



(11) **EP 2 052 148 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
12.05.2010 Patentblatt 2010/19

(51) Int Cl.:
F02M 47/02 (2006.01) F02M 51/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07730183.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2007/055939

(22) Anmeldetag: **15.06.2007**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2008/017538 (14.02.2008 Gazette 2008/07)

(54) **KRAFTSTOFFINJEKTOR MIT DIREKTER NADELSTEUERUNG UND SERVOVENTIL-
UNTERSTÜTZUNG**

FUEL INJECTOR WITH DIRECT NEEDLE CONTROL AND SERVO VALVE ASSISTANCE

INJECTEUR DE CARBURANT AVEC COMMANDE DIRECTE DU POINTEAU ET SERVOSOUPAPE
D'ASSISTANCE

(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: **07.08.2006 DE 102006036780**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.04.2009 Patentblatt 2009/18

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder: **BOECKING, Friedrich
70499 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 1 531 258 WO-A-96/37698
WO-A-2005/075811 DE-A1- 10 326 259
DE-A1-102004 035 313**

EP 2 052 148 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

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einem Injektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 (WO-A-96/37698).

[0002] Aus DE-A 10 2004 015 744 ist ein Kraftstoffinjektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine bekannt, der ein Injektorgehäuse aufweist, das einen Kraftstoffzulauf aufweist, der mit einer zentralen Kraftstoffhochdruckquelle außerhalb des Injektorgehäuses und mit einem Druckraum innerhalb des Injektorgehäuses in Verbindung steht, aus dem in Abhängigkeit von der Stellung eines Steuerventils mit Hochdruck beaufschlagter Kraftstoff eingespritzt wird. Das Steuerventil wird mittels eines Piezoaktors betätigt. Um einen ausreichend großen Hubweg für das Steuerventil zu erzielen, ist zwischen dem Steuerventil und dem Piezoaktor ein Kopplungsraum ausgebildet. Dieser wirkt als hydraulischer Übersetzer auf den Ventilkolben des Steuerventils.

[0003] Nachteil der aus dem Stand der Technik bekannten Kraftstoffinjektoren, die mit einem Piezoaktor betätigt werden, ist, dass der Piezoaktor sehr lang sein muss, um einen ausreichend großen Weg des Ventilkolbens des Steuerventils zu erzielen. Dies führt zu einer großen Baulänge des Kraftstoffinjektors.

Offenbarung der Erfindung

Vorteile der Erfindung

[0004] Ein erfindungsgemäß ausgebildeter Injektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine wird mittels eines Aktors betätigt und ist mit einem Kraftstoffzulauf verbunden, über den unter Systemdruck stehender Kraftstoff zugeführt wird. Bei dem Injektor ist mindestens eine Einspritzöffnung durch ein Einspritzventilglied freigebbar oder verschließbar, wobei das Einspritzventilglied mittels eines Steuerkolbens über einen Stellerraum angesteuert wird, dem der Steuerkolben und ein Kolbenabschnitt des Einspritzventilglieds mit jeweiligen Druckflächen ausgesetzt ist. Der Steuerkolben ist gleichzeitig ein Ventilkolben eines Steuerventils. Der Ventilkolben und der Kolbenabschnitt des Einspritzventilglieds umschließen einen weiteren Stellerraum, der bei geöffnetem Steuerventil mit einem Kraftstoffrücklauf und bei geschlossenem Steuerventil mit dem Kraftstoffzulauf verbunden ist. In einer ersten Öffnungsphase des Einspritzventilglieds wirkt der Steuerkolben über den ersten Stellerraum nach dem Prinzip einer direkten Ansteuerung auf das Einspritzventilglied. Eine weitere Öffnungsphase des Einspritzventilglieds setzt ein, wenn der Steuerkolben als Ventilkolben eines Servo-Ventils wirkt und den weiteren Stellerraum ansteuert. Das Wesen der Erfindung liegt in

einer Kombination von direkter Ansteuerung und Servo-Ansteuerung des Einspritzventilglieds, wobei die Öffnung des Einspritzventilglieds erfolgt, wenn der Aktor den Steuerkolben in Richtung der Einspritzöffnungen bewegt. Vorteil des erfindungsgemäß ausgebildeten Injektors ist, dass durch die Ausgestaltung des Steuerkolbens als Ventilkolben für das Steuerventil kein zusätzliches Steuerventil im Injektor ausgebildet sein muss, um den Betrieb des Injektors zu ermöglichen. Aus diesem Grund kann die Baugröße des Injektors reduziert werden. Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäß ausgebildeten Injektors ist, dass der Hub des Aktors so übersetzt wird, dass bereits ein kurzer Aktor ausreichend ist, um einen ausreichend großen Hub des Einspritzventilglieds zu erzeugen. Hierdurch ist es möglich, die Bauhöhe des Injektors zu reduzieren. Zudem wird durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Injektors die Öffnungsgeschwindigkeit des Einspritzventilglieds zu Beginn des Öffnungsvorganges im Vergleich zu den aus dem Stand der Technik bekannten Kraftstoffinjektoren erhöht.

[0005] Damit der Ventilkolben und das Einspritzventilglied den weiteren Stellerraum umschließen, ist in einer ersten Ausführungsform am Steuerkolben ein ringförmiger Abschnitt ausgebildet, in dem der Kolbenabschnitt des Einspritzventilglieds geführt ist. Der weitere Stellerraum wird dabei durch das Einspritzventilglied und den ringförmigen Abschnitt begrenzt.

[0006] In einer zweiten Ausführungsform ist der ringförmige Abschnitt am Kolbenabschnitt des Einspritzventilglieds ausgebildet. Im ringförmigen Abschnitt ist der Steuerkolben geführt und der weitere Stellerraum wird durch den Steuerkolben und den ringförmigen Abschnitt begrenzt.

[0007] Um den Hub des Steuerkolbens gegenüber dem Aktorhub weiter zu vergrößern, ist in einer weiteren Ausführungsform der Aktor mit einem Übersetzerkolben verbunden, wobei der Übersetzerkolben mit einer Stirnfläche einen Übersetzerraum begrenzt, der auf der gegenüberliegenden Seite durch eine obere Stirnfläche des Steuerkolbens begrenzt wird. Das Verhältnis der Hübe von Übersetzerkolben und Steuerkolben ist dabei proportional zum Verhältnis der Durchmesser. Je größer der Durchmesser des Übersetzerkolbens im Vergleich zum Durchmesser der den Stellerraum begrenzenden Stirnfläche des Steuerkolbens ist, umso größer ist der Hub des Steuerkolbens im Vergleich zum Hub des Übersetzerkolbens.

[0008] Um einen ausreichend großen Hub des Einspritzventilglieds zu ermöglichen und damit eine ausreichend große Menge an Kraftstoff in den Brennraum der Verbrennungskraftmaschine einspritzen zu können, ist der Stellerraum, der durch das Einspritzventilglied und den Steuerkolben begrenzt wird, durch einen Verbindungskanal mit einem Ventilaum verbunden, der den Steuerkolben umschließt. Der Ventilaum ist dabei ein Ventilaum des Steuerventils. Sobald das Steuerventil öffnet, ist der Ventilaum, der den Steuerkolben umschließt, mit einem Kraftstoffrücklauf verbunden. Hier-

durch wird der weitere Steuerraum bei geöffnetem Steuerventil druckentlastet. Das Einspritzventilglied kann einen größeren Weg zurücklegen.

[0009] In einer bevorzugten Ausführungsform ist in dem Verbindungskanal, durch den der Steuerraum, der durch das Einspritzventilglied und den Steuerkolben begrenzt wird, mit dem Ventilraum verbunden ist, ein Drossелеlement aufgenommen. Durch das Drossелеlement wird die Druckentlastung bzw. Druckbelastung des Steuerraumes gedämpft. Hierdurch wird ein Rückschlagen des Einspritzventilgliedes vermieden. Zudem wirkt das Drossелеlement im Verbindungskanal als Toleranzbegrenzer.

[0010] Um den weiteren Steuerraum bei geschlossenem Steuerventil mit unter Systemdruck stehendem Kraftstoff befüllen zu können, ist der Ventilraum des Steuerventils, der mit dem weiteren Steuerraum über den Verbindungskanal verbunden ist, mittels eines Drossелеlementes mit dem Kraftstoffzulauf verbunden.

[0011] Bei einer Ausführungsform des Kraftstoffinjektors, bei der das Einspritzventilglied in einem ringförmigen Abschnitt im Steuerkolben geführt ist, begrenzen eine untere Stirnfläche am ringförmigen Abschnitt des Steuerkolbens und eine Schulter am Kolbenabschnitt des Einspritzventilgliedes den Steuerraum. Hierdurch wird bei einer Bewegung des Steuerkolbens in den Steuerraum hinein das Einspritzventilglied aus diesem herausgeschoben. Diese Ausgestaltung führt dazu, dass bei bestromtem Aktor, das heißt bei sich ausgedehntem Aktor, der Steuerkolben in den Steuerraum hineinbewegt wird und sich das Einspritzventilglied durch diese Bewegung des Steuerkolbens aus dem Steuerraum herausbewegt und damit aus seinem Sitz hebt und die mindestens eine Einspritzöffnung freigibt. Durch das Verhältnis der Größe der Stirnfläche am ringförmigen Abschnitt des Steuerkolbens und der Fläche der Schulter, die den Steuerraum begrenzen, lässt sich der Hub des Einspritzventilgliedes in Abhängigkeit vom Hub des Steuerkolbens einstellen. Je kleiner die Fläche der Schulter im Vergleich zur Fläche der Stirnfläche am ringförmigen Abschnitt des Steuerkolbens ist, umso größer ist der Hub des Einspritzventilgliedes im Vergleich zum Hub des Steuerkolbens.

[0012] Bei einer weiteren Ausführungsform des Kraftstoffinjektors, bei der der Kolbenabschnitt des Einspritzventilgliedes einen ringförmigen Abschnitt aufweist, in dem der Steuerkolben geführt ist, begrenzen eine Stirnfläche am ringförmigen Abschnitt des Kolbenabschnitts des Einspritzventilgliedes und eine Schulter am Steuerkolben den Steuerraum. Die Funktion ist hierbei die gleiche wie bei der Ausführungsform, bei der der ringförmige Abschnitt am Steuerkolben ausgeführt ist, und ein Einspritzventilglied in diesem ringförmigen Abschnitt am Steuerkolben geführt ist. Auch hier ist die Übersetzung der Bewegung des Einspritzventilgliedes im Vergleich zum Steuerkolben abhängig von der Querschnittsfläche der Stirnfläche des Kolbenabschnitts des Einspritzventilgliedes und der Fläche der Schulter, die den Steuerraum begrenzen.

[0013] Um den Steuerkolben mit Hilfe des Aktors, vorzugsweise ein Piezoaktor, betätigen zu können, ist der Steuerkolben in einer Ausführungsförm direkt mit dem Aktor verbunden.

[0014] Um Hubunterschiede auszugleichen, die aufgrund der Wärmeausdehnung des Aktors entstehen können, ist der Aktor vorzugsweise in einem Gehäuse aufgenommen, das aus einem Material gefertigt ist, dessen Wärmeausdehnungskoeffizient dem des Aktors entspricht. Aufgrund des nahezu gleichen Wärmeausdehnungskoeffizienten ist das Gehäuse, in dem der Aktor aufgenommen ist, vorzugsweise aus Invar gefertigt, wenn der Aktor ein Piezoaktor ist.

[0015] Um einen eventuell auftretenden Restfehler im Wärmeausdehnungskoeffizienten zwischen Aktor und Gehäuse zu kompensieren, ist in einer bevorzugten Ausführungsform zwischen dem Aktor und dem Gehäuse ein Ausgleichselement aufgenommen. Das Ausgleichselement ist zum Beispiel aus Aluminium oder Aluminiumlegierungen gefertigt.

[0016] Die Ausführungsform, bei der das Gehäuse aus einem Material gefertigt ist, dessen Wärmeausdehnungskoeffizient dem des Aktors entspricht und bei dem zwischen dem Gehäusen und dem Aktor ein Ausgleichselement aufgenommen ist, durch welches ein Restfehler des Wärmeausdehnungskoeffizienten zwischen Aktor und Gehäuse kompensiert wird, ist insbesondere dann bevorzugt, wenn der Steuerkolben direkt mit dem Aktor verbunden ist. Dies ist deshalb erforderlich, um ein sauberes Schließen des Steuerventils zu gewährleisten. Ein gegebenenfalls auftretender Restfehler im Hub zur Erzeugung der Dichtheit am Steuerventil kann zum Beispiel elektrisch kompensiert werden. Hierzu ist es möglich, den Aktor zum Beispiel bipolar zu betreiben.

[0017] Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0018] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0019] Es zeigen

- Figur 1 einen erfindungsgemäß ausgebildeten Kraftstoffinjektor in einer ersten Ausführungsform,
- Figur 2 einen erfindungsgemäß ausgebildeten Kraftstoffinjektor in einer zweiten Ausführungsform,
- Figur 3 einen erfindungsgemäß ausgebildeten Kraftstoffinjektor in einer dritten Ausführungsform.

Ausführungsformen der Erfindung

[0020] In Figur 1 ist ein erfindungsgemäß ausgebildeter Kraftstoffinjektor in einer ersten Ausführungsform dargestellt.

[0021] Ein Kraftstoffinjektor 1 umfasst ein Einspritzventilglied 3, welches in einer Führung 5 in einem unterem Gehäuseteil 7 geführt ist. Am Einspritzventilglied 3 ist eine Dichtkante 9 ausgebildet, welche bei geschlossener Einspritzöffnung 11 in einem Sitz 13 steht. Neben

der hier dargestellten Ausführungsform, bei der der Kraftstoffinjektor 1 eine Einspritzöffnung 11 aufweist, ist es auch möglich, dass mehr als eine Einspritzöffnung 11 vorgesehen ist.

[0022] Das Einspritzventilglied 3 ist von einem Düsenraum 15 umschlossen. Der Düsenraum 15 ist über einen Zulaufkanal 17 mit einem Kraftstoffzulauf 19 verbunden. Der Kraftstoffzulauf 19 ist wiederum mit einem hier nicht dargestellten Hochdruckspeicher eines Common-Rail-Systems verbunden.

[0023] An seinem der Einspritzöffnung 11 abgewandten Ende weist das Einspritzventilglied 3 einen Kolbenabschnitt auf, der in einem ringförmigen Abschnitt 21 eines Steuerkolbens 23 geführt ist. Am ringförmigen Abschnitt 21 ist eine Stirnfläche 57 ausgebildet, die als Druckfläche einem Steuerraum 59 ausgesetzt ist. Am Kolbenabschnitt des Einspritzventilglieds 3 ist eine Schulter 61 ausgebildet, die als weitere Druckfläche ebenfalls dem Steuerraum 59 auf der gleichen Seite begrenzt wie die Stirnfläche 57 des ringförmigen Abschnittes 21. Dies führt dazu, dass das Einspritzventilglied 3 bei einer Bewegung des Steuerkolbens 23 in die entgegengesetzte Richtung bewegt wird, so dass eine Hubumkehr des Aktorhubs bezogen auf den Hub des Einspritzventilglieds 3 entsteht. Durch den ringförmigen Abschnitt 21 und eine obere Stirnfläche 25 des Einspritzventilglieds 3 wird ein weiterer Steuerraum 27 umschlossen. Im weiteren Steuerraum 27 ist ein Federelement 29 aufgenommen, welches vorzugsweise eine als Druckfeder ausgebildete Spiralfeder ist.

[0024] Der Steuerkolben 23 fungiert gleichzeitig als Ventilkolben eines Steuerventils 31. Hierzu ist am Steuerkolben 23 eine Dichtkante 33 ausgebildet. Bei geschlossenem Steuerventil 31 steht die Dichtkante 33 in einem Sitz 35 des Steuerventils 31. Der Steuerkolben 23 wird auf der dem Einspritzventilglied 3 zuweisenden Seite von einem Ventilraum 37 umschlossen.

[0025] Im ringförmigen Abschnitt 21 des Steuerkolbens 23 ist ein Verbindungskanal 39 ausgebildet, durch welchen der Ventilraum 37 mit dem weiteren Steuerraum 27 verbunden ist. Weiterhin mündet in den Ventilraum 37 ein Drosselelement 41, welches den Ventilraum 37 mit dem Zulaufkanal 17 verbindet. Hierdurch wird bei geschlossenem Steuerventil 31 der Steuerraum 27 über das Drosselelement 41, den Ventilraum 37 und den Verbindungskanal 39 mit unter Systemdruck stehendem Kraftstoff befüllt.

[0026] Am Steuerkolben 23 ist ein tellerförmiger Abschnitt 43 ausgebildet, der mit einem Aktor 45, vorzugsweise mit einem Piezoaktor, verbunden ist. Anstelle eines Piezoaktors ist auch jeder andere dem Fachmann bekannte Aktor einsetzbar, der sich bei Bestromung ausdehnt und bei Beendigung der Bestromung zusammenzieht.

[0027] Auf der dem Steuerkolben 23 gegenüberliegenden Seite ist der Aktor mit einer Scheibe 47 verbunden. Zur Erzielung der notwendigen Vorspannung ist der Aktor von einem Federelement 49 umschlossen. Das Fe-

derelement 49 ist vorzugsweise eine als Zugfeder ausgebildete Rohrfeder.

[0028] Um Fehlfunktionen zu vermeiden, die aufgrund der Wärmeausdehnung des Aktors 45 auftreten können, ist der Aktor 45 in einem Gehäuse 51 aufgenommen, welches aus einem Material gefertigt ist, das einen im Wesentlichen gleichen Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist wie der Aktor 45. Wenn der Aktor 45 ein Piezoaktor ist, ist das Gehäuse 51 vorzugsweise aus Invar gefertigt. Zum Ausgleich eines eventuell auftretenden Restfehlers aufgrund der unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten ist in der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform zwischen der Scheibe 47, die mit dem Aktor 45 verbunden ist, und dem Gehäuse 51 ein Ausgleichselement 53 aufgenommen. Das Ausgleichselement 53 ist zum Beispiel aus Aluminium gefertigt.

[0029] Durch das Gehäuse 51 wird ein Aktorraum 55 ausgebildet, der bei Betrieb des Kraftstoffjektors 1 mit Kraftstoff befüllt ist. Hierdurch wird der Aktor 45 von Kraftstoff umspült. Aufgrund der guten Wärmeleitfähigkeit des Kraftstoffs wird die Wärme, die im Betrieb vom Aktor 45 erzeugt wird, an das Gehäuse 51 übertragen. Somit dient der Kraftstoff, mit dem der Aktor 45 umspült wird, gleichzeitig zur Kühlung des Aktors 45.

[0030] Um den Einspritzvorgang zu starten, wird der Aktor 45 bestromt. Hierdurch dehnt sich der Aktor 45 aus. Durch das Ausdehnen des Aktors 45 wird der Steuerkolben 23 in Richtung des Einspritzventilglieds 3 bewegt. Durch die Bewegung des Steuerkolbens 23 erhöht sich der Druck im Steuerraum 59. Die dadurch zunehmende Druckkraft wirkt auf die Schulter 61 am Kolbenabschnitt des Einspritzventilglieds 3, die des Einspritzventilglied 3 in entgegengesetzte Richtung zum Aktorhub bewegt und das Einspritzventilglied 3 aus seinem Sitz 13 hebt und dadurch die mindestens eine Einspritzöffnung 11 freigibt. In dieser Öffnungsphase des Einspritzventilglieds 3 wirkt der Steuerkolben 23 über den Steuerraum 59 direkt auf das Einspritzventilglied 3. Gleichzeitig hebt sich durch die Bewegung des Steuerkolbens 23 die Dichtkante 33 des Steuerventils 31 aus ihrem Sitz 35 und gibt so eine Verbindung vom Ventilraum 37 in einen Kraftstoffrücklauf 63 frei. Hierdurch fällt der Druck im Ventilraum 37 auf den Rücklaufdruck. Aufgrund des gesunkenen Druckes im Ventilraum 37 strömt Kraftstoff aus dem weiteren Steuerraum 27 über den Verbindungskanal 39 in den Ventilraum 37 und von dort weiter in den Kraftstoffrücklauf 63. Der Druck im weiteren Steuerraum 27 nimmt ab. In dieser weiteren Öffnungsphase des Einspritzventilglieds 3 wirkt der Steuerkolben 23 als Ventilkolben eines Servo-Ventils und steuert den weiteren Steuerraum 27 an. Durch den abnehmenden Druck im Steuerraum 27 wird die Bewegung des Einspritzventilglieds 3 erleichtert. Ein schnelles Öffnen des Einspritzventilglieds 3 mit einem übersetzten Aktorhub wird dadurch erzielt.

[0031] Um den Einspritzvorgang wieder zu beenden, wird die Bestromung des Aktors 45 beendet. Der Aktor 45 zieht sich zusammen und bewegt dadurch den Steuerkolben 23 in Richtung des Aktors 45. Durch diese Be-

wegung hebt sich die Stirnfläche 57 aus dem Steuerraum 59 und vergrößert so dessen Volumen. Der Druck im Steuerraum 59 nimmt ab. Dies führt dazu, dass eine geringere Druckkraft auf die Schulter 61 am Einspritzventilglied 3 wirkt. Sobald die Druckkraft, die auf die Schulter 61 des Einspritzventilgliedes 3 wirkt, kleiner ist als die Druckkraft, die auf die obere Stirnfläche 25 des Einspritzventilgliedes 3 wirkt, bewegt sich das Einspritzventilglied 3 in seinen Sitz 13 und verschließt hierdurch die Einspritzöffnung 11. Unterstützt wird die Bewegung des Einspritzventilgliedes 3 dadurch, dass durch die Bewegung des Steuerkolbens 23 die Dichtkante 33 in ihren Sitz 35 gestellt wird und so das Steuerventil 31 geschlossen wird. Sobald das Steuerventil 31 geschlossen ist, kann unter Systemdruck stehender Kraftstoff aus dem Zulaufkanal 17 über das Drosselelement 41, den Ventilraum 37 und den Verbindungskanal 39 in den weiteren Steuerraum 27 strömen. Der Druck im weiteren Steuerraum 27 steigt auf Systemdruck an. Hierdurch wirkt eine weiter vergrößerte Druckkraft auf die obere Stirnfläche 25 des Einspritzventilgliedes 3. Die Bewegung des Einspritzventilgliedes 3 wird beschleunigt.

[0032] Damit das Steuerventil 31 dicht schließt, damit bei geschlossenem Steuerventil 31 kein Kraftstoff aus dem Ventilraum 37 in den Kraftstoffrücklauf 63 strömen kann, ist es notwendig, dass gegebenenfalls auftretende Längenänderungen des Aktors aufgrund von zunehmender Temperatur kompensiert werden. Dies erfolgt zum einen dadurch, dass das Gehäuse 51 aus einem Material gefertigt ist, welches in etwa den gleichen Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist wie der Aktor 45. Unterschiede in den Wärmeausdehnungskoeffizienten von Aktor 45 und Gehäuse 51 werden zum Beispiel durch das Ausgleichselement 53 kompensiert. Sollte trotzdem ein Restfehler im Hub auftreten, durch welchen das Steuerventil 31 nicht dicht schließt, ist es möglich, diesen Fehler elektrisch zu kompensieren. Hierzu wird der Aktor zum Beispiel bipolar betrieben. Hierzu ist es jedoch notwendig, einen bipolaren Piezoaktor einzusetzen. Vorteil des bipolaren Piezoaktors ist, dass sich dieser bei Spannungsumkehr zusammenzieht. Somit ist es möglich, wenn das Steuerventil 31 aufgrund der Wärmeausdehnung des Aktors 45 nicht schließt, eine negative Spannung am Aktor 45 anzulegen und so ein Zusammenziehen des Aktors 45 herbeizuführen. Hierdurch wird der Steuerkolben 23 weiter in Richtung des Aktors 45 bewegt und die Dichtkante 33 in ihren Sitz 35 gestellt.

[0033] In Figur 2 ist ein erfindungsgemäß ausgebildeter Kraftstoffinjektor in einer zweiten Ausführungsform dargestellt.

[0034] Der in Figur 2 dargestellte Kraftstoffinjektor unterscheidet sich von dem in Figur 1 dargestellten Kraftstoffinjektor dadurch, dass der Steuerkolben 23 nicht mit dem Aktor 45 verbunden ist, sondern mit einer oberen Stirnfläche 65 einen Übersetzerraum 67 begrenzt. An der der oberen Stirnfläche 65 gegenüberliegenden Seite ist der Übersetzerraum 67 von einer Stirnfläche 69 eines Übersetzerkolbens 71 begrenzt. Am Übersetzerkolben

71 ist eine tellerförmige Erweiterung 73 ausgebildet, die mit dem Aktor 45 verbunden ist.

[0035] Da der Steuerkolben 23 nicht direkt mit dem Aktor 45 verbunden ist, sondern eine hydraulische Übertragung der Bewegung des Aktors 45 auf den Steuerkolben 23 erfolgt, ist es bei der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform nicht notwendig, durch Vorsehen eines Gehäuses 51 aus einem Material, welches einen Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist, welcher dem des Aktors 45 entspricht, einen aufgrund von Wärmeausdehnung auftretenden Hubfehler auszugleichen. Der Ausgleich des Hubfehlers erfolgt durch den Übersetzerraum 67. Gleichzeitig ist es möglich, durch den Übersetzerraum 67 den Hub des Aktors 45 auf den Hub des Steuerkolbens 23 zu übersetzen. Das Übersetzungsverhältnis ist dabei abhängig vom Durchmesser d_1 des Übersetzerkolbens 71 und dem Durchmesser d_2 des Steuerkolbens 23. Sobald der Durchmesser d_1 des Übersetzerkolbens 71 größer ist als der Durchmesser d_2 des Steuerkolbens 23, ist der Hub des Steuerkolbens 23 größer als der Hub des Übersetzerkolbens 71. Hierdurch ist es möglich, die Bauhöhe des Aktors 45 zu reduzieren, da ein kleinerer Hub des Aktors 45 erforderlich ist.

[0036] Der Betrieb des Kraftstoffinjektors mit der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform unterscheidet sich von der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform dadurch, dass bei Stromzufuhr zum Aktor 45 sich der Aktor 45 ausdehnt und dadurch der Übersetzerkolben 71 mit der Stirnfläche 69 in den Übersetzerraum 67 bewegt wird. Hierdurch nimmt das Volumen im Übersetzerraum 67 ab. Der Druck im Übersetzerraum 67 steigt an. Aufgrund des ansteigenden Druckes wirkt eine erhöhte Druckkraft auf die obere Stirnfläche 65 des Steuerkolbens 23. Aufgrund dieser erhöhten Druckkraft auf die obere Stirnfläche 65 des Steuerkolbens 23 wird der Steuerkolben 23 in Richtung des Einspritzventilgliedes 3 bewegt. Durch die Bewegung des Steuerkolbens 23 wird die Dichtkante 33 aus ihrem Sitz 35 gehoben und das Steuerventil 31 öffnet sich. Gleichzeitig wird die Stirnfläche 67 des ringförmigen Abschnittes 21 in den Steuerraum 59 bewegt, wodurch sich das Volumen im zweiten Steuerraum 59 verringert und dadurch eine größere Druckkraft auf die Schulter 61 am Einspritzventilglied 3 wirkt. Das Einspritzventilglied 3 wird aus seinem Sitz gehoben. Durch das Öffnen des Steuerventils 31 wird der Druck im weiteren Steuerraum 27 verringert, da Kraftstoff aus dem Steuerraum 27 über den Verbindungskanal 39 und den Ventilraum 37 in den Kraftstoffrücklauf 63 strömen kann. Aufgrund des abfallenden Druckes im Steuerraum 27 ist ein schnelles Öffnen des Einspritzventilgliedes 3 und damit ein schnelles Freigeben der mindestens einer Einspritzöffnung 11 möglich.

[0037] Um den Einspritzvorgang zu beenden, wird die Bestromung des Aktors 45 aufgehoben. Der Aktor 45 zieht sich zusammen. Hierdurch wird der Übersetzerkolben 71 mit der Stirnfläche 69 aus dem Übersetzerraum 67 bewegt. Das Volumen im Übersetzerraum 67 vergrößert

ßert sich. Hierdurch fällt der Druck im Übersetzerraum 67 ab und auf die obere Stirnfläche 65 des Steuerkolbens 23 wirkt eine geringere Druckkraft. Hierdurch wird der Steuerkolben 23 in Richtung des Übersetzerkolbens 71 in den Übersetzerraum 67 hineinbewegt. Diese Bewegung des Steuerkolbens 23 führt dazu, dass die Dichtfläche 33 in den Sitz 35 gestellt wird und so das Steuerventil 31 die Verbindung vom Ventilraum 37 in den Kraftstoffrücklauf 63 verschließt. Gleichzeitig wird durch die Bewegung des Steuerkolbens 23 die Stirnfläche 57 des ringförmigen Abschnittes 21 aus dem zweiten Steuerraum 59 gehoben und so das Volumen im Steuerraum 59 vergrößert. Hierdurch nimmt die Druckkraft, die auf die Schulter 61 des Einspritzventilgliedes 3 wirkt, ab. Da aufgrund des geschlossenen Steuerventils 31 über die Zulaufdrossel 41, den Ventilraum 37 und den Verbindungskanal 39 unter System stehender Kraftstoff in den weiteren Steuerraum 27 strömt und dadurch der Druck im weiteren Steuerraum 27 zunimmt, wirkt eine erhöhte Druckkraft auf die obere Stirnfläche 25 des Einspritzventilgliedes 3. Das Einspritzventilglied 3 wird mit der Dichtkante in seinen Sitz 13 gestellt und verschließt so die mindestens eine Einspritzöffnung 11. Der Einspritzvorgang ist beendet. Durch den Druckaufbau im weiteren Steuerraum 27 wird die Schließbewegung des Einspritzventilgliedes 3 erhöht.

[0038] Figur 3 zeigt einen erfindungsgemäß ausgebildeten Kraftstoffinjektor in einer dritten Ausführungsform.

[0039] Im Unterschied zu dem in Figur 2 dargestellten Kraftstoffinjektor ist bei dem in Figur 3 dargestellten Kraftstoffinjektor am Kolbenabschnitt des Einspritzventilgliedes 3 ein ringförmiger Abschnitt 75 ausgebildet, in welchem der Steuerkolben 23 geführt ist. Dabei umschließen der ringförmige Abschnitt 75 und der Steuerkolben 23 den weiteren Steuerraum 27. Der ringförmige Abschnitt 75 am Kolbenabschnitt des Einspritzventilgliedes 3 begrenzt mit einer Stirnfläche 77 einen Steuerraum 79. Weiterhin ist am Steuerkolben 23 eine Schulter 81 ausgebildet, die den Steuerraum 79 auf der gleichen Seite begrenzt wie die Stirnfläche 77 des ringförmigen Abschnittes 75. Gegen einen dritten Steuerraum 83, der mit dem Kraftstoffzulauf 19 über den Zulaufkanal 17 verbunden ist, ist der zweite Steuerraum 79 durch ein Ringelement 85, welches den ringförmigen Abschnitt 75 am Einspritzventilglied 3 umschließt, begrenzt. Hierzu wird das Ringelement 85 mit einer Beißkante 87 gegen eine Schulter 89 am mittleren Gehäuseteil 91 gestellt. Die hierfür erforderliche Kraft wird durch ein Federelement 93 ausgeübt, welches sich mit einer Seite gegen das Ringelement 85 und mit der anderen Seite gegen das untere Gehäuseteil 7 abstützt. Das Federelement 93 ist vorzugsweise eine als Druckfeder ausgebildete Spiralfeder.

[0040] Um gegebenenfalls auftretende Druckschwankungen im Steuerraum 27 zu dämpfen, ist im Verbindungskanal 39 ein Drosselelement 95 ausgebildet.

[0041] Neben der in Figur 3 dargestellten Ausführungsform ist es auch bei den in den Figuren 1 und 2

dargestellten Ausführungsformen möglich, im Verbindungskanal 39, mit dem der weitere Steuerraum 27 mit dem Ventilraum 37 verbunden ist, ein Drosselelement vorzusehen.

[0042] Damit unter Systemdruck stehender Kraftstoff aus dem dritten Steuerraum 83 in den Düsenraum 15 strömen kann, ist bei der in Figur 3 dargestellten Ausführungsform im Bereich der Führung 5 am Einspritzventilglied 3 mindestens eine Freifläche 97 ausgebildet. Der unter Systemdruck stehende Kraftstoff kann dann vom Kraftstoffzulauf 19 über den Zulaufkanal 17 zunächst in den dritten Steuerraum 83 und von dort entlang der Freifläche 97 in den Düsenraum 15 strömen.

[0043] Um den Einspritzvorgang zu starten, wird auch bei dem in Figur 3 dargestellten Kraftstoffinjektor der Aktor 45 bestromt. Hierdurch dehnt sich der Aktor 45 aus. Der mit dem Aktor 45 verbundene Übersetzerkolben 71 wird in Richtung des Übersetzerraumes 67 bewegt. Hierdurch verkleinert sich das Volumen im Übersetzerraum 67. Der Druck im Übersetzerraum 67 steigt an. Somit wirkt eine vergrößerte Druckkraft auf die obere Stirnfläche 65 des Steuerkolbens 23. Der Steuerkolben 23 wird in Richtung des Einspritzventilgliedes 3 bewegt. Durch die Bewegung des Steuerkolbens 23 hebt sich die Dichtkante 33 aus ihrem Sitz 35. Eine Verbindung vom weiteren Steuerraum 27 über den Verbindungskanal 39 mit dem Drosselelement 95 in den Ventilraum 37 und von dort in den Kraftstoffrücklauf 63 wird freigegeben. Der Druck im weiteren Steuerraum 27 nimmt ab. Gleichzeitig wird durch die Bewegung des Steuerkolbens 23 das Volumen im Steuerraum 79 vergrößert, da die Schulter 81 in Richtung des Einspritzventilgliedes bewegt wird. Hierdurch nimmt der Druck im Steuerraum 79 ab. Auf die Stirnfläche 77 des ringförmigen Abschnittes 75 am Kolbenabschnitt des Einspritzventilgliedes 3 wirkt eine geringere Druckkraft. Das Einspritzventilglied wird aufgrund der Druckkraft im dritten Steuerraum 83, die auf eine zweite Schulter 99 am Einspritzventilglied 3 wirkt, aus seinem Sitz 13 gehoben und gibt die mindestens eine Einspritzöffnung frei.

[0044] Um den Einspritzvorgang zu beenden, wird die Bestromung des Aktors 45 wieder aufgehoben. Der Aktor 45 zieht sich zusammen. Hierdurch wird der Übersetzerkolben 71 in Richtung des Aktors 45 bewegt. Dies führt dazu, dass sich das Volumen im Übersetzerraum 67 vergrößert. Auf die obere Stirnfläche 65 des Steuerkolbens 23 wirkt eine geringere Druckkraft, wodurch der Steuerkolben 23 in Richtung des Übersetzerraumes 67 bewegt wird. Die Dichtkante 33 wird wieder in ihren Sitz 35 gestellt und verschließt so das Steuerventil 31. Über die Zulaufdrossel strömt unter Systemdruck stehender Kraftstoff aus dem Zulaufkanal in den Ventilraum 37 und von dort über das Drosselelement 95 und den Verbindungskanal 39 in den weiteren Steuerraum 27. Der Druck in Steuerraum 27 steigt an. Gleichzeitig wird durch die Bewegung des Steuerkolbens 23 die Schulter 81 am Steuerkolben 23 in den Steuerraum 79 hineinbewegt. Das Volumen im Steuerraum 79 nimmt ab. Hierdurch wirkt

eine vergrößerte Druckkraft auf die Stirnfläche 77 am ringförmigen Abschnitt 75 des Kolbenabschnitts des Einspritzventilglieds 3. Durch die auf das Einspritzventilglied 3 wirkenden Druckkräfte wird dieses in Richtung der Einspritzöffnung bewegt, bis es mit der Dichtkante 9 im Sitz 13 steht. Die Einspritzöffnung 11 ist verschlossen und der Einspritzvorgang beendet.

[0045] Bei der in Figur 3 dargestellten Ausführungsform ist der Aktorraum 55 über einen Kanal 101 mit dem Zulaufkanal 17 verbunden. Hierdurch befindet sich im Aktorraum 55 unter Systemdruck stehender Kraftstoff. Dieser Kraftstoff dient zur Abfuhr der beim Betrieb des Aktors entstehenden Wärme an das Gehäuse, da der Wärmeübertragungskoeffizient des Kraftstoffes wesentlich größer ist als der Wärmeübertragungskoeffizient eines Gases.

Patentansprüche

1. Injektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine, wobei der Injektor (1) mittels eines Aktors (45) betätigt wird und mit einem Kraftstoffzulauf (19) verbunden ist, über den unter Systemdruck stehender Kraftstoff zugeführt wird, und bei dem mindestens eine Einspritzöffnung (11) durch ein Einspritzventilglied (3) freigebbar oder verschließbar ist, wobei das Einspritzventilglied (3) mittels eines Steuerkolbens (23) über einen Steuerraum (59, 79) angesteuert wird, dem der Steuerkolben (23) und ein Kolbenabschnitt des Einspritzventilglieds (3) mit jeweiligen Druckflächen (57, 81) und (61, 77) ausgesetzt sind, wobei der Steuerkolben (23) ein Ventilkolben eines Steuerventils (31) ist, und die Druckfläche (57, 81) des Steuerkolbens (23) und die Druckfläche (61, 77) des Kolbenabschnitts des Einspritzventilglieds (3) den Steuerraum (59, 79) an der gleichen Seite begrenzen, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerkolben (23) und der Kolbenabschnitt des Einspritzventilglieds (3) einen weiteren Steuerraum (27) umschließen, der bei geöffnetem Steuerventil (31) mit einem Kraftstoffrücklauf (63) und bei geschlossenem Steuerventil (31) mit dem Kraftstoffzulauf (19) verbunden ist.
2. Injektor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Steuerkolben (23) ein ringförmiger Abschnitt (21) ausgebildet ist, in dem der Kolbenabschnitt des Einspritzventilglieds (3) geführt ist, wobei der weitere Steuerraum (27) durch den Kolbenabschnitt des Einspritzventilglieds (3) und den ringförmigen Abschnitt (21) des Steuerkolbens (23) begrenzt wird.
3. Injektor nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckfläche des Steuerkolbens (23) von einer unteren Stirnfläche (57) am ringförmigen

gen Abschnitt (21) und die Druckfläche des Kolbenabschnitts des Einspritzventilglieds (3) von einer Schulter (61) gebildet sind.

4. Injektor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der weitere Steuerraum (27), der durch das Einspritzventilglied (3) und den Steuerkolben (23) begrenzt wird, durch einen Verbindungskanal (39) mit einem Ventilraum (37) verbunden ist, der den Steuerkolben (23) umschließt.
5. Injektor nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Verbindungskanal (39), durch den der weitere Steuerraum (27), der durch das Einspritzventilglied (3) und den Steuerkolben (23) begrenzt wird, mit dem Ventilraum (37) verbunden ist, ein Drosselelement (95) aufgenommen ist.
6. Injektor nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ventilraum (37) mittels eines Drosselementes (41) mit dem Kraftstoffzulauf (19) verbunden ist.
7. Injektor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Kolbenabschnitt des Einspritzventilglieds (3) ein ringförmiger Abschnitt (75) ausgebildet ist, in dem der Steuerkolben (23) gerührt ist, wobei der weitere Steuerraum (27) durch den Steuerkolben (23) und den ringförmigen Abschnitt (75) begrenzt wird.
8. Injektor nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Stirnfläche (77) am ringförmigen Abschnitt (75) des Kolbenabschnitts des Einspritzventilglieds (3) und eine Schulter (81) am Steuerkolben (23) den Steuerraum (79) auf der gleichen Seite begrenzen.
9. Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktor (45) mit dem Steuerkolben (23) verbunden ist.
10. Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktor (45) mit einem Übersetzerkolben (71) verbunden ist, wobei der Übersetzerkolben (71) mit einer Stirnfläche (69) einen Übersetzerraum (67) begrenzt, der auf der gegenüberliegenden Seite durch eine obere Stirnfläche (65) des Steuerkolbens (23) begrenzt wird.
11. Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Aktor (45) und dem Gehäuse (51) ein Ausgleichselement (53) aufgenommen ist, durch welches der Restfehler im Wärmeausdehnungskoeffizienten zwischen Aktor (45) und Gehäuse (51) kompensiert wird.

12. Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktor (45) in einem Gehäuse (51) aufgenommen ist, das aus einem Material gefertigt ist, dessen Wärmeausdehnungskoeffizient dem des Aktors (45) entspricht.

Claims

1. Injector for injecting fuel into a combustion chamber of an internal combustion engine, with the injector (1) being actuated by means of an actuator (45) and being connected to a fuel inlet (19) via which fuel at system pressure is supplied, and in which injector at least one injection opening (11) can be opened up or closed off by means of an injection valve member (3), with the injection valve member (3) being controlled by means of a control piston (23) via a control chamber (59, 79) to which respective pressure surfaces (57, 81) and (61, 77) of the control piston (23) and of a piston section of the injection valve member (3) are exposed, with the control piston (23) being a valve piston of a control valve (31) and the pressure surface (57, 81) of the control piston (23) and the pressure surface (61, 77) of the piston section of the injection valve member (3) delimiting the control chamber (59, 79) on the same side, **characterized in that** the control piston (23) and the piston section of the injection valve member (3) enclose a further control chamber (27) which is connected to a fuel return line (63) when the control valve (31) is open and to the fuel inlet (19) when the control valve (31) is closed.
2. Injector according to Claim 1, **characterized in that** an annular section (21) is formed on the control piston (23), in which annular section (21) the piston section of the injection valve member (3) is guided, with the further control chamber (27) being delimited by the piston section of the injection valve member (3) and the annular section (21) of the control piston (23).
3. Injector according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the pressure surface of the control piston (23) is formed by a lower end surface (57) on the annular section (21) and the pressure surface of the piston section of the injection valve member (3) is formed by a shoulder (61).
4. Injector according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the further control chamber (27), which is delimited by the injection valve member (3) and by the control piston (23), is connected by means of a connecting duct (39) to a valve chamber (37) which surrounds the control piston (23).
5. Injector according to Claim 4, **characterized in that** a throttle element (95) is held in the connecting duct

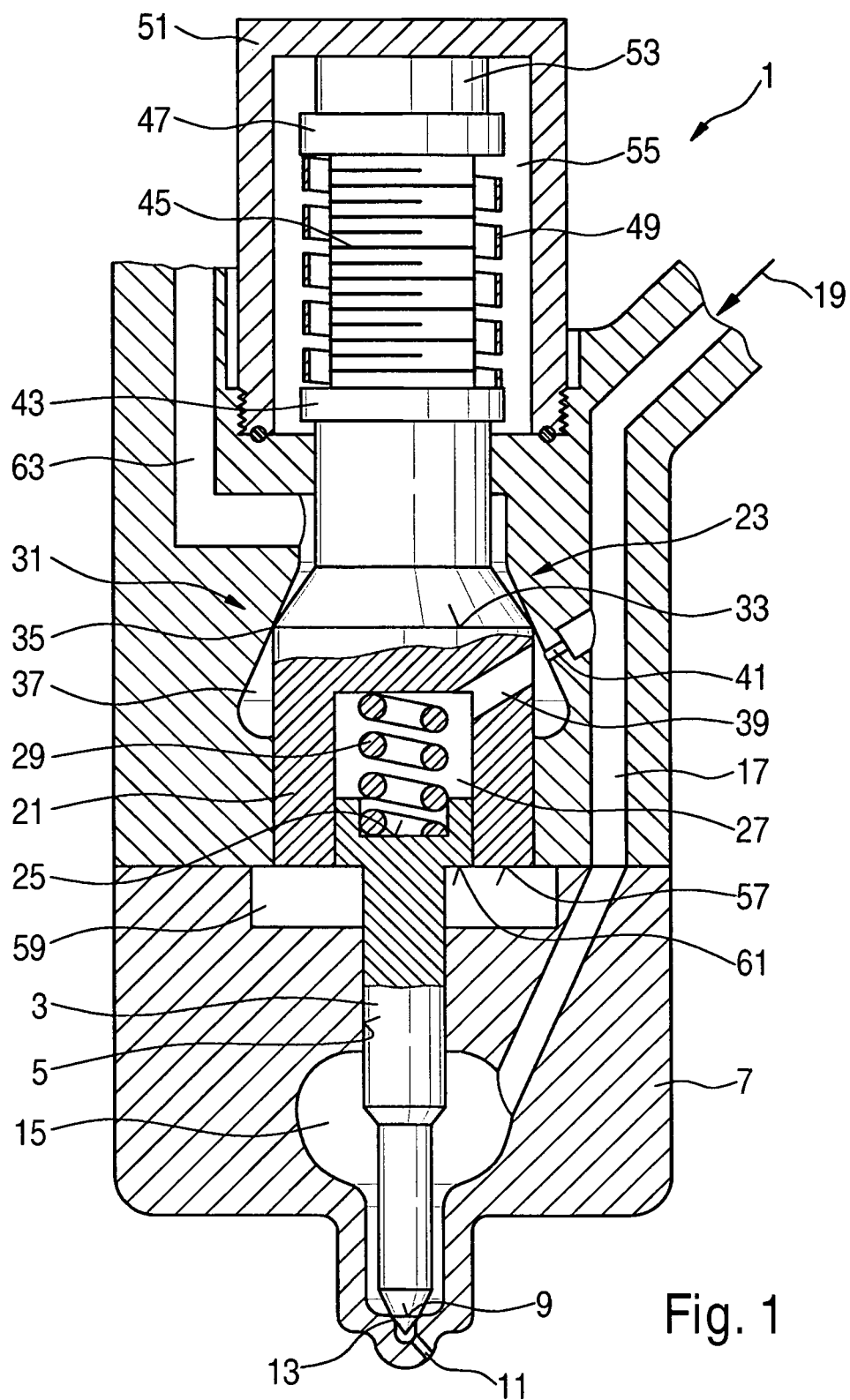
(39) which serves to connect the further control chamber (27), which is delimited by the injection valve member (3) and the control piston (23), to the valve chamber (37).

6. Injector according to Claim 4 or 5, **characterized in that** the valve chamber (37) is connected by means of a throttle element (41) to the fuel inlet (19).
7. Injector according to Claim 1, **characterized in that** an annular section (75) is formed on the piston section of the injection valve member (3), in which annular section (75) the control piston (23) is guided, with the further control chamber (27) being delimited by the control piston (23) and the annular section (75).
8. Injector according to Claim 7, **characterized in that** an end surface (77) on the annular section (75) of the piston section of the injection valve member (3) and a shoulder (81) on the control piston (23) delimit the control chamber (79) on the same side.
9. Injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** the actuator (45) is connected to the control piston (23).
10. Injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** the actuator (45) is connected to a booster piston (71), with an end surface (69) of the booster piston (71) delimiting a booster chamber (67) which is delimited on the opposite side by an upper end surface (65) of the control piston (23).
11. Injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** a compensating element (53) is held between the actuator (45) and the housing (51), which compensating element (53) serves to compensate the residual error in coefficients of thermal expansion between actuator (45) and housing (51).
12. Injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** the actuator (45) is held in a housing (51) which is produced from a material whose coefficient of thermal expansion corresponds to that of the actuator (45).

Revendications

1. Injecteur pour l'injection de carburant dans une chambre de combustion d'un moteur à combustion interne, l'injecteur (1) étant actionné au moyen d'un actionneur (45) et étant connecté à une alimentation en carburant (19), par le biais de laquelle du carburant à la pression du système est injecté, et dans lequel au moins une ouverture d'injection (11) peut

- être ouverte ou fermée par le biais d'un organe de soupape d'injection (3), l'organe de soupape d'injection (3) étant commandé au moyen d'un piston de commande (23) par le biais d'un espace de commande (59, 79), auquel le piston de commande (23) et une portion de piston de l'organe de soupape d'injection (3) avec des surfaces de pression respectives (57, 81) et (61, 77) sont exposés, le piston de commande (23) étant un piston de soupape d'une soupape de commande (31) et la surface de pression (57, 81) du piston de commande (23) et la surface de pression (61, 77) de la portion de piston de l'organe de soupape d'injection (3) délimitant l'espace de commande (59, 79) du même côté, **caractérisé en ce que** le piston de commande (23) et la portion de piston de l'organe de soupape d'injection (3) entourent un espace de commande supplémentaire (27), qui, lorsque la soupape de commande (31) est ouverte, est connecté à une recirculation de carburant (63), et lorsque la soupape de commande (31) est fermée, est connecté à l'alimentation en carburant (19).
2. Injecteur selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**une portion (21) de forme annulaire est réalisée sur le piston de commande (23), dans laquelle la portion de piston de l'organe de soupape d'injection (3) est guidée, l'espace de commande supplémentaire (27) étant limité par la portion de piston de l'organe de soupape d'injection (3) et la portion de forme annulaire (21) du piston de commande (23).
 3. Injecteur selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la surface de pression du piston de commande (23) est formée par une surface frontale inférieure (57) sur la portion de forme annulaire (21) et la surface de pression de la portion de piston de l'organe de soupape d'injection (3) est formée par un épaulement (61).
 4. Injecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'espace de commande supplémentaire (27), qui est limité par l'organe de soupape d'injection (3) et le piston de commande (23), est connecté par un canal de connexion (39) avec un espace de soupape (37), qui entoure le piston de commande (23).
 5. Injecteur selon la revendication 4, **caractérisé en ce qu'**un élément d'étranglement (95) est reçu dans le canal de connexion (39), qui relie l'espace de commande supplémentaire (27), qui est limité par l'organe de soupape d'injection (3) et le piston de commande (23), à l'espace de soupape (37).
 6. Injecteur selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé en ce que** l'espace de soupape (37) est connecté à l'alimentation en carburant (19) au moyen d'un élément d'étranglement (41).
 7. Injecteur selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**une portion de forme annulaire (75) est réalisée sur la portion de piston de l'organe de soupape d'injection (3), dans laquelle est guidé le piston de commande (23), l'espace de commande supplémentaire (27) étant limité par le piston de commande (23) et la portion de forme annulaire (75).
 8. Injecteur selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'**une surface frontale (77) sur la portion de forme annulaire (75) de la portion de piston de l'organe de soupape d'injection (3) et un épaulement (81) sur le piston de commande (23) limitent l'espace de commande (79) du même côté.
 9. Injecteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'actionneur (45) est connecté au piston de commande (23).
 10. Injecteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'actionneur (45) est connecté à un piston de multiplication (71), le piston de multiplication (71) délimitant, avec une face frontale (69), un espace de multiplication (67) qui est limité du côté opposé par une face frontale supérieure (65) du piston de commande (23).
 11. Injecteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un élément de compensation (53) est reçu entre l'actionneur (45) et le boîtier (51), lequel permet de compenser l'erreur résiduelle de coefficient de dilatation thermique entre l'actionneur (45) et le boîtier (51).
 12. Injecteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'actionneur (45) est reçu dans un boîtier (51) qui est fabriqué en un matériau dont le coefficient de dilatation thermique correspond à celui de l'actionneur (45).



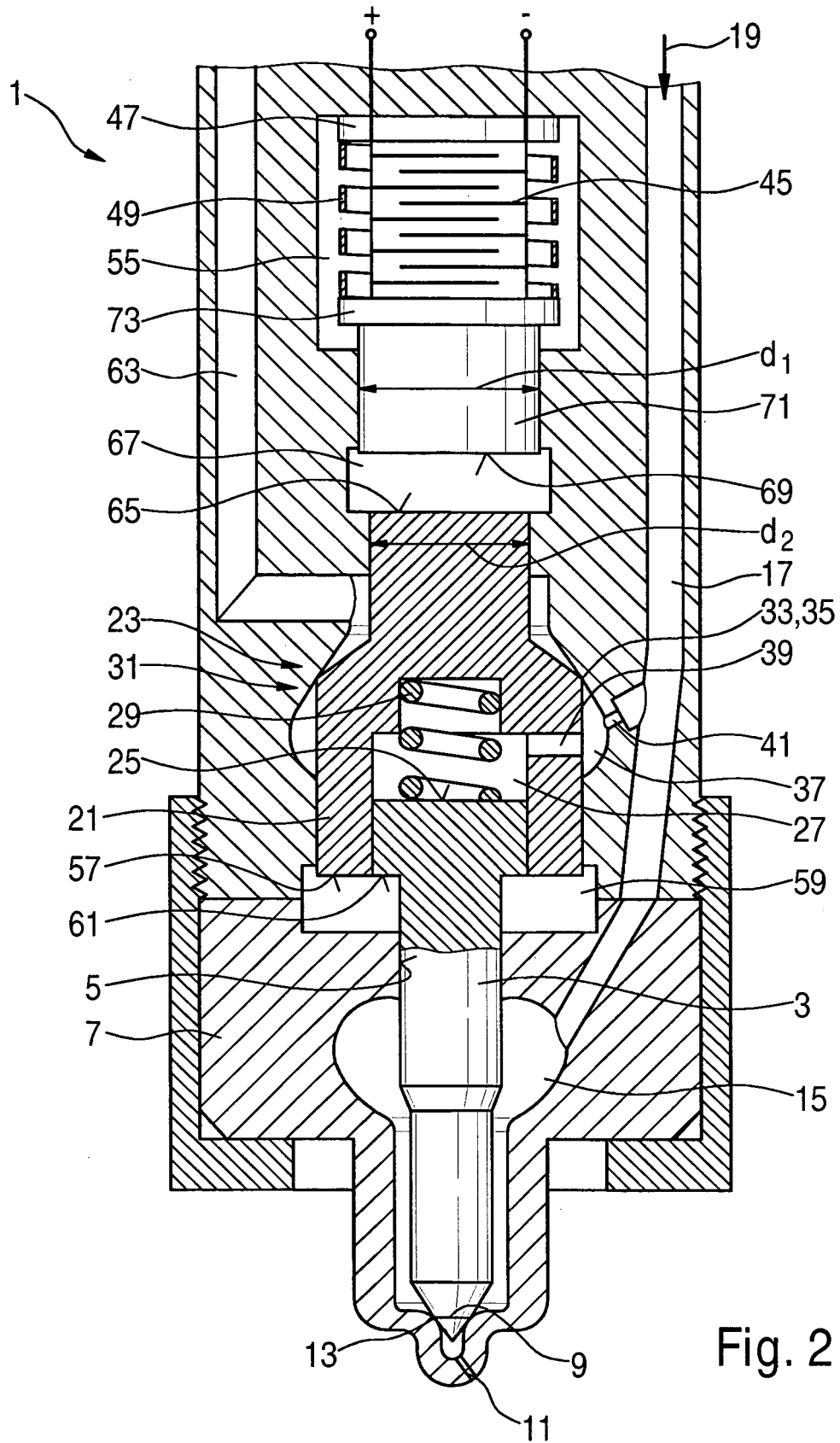


Fig. 2

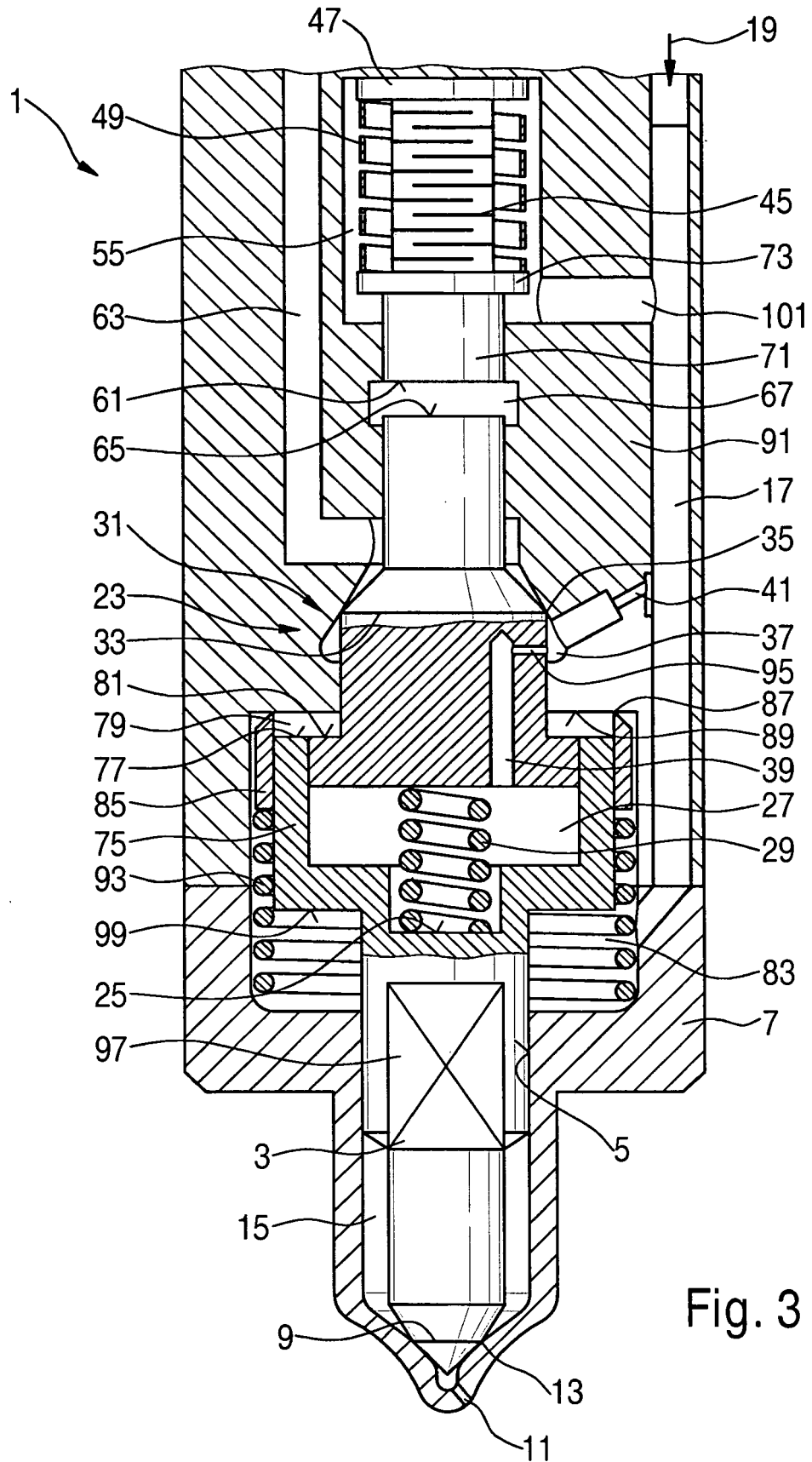


Fig. 3

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

- WO 9637698 A [0001]
- DE 102004015744 A [0002]