif d'entraînement.

5. Injecteur suivant la revendication 4, caractérisé en ce que la force résultante est plus petite que la force du ressort (15), de telle façon que l'aiguille de buse (2) est appuyée sur son siège quand le dispositif de commande est inactif.

6. Injecteur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la chambre de travail (28) formée entre le piston primaire (19) et le piston secondaire (14) est toujours remplie au moyen d'un courant de fuite de l'injecteur.

7. Injecteur suivant la revendication 6, caractérisé en ce qu'entre la tige-poussoir (7) et le carter (5), ainsi qu'entre le piston primaire (19) et le piston secondaire (14), ainsi qu'entre le piston primaire (19) et le carter (12), il est prévu des interstices qui sont conçus de telle façon qu'entre chacun de ces organes, il se produise une fuite légère, de sorte que la chambre de travail (28) soit toujours pleine de liquide, et en ce que, lors de dilatations thermiques, l'actionneur piézoélectrique agit, avant l'application d'une tension électrique, une position initiale qui ratrape les jeux, qui soit soumise par la pression à une précontrainte, et qui soit définie de manière univoque.

Claims

1. Injection valve for fuel injection systems with a nozzle needle (2) arranged in a valve housing (1) and an associated seat, which can at least open and close an injection opening of the injection valve,

- a fuel inlet (10) which is hydraulically connected via a first pressure chamber (8) with a first control surface of the tappet (7) which drives the nozzle needle (2), and via second pressure chamber (11) with a second control surface of the nozzle needle (2),

with the first control surface being larger than the second control surface and the first control surface

which applies pressure to the nozzle needle (2) in the direction of the associated seat and applies pressure to the second control surface of the nozzle needle which lifts the nozzle needle (2) from the seat,

5

- a control device which is hydraulically transmitted via a primary and secondary piston (14, 19) and which controls the nozzle needle (2),

10

characterised in that the control device has piezo-actuator (20), that the piezo-actuator (20) directly drives the primary piston (19) and that the nozzle needle (2) can be directly driven via the tappet (7) and the secondary piston (14).

15

2. Injection valve in accordance with Claim 1, characterised in that the secondary piston (14) is permanently connected to the tappet (7) and pre-loaded against the primary piston (19) by means of a spring (15). 20
3. Injection valve in accordance with Claims 1 and 2, characterised in that the spring (15) pre-loads the secondary piston (14) in the direction of the nozzle needle (2). 25
4. Injection valve in accordance with Claim 1, characterised in that the control surfaces are formed by annular surfaces and one of the annular surfaces of the tappet (7) is somewhat smaller than the other annular surface at the pressure shoulder of the nozzle needle (2), so that a resulting force always remains in the direction of the driving device. 30
5. Injection valve in accordance with Claim 4, characterised in that the resulting force is less than the force exerted by the spring (15), so that the nozzle needle (2) is always pressed against its seat when the control device is inactive. 35
6. Injection valve in accordance with Claim 1, characterised in that the working chamber (28) formed between the primary piston (19) and secondary piston (14) is always filled by a leakage flow of the injection valve. 40
7. Injection valve in accordance with Claim 6, characterised in that clearances are provided between the tappet (7) and the housing (5), between the primary piston (19) and secondary piston (14) and also between the primary piston (19) and the housing (12), which are arranged so that a slight leakage always takes place between them, so that the working chamber (28) is always filled with liquid and in the event of thermal expansion the piezo-actuator has a clearance-compensated, pressure pre-loaded and clearly-defined starting position before an elec- 45

50

55

trical voltage is applied.

