

(19)



(11)

EP 3 055 550 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
28.02.2018 Patentblatt 2018/09

(51) Int Cl.:
F02M 47/02 (2006.01) **F02M 63/00** (2006.01)
F02M 65/00 (2006.01) **F02D 41/20** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14795965.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2014/071809

(22) Anmeldetag: **10.10.2014**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2015/052332 (16.04.2015 Gazette 2015/15)

(54) **EINSPRITZVENTIL UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES EINSPRITZVENTILS**

INJECTION VALVE AND METHOD FOR OPERATING AN INJECTION VALVE

SOUPAPE D'INJECTION ET PROCÉDÉ POUR FAIRE FONCTIONNER UNE SOUPAPE
D'INJECTION

(84) Benannte Vertragsstaaten:

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

(30) Priorität: **11.10.2013 DE 102013220528**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.08.2016 Patentblatt 2016/33

(73) Patentinhaber: **Continental Automotive GmbH
30165 Hannover (DE)**

(72) Erfinder: **LI, Hui
93055 Regensburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A1- 2 320 061	WO-A1-01/63121
DE-A1-102007 006 941	DE-A1-102008 042 136
DE-A1-102008 043 085	DE-B3-102005 025 141
DE-B3-102005 044 389	DE-C1- 10 146 756
US-A- 5 860 597	US-B1- 6 253 736

Bemerkungen:

Die Akte enthält technische Angaben, die nach dem
Eingang der Anmeldung eingereicht wurden und die
nicht in dieser Patentschrift enthalten sind.

EP 3 055 550 B1

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Einspritzventil und ein Verfahren zum Betreiben des Einspritzventils. Ein Einspritzventil ist z.B. in US 5 860 597 offenbart. Wegen immer strengeren gesetzlichen Vorschriften bezüglich zulässiger Schadstoffemissionen von Brennkraftmaschinen ist eine Einspritzgenauigkeit von Einspritzventilen der Brennkraftmaschine von zentraler Bedeutung.

[0002] Die Aufgabe, die der Erfindung zugrunde liegt, ist es ein Einspritzventil und ein Verfahren zum Betreiben des Einspritzventils zu schaffen, die dazu beitragen, dass eine hohe Einspritzgenauigkeit des Einspritzventils erreicht wird.

[0003] Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0004] Gemäß einem ersten Aspekt zeichnet sich die Erfindung aus durch ein Einspritzventil. Das Einspritzventil weist einen Injektorkörper mit einer Ausnehmung mit einem Fluidzulauf und einem Fluidablauf auf. Das Einspritzventil weist einen Nadelkörper auf, der axial beweglich in der Ausnehmung des Injektorkörpers angeordnet ist und der in einer Schließposition des Nadelkörpers einen Fluidfluss durch eine Einspritzöffnung des Injektorkörpers unterbindet und ansonsten frei gibt. Das Einspritzventil weist einen Stellraum auf, der in der Ausnehmung angeordnet ist und der hydraulisch zwischen dem Fluidzulauf und dem Fluidablauf angeordnet ist. Das Einspritzventil weist ein Stellventil auf mit einem Ventilkörper, das in dem Stellraum angeordnet ist und das dazu ausgebildet ist, in einer Schließposition des Ventilkörpers einen Fluidfluss zwischen dem Stellraum und dem Fluidablauf zu unterbinden und ansonsten freizugeben. Das Einspritzventil weist einen Piezoaktor auf, der mechanisch mit dem Stellventil über einen ersten Überträger gekoppelt ist zum Öffnen des Stellventils durch das elektrische Entladen des Piezoaktors, wobei der Piezoaktor zusätzlich mechanisch mit dem Nadelkörper koppelbar ist zum Schließen des Einspritzventils.

[0005] Durch die mechanische Kopplung des Nadelkörpers mit dem Piezoaktor kann mittels des Piezoaktors mechanisches Prellen detektiert werden. Die Zeitpunkte zu denen das mechanische Prellen auftritt, können für eine Regelung des Einspritzventils genutzt werden, um somit eine hohe Einspritzgenauigkeit zu erreichen. Derartige Zeitpunkte sind insbesondere das Erreichen der Schließposition des Nadelkörpers, sowie das Erreichen einer vorgegebenen Öffnungsposition des Nadelkörpers.

[0006] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung ist der Piezoaktor mechanisch mit dem Nadelkörper über einen zweiten Überträger koppelbar, der mit dem Nadelkörper verbunden ist.

[0007] Hierdurch kann besonders gut ein mechanisches Prellen von dem Nadelkörper auf den Piezoaktor übertragen werden.

[0008] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist der Piezoaktor mechanisch mit dem Nadelkörper gekoppelt nach Überwinden eines vorgegebenen Leerhubs zwischen dem zweiten Überträger und dem Piezoaktor.

[0009] Hierdurch wird sichergestellt, dass der Piezoaktor nicht immer mechanisch mit dem Nadelkörper gekoppelt ist, so dass beispielsweise bei dem Erreichen der vorgegebenen Öffnungsposition des Nadelkörpers ein mechanisches Prellen entsteht.

[0010] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist der Piezoaktor mechanisch mit dem Nadelkörper gekoppelt bei Erreichen der Schließposition des Nadelkörpers und bei Erreichen einer vorgegebenen Öffnungsposition des Nadelkörpers.

[0011] Hierdurch kann insbesondere ein mechanisches Prellen bei Erreichen der Schließposition detektiert werden, sowie bei Erreichen der vorgegebenen Öffnungsposition.

[0012] Gemäß einem weiteren Aspekt zeichnet sich die Erfindung aus durch ein Verfahren zum Betreiben des Einspritzventils oder einer vorteilhaften Ausgestaltung des Einspritzventils. Der Piezoaktor wird elektrisch entladen zum Öffnen des Stellventils mittels des ersten Überträgers und hierdurch zum Öffnen des Einspritzventils. Mittels des Piezoaktors wird ein Zeitpunkt eines ersten mechanischen Prellens detektiert, das durch die mechanische Kopplung des Piezoaktors mit dem Nadelkörper bei Erreichen einer vorgegebenen Öffnungsposition des Nadelkörpers auf den Piezoaktor übertragen wird. Abhängig von dem detektierten Zeitpunkt des ersten mechanischen Prellens wird der Piezoaktor elektrisch geladen zum Schließen des Einspritzventils mittels der mechanischen Kopplung des Piezoaktors mit dem Nadelkörper, beispielsweise in einem Folgearbeitszyklus des Einspritzventils oder in demselben Arbeitszyklus des Einspritzventils, in dem das erste mechanische Prellen detektiert wurde.

[0013] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung wird mittels des Piezoaktors ein Zeitpunkt eines weiteren mechanischen Prellens detektiert, das durch die mechanische Kopplung des Piezoaktors mit dem Nadelkörper bei Erreichen der Schließposition des Nadelkörpers auf dem Piezoaktor übertragen wird.

[0014] Durch die mechanische Kopplung des Piezoaktors mit dem Nadelkörper können der Zeitpunkt des ersten mechanischen Prellens und/oder der Zeitpunkt des weiteren mechanischen Prellens detektiert werden. Diese beiden Zeitpunkte oder einer der beiden Zeitpunkte können für die Regelung des Einspritzventils genutzt werden um somit eine hohe Einspritzgenauigkeit zu erreichen.

[0015] Die Erfindung ist im Folgenden anhand der schematischen Zeichnungen näher erläutert.

[0016] Es zeigen:

Figur 1 bis Figur 6 ein Einspritzventil zu verschiedenen Betriebszeitpunkten,

Figur 7 verschiedene Betriebsmodi des Einspritzventils und

5 Figur 8 ein Ablaufdiagramm zum Betreiben des Einspritzventils.

[0017] Elemente gleicher Konstruktion oder Funktion sind figuren-übergreifend mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

10 **[0018]** Die Figuren 1 bis 6 zeigen ein Einspritzventil 1 zu verschiedenen Betriebszeitpunkten. Das Einspritzventil 1 wird anhand der Figur 2 näher erläutert.

[0019] Das Einspritzventil 1 weist einen Injektorkörper 2 auf. Der Injektorkörper 2 weist eine Ausnehmung 3 auf, sowie einen Fluidzulauf 7 und einen Fluidablauf 9.

15 **[0020]** Der Fluidzulauf 7 ist beispielsweise mit einem Kraftstoffhochdruckspeicher, wie beispielsweise einem sogenannten Common-Rail, hydraulisch gekoppelt und wird somit beispielsweise mit einem Kraftstoff unter einem Druck von beispielsweise bis zu 2500 Bar versorgt.

[0021] Der Fluidablauf 9 ist mit einem Niederdruckbereich, wie beispielsweise mit einem Kraftstofftank hydraulisch gekoppelt.

[0022] Das Einspritzventil 1 weist einen Nadelkörper 10 auf, der axial beweglich in der Ausnehmung 3 des Injektorkörpers 2 angeordnet ist.

20 **[0023]** In einer Schließposition des Nadelkörpers 10 sitzt der Nadelkörper 10 auf einem zugehörigen Ventilsitz des Injektorkörpers 2 auf und unterbindet hierdurch einen Fluidfluss durch eine Einspritzöffnung 12 des Injektorkörpers 2. Das Einspritzventil 1 ist somit geschlossen.

25 **[0024]** In einer Öffnungsposition des Nadelkörpers 10 ist der Nadelkörper 10 vorgegeben axial beabstandet von dem zugehörigen Ventilsitz und gibt hierdurch einen Fluidfluss durch die Einspritzöffnung 12 frei. Das Einspritzventil 1 ist somit geöffnet.

[0025] Das Einspritzventil 1 weist einen Steuerraum 15 auf, der in der Ausnehmung 3 angeordnet ist und der hydraulisch zwischen dem Fluidzulauf 7 und dem Fluidablauf 9 angeordnet ist. Hierbei umfasst die Ausnehmung insbesondere den Raum um den Nadelkörper 10, eine hydraulische Verbindungsleitung zum Steuerraum 15 sowie den Steuerraum 15 selbst.

30 **[0026]** Das Einspritzventil 1 weist ein Steuerventil 16 mit einem Ventilkörper 17 auf. Das Steuerventil 16 ist in dem Steuerraum 15 angeordnet.

[0027] In einer Schließposition des Ventilkörpers 17 sitzt der Ventilkörper 17 auf einem zugehörigen Ventilsitz des Injektorkörpers 2 auf, wodurch ein Fluidfluss zwischen dem Steuerraum 15 und dem Fluidablauf 9 unterbunden ist.

35 **[0028]** In einer Öffnungsposition des Ventilkörpers 17 ist der Ventilkörper 17 vorgegeben axial beabstandet von dem zugehörigen Ventilsitz und gibt somit den Fluidfluss zwischen dem Steuerraum 15 und dem Fluidablauf 9 frei.

[0029] Das Einspritzventil 1 weist einen Piezoaktuator 20 auf, der mit dem Steuerventil 16 über einen ersten Übertrager 23 gekoppelt ist zum Öffnen des Steuerventils 16.

40 **[0030]** Der Piezoaktuator 20 ist zusätzlich mechanisch mit dem Nadelkörper 10 mechanisch koppelbar, beispielsweise nach Überwinden eines vorgegebenen Leerhubs L, beispielsweise über einen zweiten Übertrager 24, der mit dem Nadelkörper 10 verbunden ist.

45 **[0031]** Das Einspritzventil 1 kann in verschiedenen Betriebsmodi betrieben werden. Figur 7 zeigt drei Betriebsmodi. Ein erster Betriebsmodus ist eine so genannte full stroke injektion FSI. Hier wird das Einspritzventil 1 eine vorgegebene Zeit geöffnet und anschließend wieder geschlossen. Ein weiterer Betriebsmodus ist eine so genannte part stroke injektion PSI. Hier wird das Einspritzventil 1 nur kurz geöffnet und sofort wieder geschlossen. Ein weiterer Betriebsmodus ist eine so genannte boost injektion BI. Hier wird das Einspritzventil 1 zuerst etwas geöffnet, nach einer vorgegebenen Zeitdauer noch weiter geöffnet und nach einer weiteren vorgegebenen Zeitdauer wieder geschlossen. Die Betriebsmodi werden durch vier Zeitpunkte repräsentiert: Ein Zeitpunkt OPP1, in dem der Öffnungsvorgang des Einspritzventils 1 beginnt; Ein oder mehrere Zeitpunkte OPP2, in dem der Nadelkörper 10 die vorgegebene Öffnungsposition erreicht; Ein Zeitpunkt OPP3, in dem der Schließvorgang des Einspritzventils 1 beginnt; Ein Zeitpunkt OPP4, in dem der Nadelkörper 10 die Schließposition erreicht.

[0032] Figur 8 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Programms zum Betreiben des Einspritzventils 1. Das Programm kann beispielsweise von einer Steuervorrichtung SV abgearbeitet werden.

55 **[0033]** Das Programm wird in einem Schritt S1 gestartet. In dem Schritt S1 befindet sich der Piezoaktuator 20 in einem geladenen Zustand (siehe Figur 1). Die Ausnehmung 3 ist in dem Schritt 1 durch den Fluidzulauf 7 mit Kraftstoff unter hohem Druck gefüllt. Durch ein Kräfteverhältnis, das auf den Ventilkörper 17 des Steuerventils 16 wirkt, befindet sich der Ventilkörper 17 des Steuerventils 16 in der Schließposition. Weiterhin befindet sich durch ein weiteres Kräfteverhältnis der Nadelkörper 10 in der Schließposition.

[0034] In einem Schritt S3 wird der Piezoaktuator 20 elektrisch entladen. Der Beginn des Schritts S3 repräsentiert

den Zeitpunkt OPP1, in dem der Öffnungsvorgang des Einspritzventils 1 beginnt.

[0035] Durch das elektrische Entladen zieht sich der Piezoaktuator 20 zusammen. Hierdurch wird eine Kraft von dem Piezoaktuator 20 über den ersten Mitnehmer 23 auf den Ventilkörper 17 des Steuerventils 16 übertragen, so dass sich das Steuerventil 16 öffnet. Da auf der Seite des Fluidablaufs 9 ein niedrigerer Druck herrscht als in dem Steuerraum 15, strömt Fluid von dem Steuerraum 15 in den Fluidablauf 9. Hierdurch kommt es zu einem Druckgefälle in der Ausnehmung 3. Durch dieses Druckgefälle wirkt eine Kraft auf den Nadelkörper 10, so dass dieser sich von seinem zugehörigen Ventilsitz hebt und somit die Einspritzöffnung 12 frei gibt (siehe Figur 2, Figur 3).

[0036] In einem Schritt S5 wird ein Zeitpunkt eines ersten mechanischen Prellens mittels des Piezoactuators 20 detektiert. Das erste mechanische Prellen entsteht dadurch, dass der zweite Übertrager 24 durch die axiale Bewegung des Nadelkörpers 10 den Leerhub L überwindet und an den Piezoaktuator 20 anstößt. Hierbei erreicht der Nadelkörper 10 die vorgegebene Öffnungsposition (Figur 3). Der Zeitpunkt der Detektion des ersten mechanischen Prellens repräsentiert somit den Zeitpunkt OPP2, in dem der Nadelkörper 10 die vorgegebene Öffnungsposition erreicht.

[0037] Wird das Einspritzventil 1 in dem Betriebsmodus full stroke injection FSI betrieben, so wird das Programm nach einer vorgegebenen Zeitdauer in einem Schritt S7 fortgeführt.

[0038] Wird das Einspritzventil 1 in dem Betriebsmodus part stroke injection PSI betrieben, so wird sofort nach der Detektion des ersten mechanischen Prellens das Programm in dem Schritt S7 fortgeführt.

[0039] Wird das Einspritzventil 1 in dem Betriebsmodus boot injection BI betrieben, so wird das Programm nach einer vorgegebenen Zeitdauer in dem Schritt S3 fortgeführt und nach dem erneuten Erreichen des Schrittes S5 nach einer weiteren vorgegebenen Zeitdauer in dem Schritt S7 fortgeführt.

[0040] In dem Schritt S7 wird abhängig von dem detektierten Zeitpunkt des ersten mechanischen Prellens der Piezoaktuator 20 elektrisch geladen, beispielsweise in einem Folgearbeitszyklus des Einspritzventils 1 oder in demselben Arbeitszyklus des Einspritzventils 1, in dem das erste mechanische Prellen detektiert wurde. Der Beginn des Schritts repräsentiert den Zeitpunkt OPP3, in dem der Schließvorgang des Einspritzventils 1 beginnt.

[0041] Durch das elektrische Laden des Piezoactuators 20 dehnt sich dieser aus und drückt somit mittels der mechanischen Kopplung mit dem Nadelkörper 10 oder mit dem zweiten Übertrager 24 den Nadelkörper 10 in seine Schließposition, wodurch der Fluidfluss durch die Einspritzöffnung 12 wieder unterbunden wird (Siehe Figur 4, Figur 5).

[0042] Weiterhin wird durch das elektrische Laden des Piezoactuators 20 die Kräftebilanz, die auf den Ventilkörper 17 des Steuerventils 16 verändert, so dass sich dieses wieder schließt (Figur 6).

[0043] In einem Schritt S9 wird ein Zeitpunkt eines weiteren mechanischen Prellens mittels des Piezoactuators 20 detektiert. Das weitere mechanische Prellen entsteht durch das Auftreffen des Nadelkörpers 10 auf dem zugehörigen Ventilsitz bei dem Erreichen der Schließposition des Nadelkörpers 10. Dieses weitere mechanische Prellen wird über den Nadelkörper 10 und den zweiten Übertrager 24 auf den Piezoaktuator 20 übertragen. Der Zeitpunkt des weiteren mechanischen Prellens repräsentiert somit den Zeitpunkt OPP4, in dem der Nadelkörper 10 die Schließposition erreicht.

[0044] Abhängig von dem Zeitpunkt des weiteren mechanischen Prellens und/oder dem Zeitpunkt des ersten mechanischen Prellens wird gegebenenfalls nach einer vorgegebenen Zeitdauer das Programm in dem Schritt S3 fortgesetzt und ein weiterer Arbeitszyklus beginnt.

[0045] Da der Zeitpunkt des ersten mechanischen Prellens den Zeitpunkt OPP2 des Erreichens der vorgegebenen Öffnungsposition repräsentiert und da der Zeitpunkt des weiteren mechanischen Prellens den Zeitpunkt OPP4 des Erreichens der Schließposition repräsentiert, kann das Einspritzventil 1 mittels dieser Zeitpunkte in den Betriebsmodi full stroke injection FSI, part stroke injection PSI und der boot injection BI geregelt werden. Hiermit kann insbesondere für diese Betriebsmodi eine sehr hohe Einspritzgenauigkeit erreicht werden.

Patentansprüche

1. Einspritzventil (1) aufweisend

- einen Injektorkörper (2) mit einer Ausnehmung (3) und einem Fluidzulauf (7) und einem Fluidablauf (9),
- einen Nadelkörper (10), der axial beweglich in der Ausnehmung (3) des Injektorkörpers (2) angeordnet ist und der in einer Schließposition des Nadelkörpers (10) einen Fluidfluss durch eine Einspritzöffnung (12) des Injektorkörpers (2) unterbindet und ansonsten frei gibt,
- einen Steuerraum (15) der in der Ausnehmung (3) angeordnet ist und der hydraulisch zwischen dem Fluidzulauf (7) und dem Fluidablauf (9) angeordnet ist,
- ein Steuerventil (16) mit einem Ventilkörper (17), das in dem Steuerraum (15) angeordnet und das dazu ausgebildet ist, in einer Schließposition des Ventilkörpers (17) einen Fluidfluss zwischen dem Steuerraum (15) und dem Fluidablauf (9) zu unterbinden und ansonsten frei zu geben,
- einen Piezoaktuator (20) der mechanisch mit dem Steuerventil (16) über einen ersten Übertrager (23) gekoppelt ist zum Öffnen des Steuerventils (16) durch das elektrische Entladen des Piezoactuators (20), wobei der Pie-

zoakuator (20) zusätzlich mechanisch mit dem Nadelkörper (10) koppelbar ist zum Schließen des Einspritzventils (1).

2. Einspritzventil (1) nach Anspruch 1, wobei der Piezoakuator (20) mechanisch mit dem Nadelkörper (10) über einen zweiten Übertrager (24) koppelbar ist, der mit dem Nadelkörper (10) verbunden ist.

3. Einspritzventil (1) nach Anspruch 2, wobei der Piezoakuator (20) mechanisch mit dem Nadelkörper (10) gekoppelt ist, nach Überwinden eines vorgegebenen Leerhubs (L) zwischen dem zweiten Übertrager (24) und dem Piezoakuator (20).

4. Einspritzventil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Piezoakuator (20) mechanisch mit dem Nadelkörper (10) gekoppelt ist, bei Erreichen der Schließposition des Nadelkörpers (10) und bei Erreichen einer vorgegebenen Öffnungsposition des Nadelkörpers (10).

5. Verfahren zum Betreiben des Einspritzventils (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem

- der Piezoakuator (20) elektrisch entladen wird zum Öffnen des Steuerventils (16) mittels des ersten Übertragers (23) und hierdurch zum Öffnen des Einspritzventils (1),
- ein Zeitpunkt eines ersten mechanischen Prellens mittels des Piezoaktors (20) detektiert wird, das durch die mechanische Kopplung des Piezoaktors (20) mit dem Nadelkörper (10) bei Erreichen einer vorgegebenen Öffnungsposition des Nadelkörpers (10) auf den Piezoakuator (20) übertragen wird,
- abhängig von dem detektierten Zeitpunkt des ersten mechanischen Prellens der Piezoakuator (20) elektrisch geladen wird zum Schließen des Einspritzventils (1) mittels der mechanischen Kopplung des Piezoaktors (20) mit dem Nadelkörper (10).

6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem ein Zeitpunkt eines weiteren mechanischen Prellens mittels des Piezoaktors (20) detektiert wird, das durch die mechanische Kopplung des Piezoaktors (20) mit dem Nadelkörper (10) bei Erreichen der Schließposition des Nadelkörpers (10) auf den Piezoakuator (20) übertragen wird.

Claims

1. Injection valve (1) having

- an injector body (2) with a recess (3) and a fluid inflow (7) and a fluid outflow (9),
- a needle body (10) which is arranged axially movably in the recess (3) of the injector body (2) and suppresses a fluid flow through an injection opening (12) of the injector body (2) in a closed position of the needle body (10) and otherwise releases it,
- a control space (15) which is arranged in the recess (3) and is arranged hydraulically between the fluid inflow (7) and the fluid outflow (9),
- a control valve (16) with a valve body (17), which control valve (16) is arranged in the control space (15) and is configured to suppress a fluid flow between the control space (15) and the fluid outflow (9) in a closed position of the valve body (17) and to otherwise release it,
- a piezoelectric actuator (20) which is coupled mechanically to the control valve (16) via a first transmitter (23) for opening the control valve (16) by the electrical discharge of the piezoelectric actuator (20), it being possible for the piezoelectric actuator (20) to additionally be coupled mechanically to the needle body (10) for closing the injection valve (1).

2. Injection valve (1) according to Claim 1, it being possible for the piezoelectric actuator (20) to be coupled mechanically to the needle body (10) via a second transmitter (24) which is connected to the needle body (10).

3. Injection valve (1) according to Claim 2, the piezoelectric actuator (20) being coupled mechanically to the needle body (10), after a predefined idle stroke (L) between the second transmitter (24) and the piezoelectric actuator (20) has been overcome.

4. Injection valve (1) according to one of the preceding claims, in which the piezoelectric actuator (20) is coupled mechanically to the needle body (10), when the closed position of the needle body (10) is reached and when a predefined open position of the needle body (10) is reached.

5. Method for operating the injection valve (1) according to one of Claims 1 to 4, in which method

- the piezoelectric actuator (20) is discharged electrically for opening the control valve (16) by means of the first transmitter (23) and for opening the injection valve (1) as a result,
- a time of a first mechanical bounce is detected by means of the piezoelectric actuator (20), which bounce is transmitted to the piezoelectric actuator (20) by way of the mechanical coupling of the piezoelectric actuator (20) to the needle body (10) when a predefined open position of the needle body (10) is reached,
- in a manner which is dependent on the detected time of the first mechanical bounce, the piezoelectric actuator (20) is charged electrically for closing the injection valve (1) by means of the mechanical coupling of the piezoelectric actuator (20) to the needle body (10).

6. Method according to Claim 5, in which a time of a further mechanical bounce is detected by means of the piezoelectric actuator (20), which further mechanical bounce is transmitted to the piezoelectric actuator (20) when the closed position of the needle body (10) is reached by way of the mechanical coupling of the piezoelectric actuator (20) to the needle body (10).

Revendications

1. Soupape d'injection (1) présentant

- un corps d'injecteur (2) avec un évidement (3) et une arrivée de fluide (7) et un départ de fluide (9),
- un corps de poiteau (10), qui est agencé de façon mobile axialement dans l'évidement (3) du corps d'injecteur (2) et qui dans une position de fermeture du corps de poiteau (10) empêche un écoulement de fluide à travers un orifice d'injection (12) du corps d'injecteur (2) et qui pour le reste l'autorise,
- une chambre de commande (15) qui est agencée dans l'évidement (3) et qui est disposée hydrauliquement entre l'arrivée de fluide (7) et le départ de fluide (9),
- une soupape de commande (16) avec un corps de soupape (17), qui est agencée dans la chambre de commande (15) et qui est configurée pour empêcher dans une position de fermeture du corps de soupape (17) un écoulement de fluide entre la chambre de commande (15) et le départ de fluide (9) et pour le reste pour l'autoriser,
- un actionneur piézoélectrique (20), qui est couplé mécaniquement à la soupape de commande (16) par un premier élément de transmission (23) pour l'ouverture de la soupape de commande (16) au moyen de la décharge électrique de l'actionneur piézoélectrique (20), dans laquelle l'actionneur piézoélectrique (20) peut en outre être couplé mécaniquement au corps de poiteau (10) pour la fermeture de la soupape d'injection (1).

2. Soupape d'injection (1) selon la revendication 1, dans laquelle l'actionneur piézoélectrique (20) peut être couplé mécaniquement au corps de poiteau (10) par un deuxième élément de transmission (24), qui est relié au corps de poiteau (10).

3. Soupape d'injection (1) selon la revendication 2, dans laquelle l'actionneur piézoélectrique (20) est couplé mécaniquement au corps de poiteau (10), après avoir parcouru une course morte (L) entre le deuxième élément de transmission (24) et l'actionneur piézoélectrique (20).

4. Soupape d'injection (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle l'actionneur piézoélectrique (20) est couplé mécaniquement au corps de poiteau (10), lorsque l'on atteint la position de fermeture du corps de poiteau (10) et lorsque l'on atteint une position d'ouverture prédéterminée du corps de poiteau (10).

5. Procédé pour faire fonctionner une soupape d'injection (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel

- on décharge électriquement l'actionneur piézoélectrique (20) pour ouvrir la soupape de commande (16) au moyen du premier élément de transmission (23) et de cette façon pour ouvrir la soupape d'injection (1),
- on détecte un instant d'un premier rebond mécanique au moyen de l'actionneur piézoélectrique (20), qui est transmis à l'actionneur piézoélectrique (20) par le couplage mécanique de l'actionneur piézoélectrique (20) avec le corps de poiteau (10) lorsque l'on atteint une position d'ouverture prédéterminée du corps de poiteau (10),
- on charge électriquement l'actionneur piézoélectrique (20) en fonction de l'instant détecté du premier rebond

EP 3 055 550 B1

mécanique pour la fermeture de la soupape d'injection (1) au moyen du couplage mécanique de l'actionneur piézoélectrique (20) avec le corps de pointeau (10).

6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel on détecte un instant d'un autre rebond mécanique au moyen de l'actionneur piézoélectrique (20), qui est transmis à l'actionneur piézoélectrique (20) par le couplage mécanique de l'actionneur piézoélectrique (20) avec le corps de pointeau (10) lorsque l'on atteint la position de fermeture du corps de pointeau (10).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

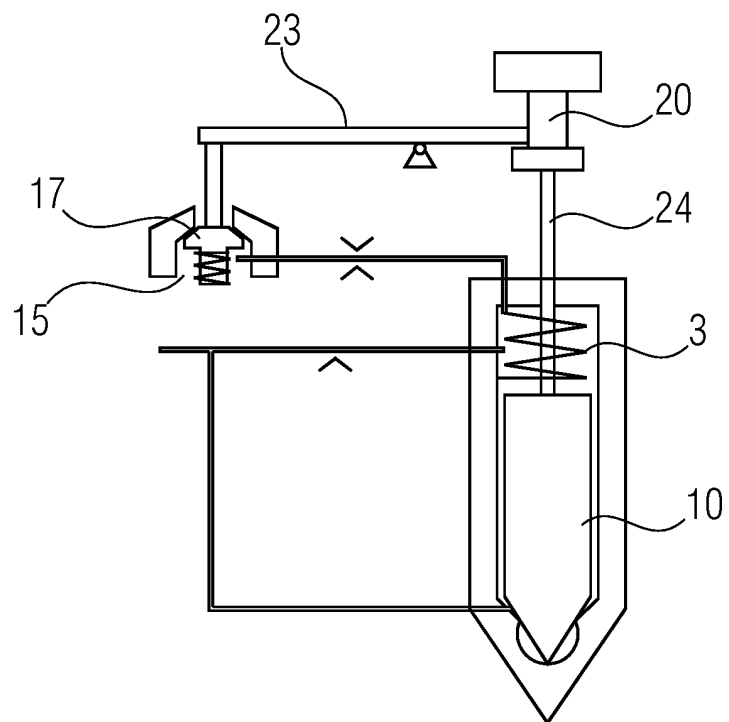


FIG 1

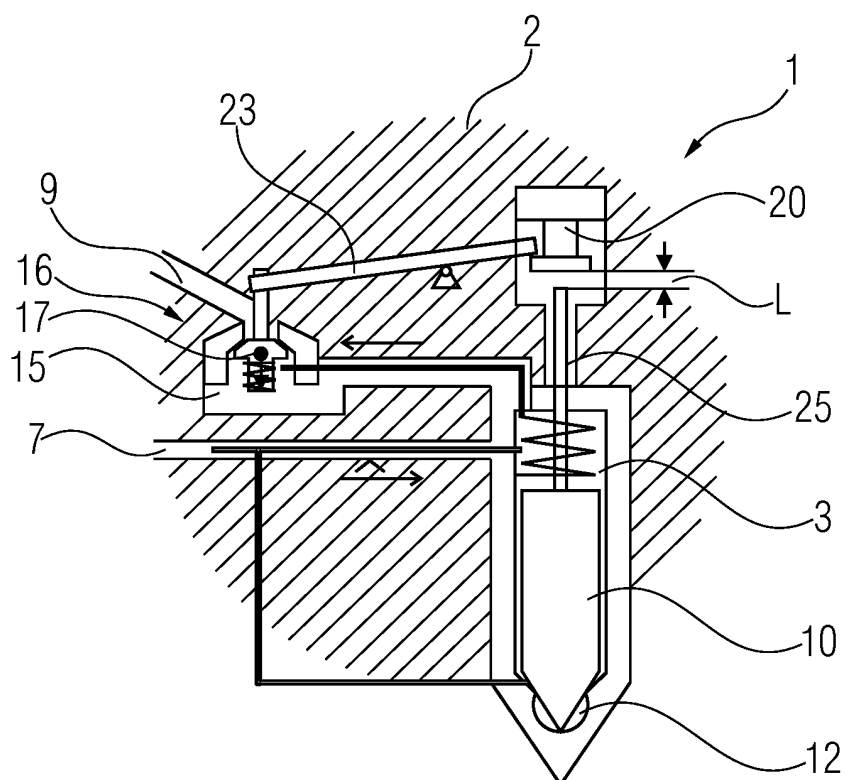


FIG 2

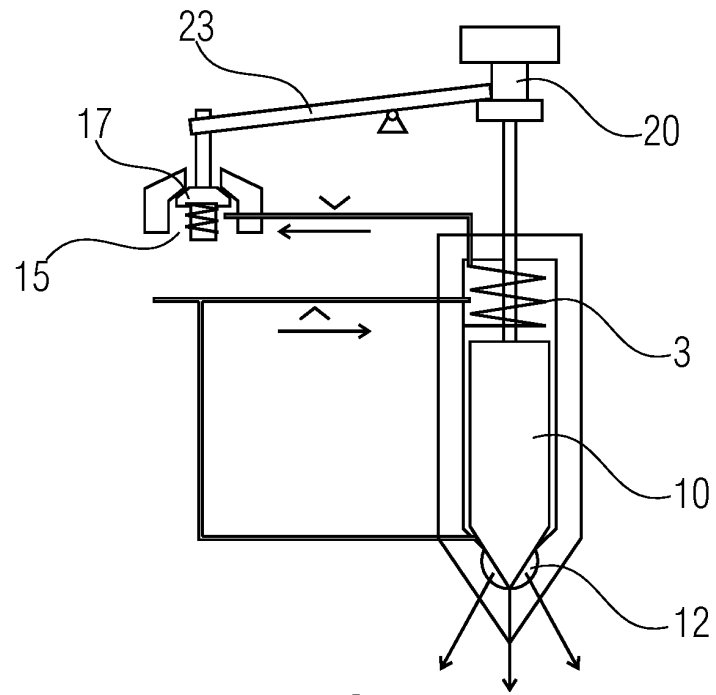


FIG 3

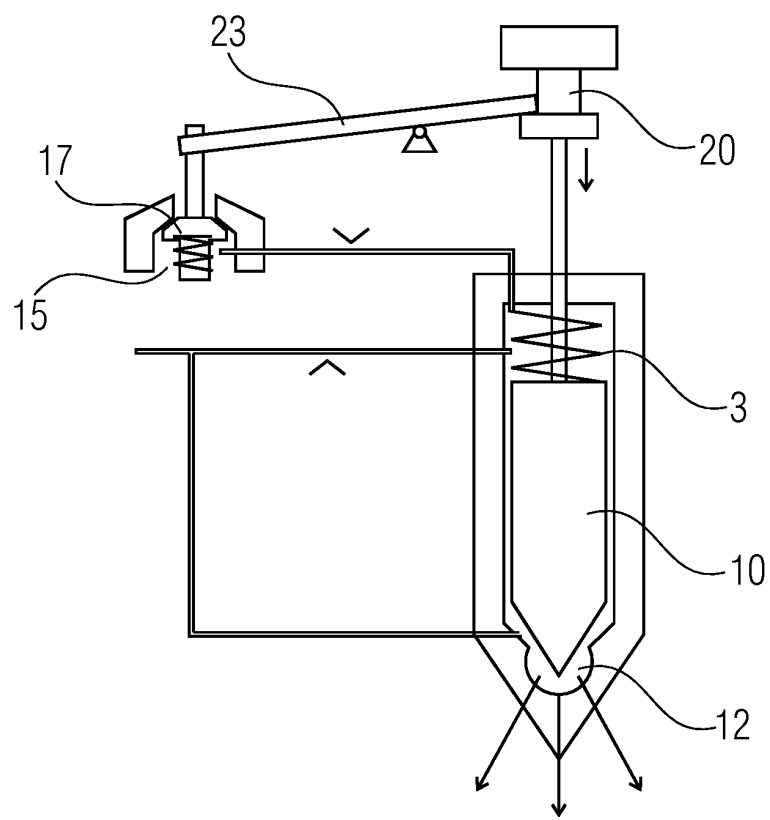


FIG 4

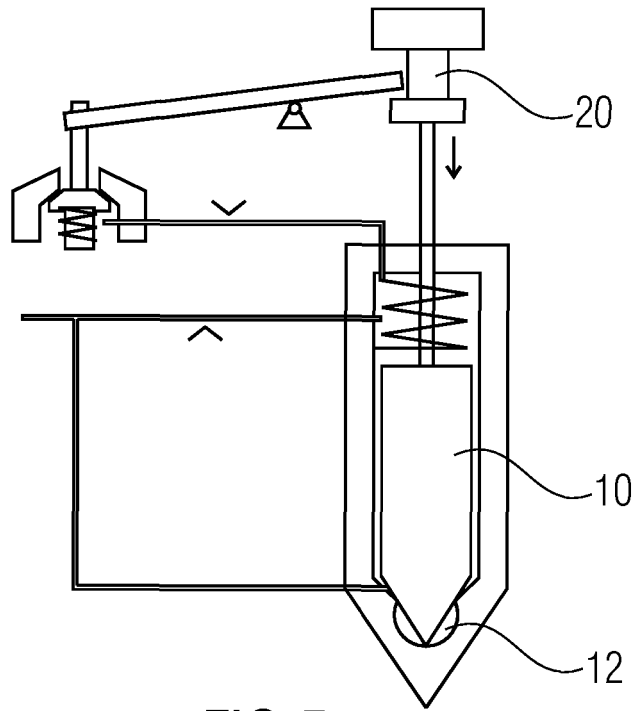


FIG 5

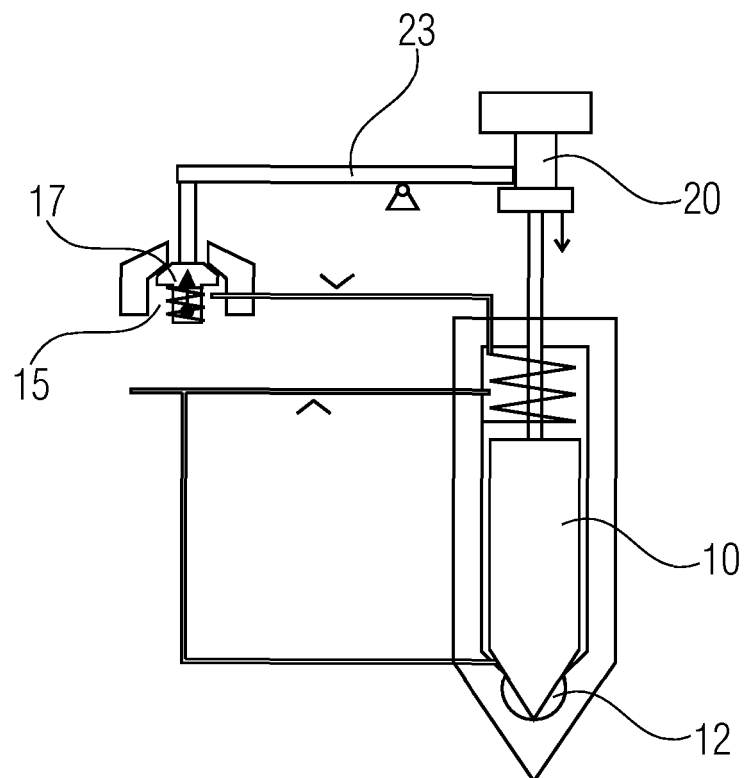


FIG 6

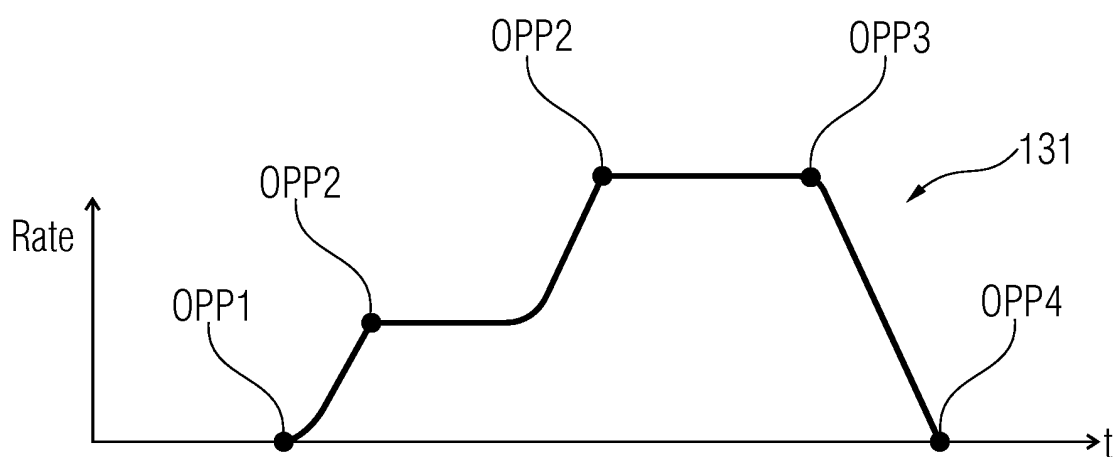
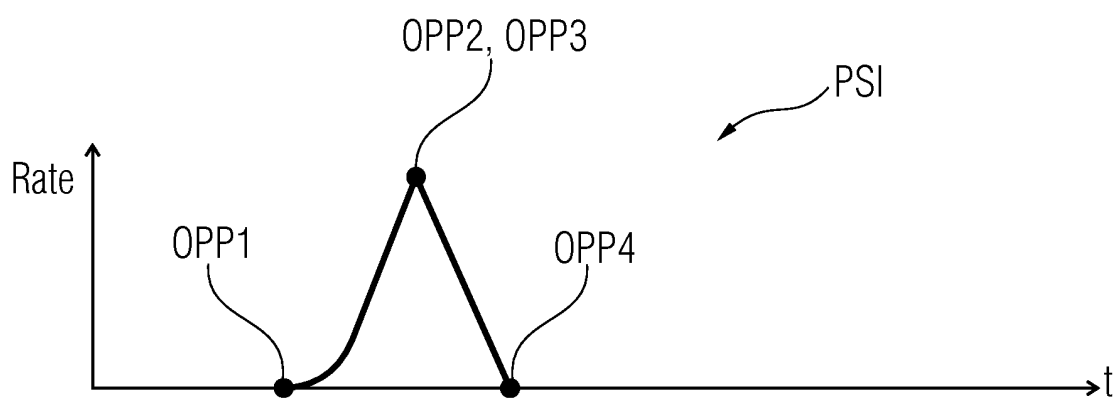
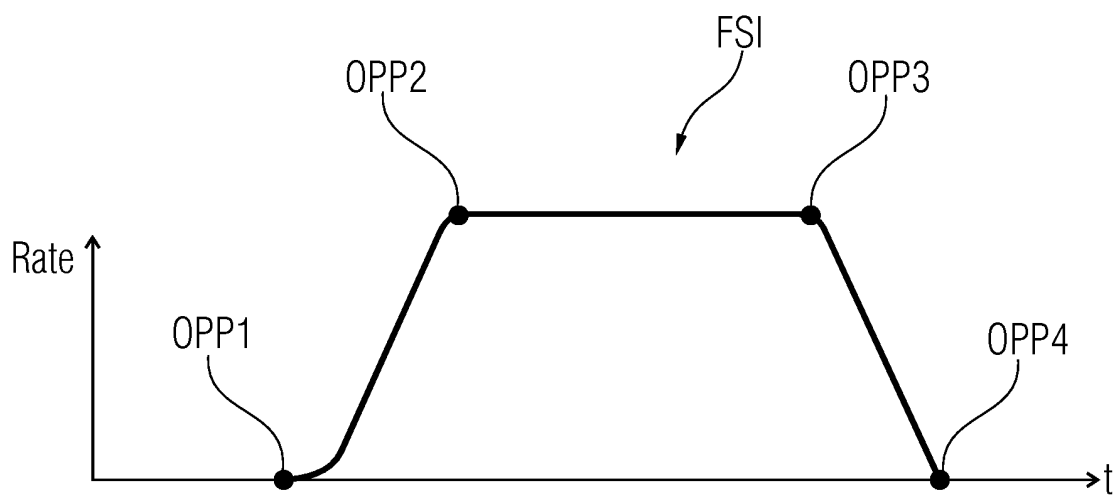


FIG 7

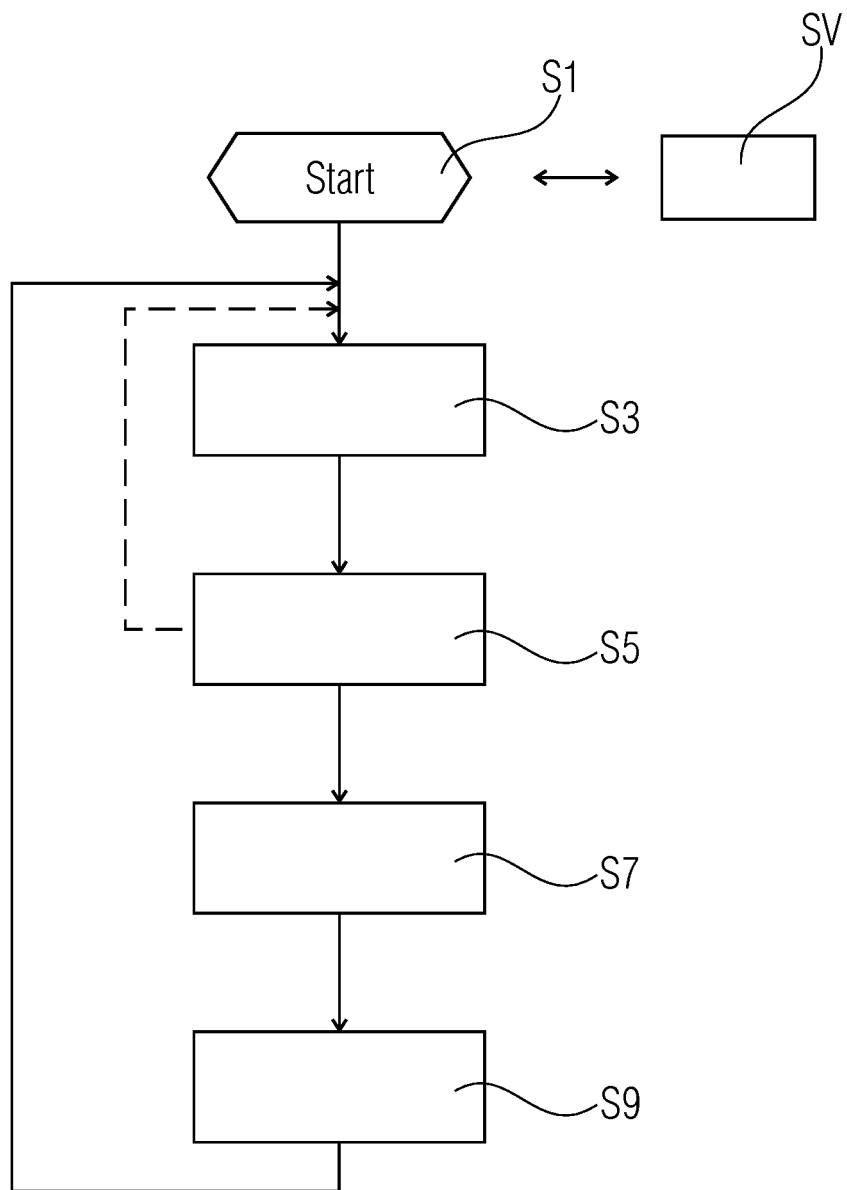


FIG 8

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

- US 5860597 A [0001]