



(11)

EP 1 887 213 A2

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
13.02.2008 Patentblatt 2008/07

(51) Int Cl.: **F02M 47/02** ^(2006.01) **F02M 61/16** ^(2006.01)
F02M 63/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: 07111696.6

(22) Anmeldetag: **04.07.2007**

(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**
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

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

(30) Priorität: 07.08.2006 DE 102006036779

(54) **Kraftstoffinjektor mit direkter Nadelsteuerung und Servoventil-Unterstützung**

(57) Die Erfindung betrifft einen Injektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine mit einem Einspritzventilglied (3), welches mindestens eine Einspritzöffnung (13) verschließt oder freigibt und welches mit einem Steuerkolben (27) angesteuert wird, wobei zwischen dem Einspritzventilglied (3) und dem Steuerkolben (27) ein Steuerraum (23) ausgebildet ist, der an einer Seite von einer oberen Stirnfläche (21) des Einspritzventilgliedes (3) und an der gegenüberliegenden Seite von einer unteren Stirnfläche (25) des Steuerkolbens (27) begrenzt wird. Der Steuerkolben (27) wirkt als Ventilkolben eines Steuerventils (33), über welches der Steuerraum (27) mit einem Niederdruckbereich eines Kraftstoffrücklaufes (63) verbindbar ist.

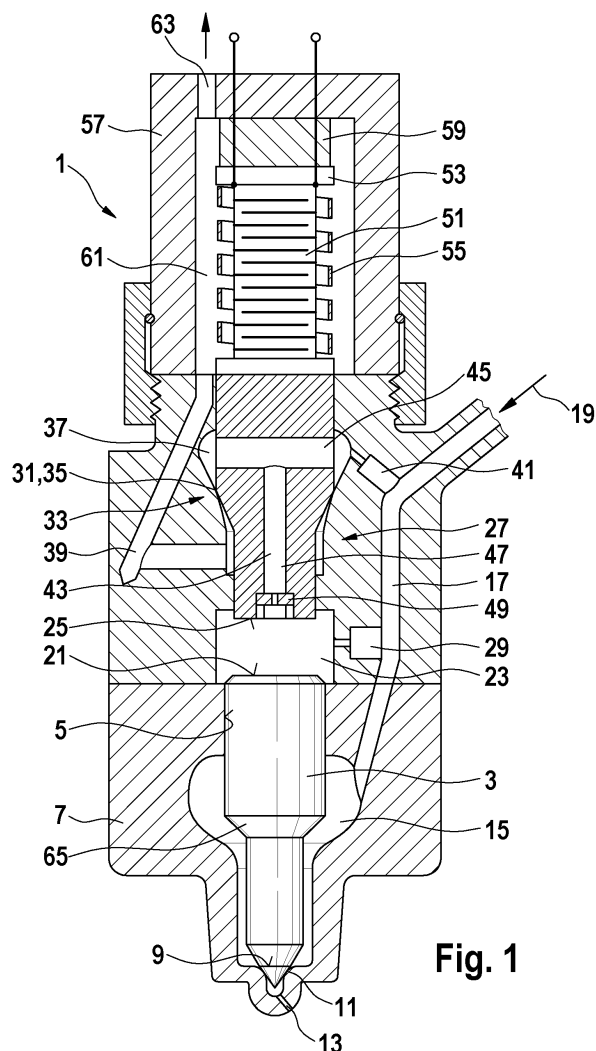


Fig. 1

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.

[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 umfasst ein Einspritzventilglied, welches mindestens eine Einspritzöffnung verschließt oder freigibt und welches mit einem Steuerkolben angesteuert wird, wobei zwischen dem Einspritzventilglied und dem Steuerkolben ein Steuerraum ausgebildet ist, der an einer Seite von einer Stirnfläche des Einspritzventilgliedes und an der gegenüberliegenden Seite von einer Stirnfläche des Steuerkolbens begrenzt wird. Der Steuerkolben wirkt als Ventilkolben eines Steuerventils, über welches der Steuerraum mit einem Niederdruckbereich eines Kraftstoffrücklaufes verbindbar ist. Durch die Verbindung des Aktors mit dem Steuerkolben und die direkte Einwirkung des Steuerkolbens auf den Steuerraum lässt sich das Einspritzventilglied direkt ansteuern. Eine weitere Öffnungsphase des Einspritzventilgliedes setzt ein, wenn der Steuerkolben als Ventilkolben eines Servo-Ventils wirkt und den Steuerraum mit dem Niederdruckbereich des Kraftstoffrücklaufes verbindet. Das Wesen der Erfindung liegt in einer Kombination von direkter Ansteuerung und Servoventil-Ansteuerung des Einspritzventilgliedes. Zudem wird kein Übersetzerraum zwischen Aktor und Steuerkolben benötigt, so dass

der Aktor kompakter gebaut werden kann und so weniger Bauraum benötigt.

[0005] In einer Ausführungsform ist der Steuerraum des Injektors mit einem Ventilraum des Steuerventils hydraulisch verbunden. Durch die hydraulische Verbindung des Steuerraums mit dem Ventilraum herrscht bei geschlossenem Steuerventil im Steuerraum und in dem Ventilraum der gleiche Druck. Bei geöffnetem Steuerventil kann Kraftstoff aus dem Steuerraum über den Ventilraum in den Kraftstoffrücklauf strömen, so dass der Druck im Steuerraum auf Rücklaufdruck abfällt. Hierdurch wird die Öffnungsgeschwindigkeit des Einspritzventilgliedes erhöht. Zudem wird durch das Absenken des Druckes im Steuerraum der Hub des Einspritzventilgliedes vergrößert.

[0006] In einer bevorzugten Ausführungsform ist in der hydraulischen Verbindung des Steuerraumes mit dem Ventilraum des Steuerventils ein Drosselelement aufgenommen. Durch das Drosselelement werden Druckschwankungen gedämpft, so dass ein Zurückschlagen des Einspritzventils verhindert wird.

[0007] Die hydraulische Verbindung des Steuerraums mit dem Ventilraum kann zum Beispiel als Kanal im Injektorgehäuse ausgeführt sein. In einer bevorzugten Ausführungsform ist die hydraulische Verbindung des Steuerraumes mit dem Ventilraum jedoch als Bohrung im Steuerkolben ausgeführt. Vorteil der Bohrung im Steuerkolben ist, dass kein zusätzlicher Kanal im Gehäuse gefertigt werden muss und somit das Gehäuse kleiner gefertigt werden kann.

[0008] In einer ersten Ausführungsform ist der Aktor, mit dem der Injektor betrieben wird, ein Piezoaktor. Da sich der Aktor im Betrieb erwärmt und durch die Temperaturerhöhung ausdehnt, ist es bevorzugt, um die Funktion des Injektors sicherzustellen, dass der Aktor in einem Gehäuse aufgenommen ist, das aus einem Material gefertigt ist, dessen Wärmeausdehnungskoeffizient dem des Aktors entspricht. Geeignetes Material ist zum Beispiel Invar.

[0009] Um einen gegebenenfalls auftretenden Restfehler im Hub ausgleichen zu können, ist in einer bevorzugten Ausführungsform zwischen dem Aktor und dem Gehäuse ein Ausgleichselement aufgenommen. Als Material für das Ausgleichselement eignet sich zum Beispiel Aluminium.

[0010] Durch das Gehäuse aus einem Material, das einen Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist, der dem des Aktors entspricht und gegebenenfalls das Ausgleichselement wird vermieden, dass beim Betrieb des Injektors und einem damit verbundenen Erwärmen des Aktors das Steuerventil nicht dicht schließt.

[0011] In einer zweiten Ausführungsform ist der Aktor, mit dem der Injektor angesteuert wird, ein Magnetaktor mit einem Anker und einer Magnetspule. Um eine direkte Ansteuerung zu erhalten, ist in diesem Fall der Steuerkolben mit dem Anker des Magnetaktors verbunden. Durch die Verbindung des Steuerkolbens mit dem Anker des Magnetaktors ist es möglich, den Kraftstoffinjektor

mit Magnetventil kompakt zu bauen. Um ein schnelles Öffnen und Schließen des Injektors zu erzielen, ist der Steuerkolben in einer bevorzugten Ausführungsform kraftausgeglichen. Hierzu ist am Steuerkolben eine Schulter ausgebildet, die in den Ventilraum ragt und deren Querschnittsfläche der Querschnittsfläche einer Stirnfläche des Steuerkolbens entspricht, die den Steuererraum begrenzt, wobei die Schulter und die Stirnfläche einander gegenüberliegen. Eine gegebenenfalls auftretende Längenänderung aufgrund von Wärmeausdehnung wird bei einem durch Magnetaktor betriebenen Injektor durch Einstellung des Restluftspaltes zwischen Magnetspule und Anker kompensiert.

[0012] Vorteil des erfindungsgemäß ausgebildeten Injektors ist, dass sich eine direkte Steuerung des Einspritzventilgliedes realisieren lässt bei gleichzeitig kompakter Bauweise des Injektors.

[0013] Ein weiterer Vorteil bei Einsatz eines Piezoaktors als Aktor ist, dass durch die Druckentlastung des Steuererraumes bereits ein kurzer Aktorweg und damit ein kurzer Aktor ausreichend ist, um den Injektor zu betätigen. Dies führt ebenfalls zu einer Reduzierung der benötigten Baugröße des Injektors.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0014] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen

[0015]

Figur 1 einen erfindungsgemäß ausgebildeten Kraftstoffinjektor mit Piezoaktor,

Figur 2 einen erfindungsgemäß ausgebildeten Kraftstoffinjektor mit Magnetventil.

Ausführungsformen der Erfindung

[0016] Figur 1 zeigt einen erfindungsgemäß ausgebildeten Kraftstoffinjektor mit Piezoaktor.

[0017] Ein Kraftstoffinjektor 1 umfasst ein Einspritzventilglied 3, welches in einer Führung 5 in einem unteren Gehäuseteil 7 geführt ist. Am Einspritzventilglied 3 ist eine Dichtkante 9 ausgebildet, welche in einen Sitz 11 stellbar ist, um mindestens eine Einspritzöffnung 13 zu verschließen. Neben der hier dargestellten Ausführungsform mit einer Einspritzöffnung 13 ist es auch möglich, dass der Kraftstoffinjektor 1 mehrere Einspritzöffnungen 13 aufweist.

[0018] Das Einspritzventilglied 3 ist von einem Düsenraum 15 umschlossen, in den ein Zulaufkanal 17 mündet. Der Zulaufkanal 17 ist über einen Kraftstoffzulauf 19 mit einem Hochdruckspeicher eines Common-Rail-Systems verbunden.

[0019] Mit seinem der Einspritzöffnung 13 gegenüberliegenden Ende begrenzt das Einspritzventilglied 3 mit einer oberen Stirnfläche 21 einen Steuererraum 23. Auf der oberen Stirnfläche 21 wird der Steuererraum 23 durch eine untere Stirnfläche 25 eines Steuerkolbens 27 begrenzt. Über ein Drosselement 29 ist der Steuererraum 23 mit dem Zulaufkanal 17 verbunden.

[0020] Am Steuerkolben 27 ist eine Dichtkante 31 eines Steuerventils 33 ausgebildet, die in einen Sitz 35 stellbar ist. Durch das Steuerventil 33 ist eine Verbindung von einem Ventilraum 37 in einen Rücklaufkanal 39 verschließbar oder freigebbar. Mit einem zweiten Drosselement 41 ist der Ventilraum 37 mit dem Zulaufkanal 17 verbunden.

[0021] Der Steuererraum 23 ist über eine hydraulische Verbindung 43 mit dem Ventilraum 37 verbunden. In der hier dargestellten Ausführungsform ist die hydraulische Verbindung 43 als Bohrung im Steuerkolben 27 ausgeführt. Hierzu ist im Steuerkolben eine Querbohrung 45 ausgebildet, die im Ventilraum 37 mündet. Weiterhin ist im Steuerkolben 27 eine Bohrung 47 in axialer Richtung ausgebildet, die einerseits in der Querbohrung 45 und andererseits im Steuererraum 23 mündet. Um Druckschwankungen und ein damit einhergehendes Rückschlagen des Einspritzventilgliedes 3 zu vermeiden, ist in der hydraulischen Verbindung 43 ein Drosselement 49 ausgebildet.

[0022] In der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform ist der Steuerkolben 27 mit einem Aktor 51 verbunden, der als Piezoaktor ausgeführt ist. Auf der dem Steuerkolben 27 gegenüberliegenden Seite ist der Aktor 51 mit einer Platte 53 verbunden. Der Aktor 51 ist von einem Federelement 55 aufgeschlossen, welches mit dem Steuerkolben 27 einerseits und der Platte 53 andererseits verbunden ist. Das Federelement 55 ist vorzugsweise eine als Rohrfeder ausgebildete Zugfeder. Um Hubfehler auszugleichen, die aus einer Längenänderung des Aktors 51 aufgrund von Temperaturschwankungen entstehen, ist der Aktor 51 in einem Gehäuse 57 aufgenommen, welches vorzugsweise aus einem Material gefertigt ist, das einen Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist, der dem Wärmeausdehnungskoeffizienten des Aktors 51 entspricht. Um einen gegebenenfalls auftretenden Restfehler auszugleichen, ist zwischen der Platte 53, die mit dem Aktor 51 verbunden ist, und dem Gehäuse 57 ein Ausgleichselement 59 aufgenommen. Das Ausgleichselement 59 ist zum Beispiel aus Aluminium gefertigt.

[0023] Das Gehäuse 57 bildet einen Aktorraum 61, in dem der Aktor 51 aufgenommen ist. In den Aktorraum 61 mündet der Rücklaufkanal 39. Hierdurch wird der Aktor 51 von unter Rücklaufdruck stehendem Kraftstoff umspült. Aus dem Aktorraum 51 strömt der Kraftstoff über einen Kraftstoffrücklauf 63 in den Niederdruckbereich.

[0024] In der hier dargestellten Ausführungsform wird der Kraftstoffinjektor 1 invers betrieben. Das bedeutet, dass die mindestens eine Einspritzöffnung 13 bei beströmtem Aktor 51 und damit längenausgedehntem Ak-

tor 51 verschlossen ist und zum Freigeben der mindestens einen Einspritzöffnung 13 und zum Starten des Einspritzvorganges die Bestromung des Aktors 51 aufgehoben wird, so dass sich der Aktor 51 zusammenzieht.

[0025] Um den Einspritzvorgang zu starten, wird die Bestromung des Aktors 51 beendet. Hierdurch zieht sich der Aktor 51 zusammen. Der mit dem Aktor 51 verbundene Steuerkolben 27 wird in Richtung des Aktors 51 bewegt. Durch die Bewegung des Steuerkolbens 27 bewegt sich die untere Stirnfläche 25 des Steuerkolbens 27 aus dem Steuerraum 23. Das Volumen im Steuerraum 23 wird vergrößert. Aufgrund des sich vergrößernden Volumens des Steuerraums 23 sinkt der Druck im Steuerraum 23, so dass eine geringere Druckkraft auf die obere Stirnfläche 21 des Einspritzventilgliedes wirkt. Gleichzeitig wirkt auf eine Druckkante 65 am Einspritzventilglied 3 Systemdruck durch den unter Systemdruck stehenden Kraftstoff im Düsenraum 15. Das Einspritzventilglied 3 hebt sich mit der Dichtkante 9 aus seinem Sitz 11 und gibt die mindestens eine Einspritzöffnung frei. Das Absinken des Druckes im Steuerraum 23 wird dadurch erzielt, dass durch das Drosselement 29 die Kraftstoffzufuhr aus der Zufuhrleitung 27 verzögert wird.

[0026] Gleichzeitig hebt sich durch die Bewegung des Steuerkolbens 27 auch die Dichtkante 31 aus ihrem Sitz 35 und gibt so die Verbindung vom Ventilraum 37 in den Kraftstoffrücklauf 63 über den Rücklaufkanal 39 und den Aktorraum 61 frei. Durch die hydraulische Verbindung 43 des Steuerraumes 23 mit dem Ventilraum 27 sinkt der Druck im Steuerraum 23 weiter ab. Auch der über das Drosselement 29 in den Steuerraum 23 und über das Drosselement 41 in den Ventilraum 27 nachströmende, unter Systemdruck stehende Kraftstoff strömt direkt in den Kraftstoffrücklauf 63. Ein Druckaufbau im Steuerraum 23 ist somit bei geöffnetem Steuerventil 33 nicht möglich. Durch den starken Druckabfall im Steuerraum 23 aufgrund der Volumenvergrößerung und des gleichzeitigen Kraftstoffablaufes wird die Bewegung des Einspritzventilgliedes 3 in den Steuerraum 23 hinein beschleunigt. Auch wird der Hub hierdurch vergrößert.

[0027] Um den Einspritzvorgang wieder zu beenden, wird der Aktor 51 bestromt. Hierdurch dehnt sich der Aktor 51 aus. Durch das Ausdehnen des Aktors 51 wird der Steuerkolben 27 in Richtung des Einspritzventilgliedes 3 bewegt. Die Dichtkante 31 wird in den Sitz 35 gestellt und somit wird das Steuerventil 33 verschlossen. Über das Drosselement 41 strömt unter Systemdruck stehender Kraftstoff in den Ventilraum 37 und über die hydraulische Verbindung 43 in den Steuerraum 23. Gleichzeitig strömt unter Systemdruck stehender Kraftstoff über das Drosselement 29 direkt in den Steuerraum 23. Durch die zwei Zuläufe in den Steuerraum 23 wird der Steuerraum 23 schnell befüllt und ein schneller Druckaufbau im Steuerraum 23 wird erreicht. Der schnelle Druckaufbau im Steuerraum 23 führt dazu, dass das Einspritzventilglied 3 mit der Dichtkante 9 schnell in den Sitz 11 gestellt wird. Ein schnelles Schließen der Einspritzöffnung 13 ist somit möglich.

[0028] Figur 2 zeigt einen erfindungsgemäß ausgebildeten Kraftstoffinjektor mit einem Magnetaktor.

[0029] Bei der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform wird der Kraftstoffinjektor 1 statt mit einem als Piezoaktor ausgeführten Aktor 51 mit einem Magnetaktor 71 betätigt. Der Magnetaktor 71 umfasst eine Spule 73, die in einem Kern 75 aufgenommen ist. Weiterhin umfasst der Magnetaktor 71 einen Anker 77, der mit dem Steuerkolben 27 verbunden ist.

[0030] Anders als bei dem invers angesteuerten Kraftstoffinjektor 1, wie er in Figur 1 dargestellt ist, wird die Einspritzöffnung 13 bei dem in Figur 2 dargestellten Kraftstoffinjektor freigegeben, wenn die Spule 73 bestromt wird.

[0031] Durch Bestromen der Spule 73 bildet sich ein Magnetfeld aus, durch welches der Anker 77 angezogen wird. Der Anker 77 bewegt sich in Richtung der Spule 73. Hierdurch bewegt sich auch der Steuerkolben 27, der mit dem Anker fest verbunden ist, in Richtung der Spule 73. Durch die Bewegung des Steuerkolbens 27 wird die untere Stirnfläche 25 aus dem Steuerraum 23 bewegt, wodurch sich das Volumen im Steuerraum 23 vergrößert. Der Druck im Steuerraum 23 fällt ab. Hierdurch wirkt auf die obere Stirnfläche 21 des Einspritzventilgliedes 3 eine geringere Kraft und das Einspritzventilglied 3 hebt sich mit der Dichtkante 9 aus dem Sitz 11. Die Einspritzöffnung 13 wird freigegeben.

[0032] Gleichzeitig hebt sich durch die Bewegung des Steuerkolbens 27 die Dichtkante 31 aus dem Sitz 35. Die Verbindung vom Ventilraum 37 über den Rücklaufkanal 39 in den Kraftstoffrücklauf 63 wird freigegeben. Der Druck im Ventilraum 37 sinkt auf Rücklaufdruck ab. Durch die hydraulische Verbindung 43, mit der der Steuerraum 23 mit dem Ventilraum 37 verbunden ist, fällt auch der Druck im Steuerraum 23 auf Rücklaufdruck ab. Dies führt zu einer weiteren Öffnungsbewegung des Einspritzventilgliedes 3. Ein schnelles Öffnen des Einspritzventilgliedes 3 wird so ermöglicht.

[0033] Um die Bewegung des Einspritzventilgliedes 3 zu dämpfen, ist am Einspritzventilglied 3 eine Auflage 79 ausgebildet, gegen welche sich ein Federelement 81 abstützt. Mit der anderen Seite stützt sich das Federelement 81 gegen eine Wandung 83 des Steuerraums 23 ab. Das Federelement 81 ist vorzugsweise eine als Druckfeder ausgeführte Spiralfeder.

[0034] Auch bei der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform ist es möglich, im Steuerraum 23 die Auflage 79 mit dem Federelement 81 aufzunehmen, um die Bewegung des Einspritzventilgliedes 3 zu dämpfen.

[0035] Um den Einspritzvorgang wieder zu beenden, wird die Bestromung der Spule aufgehoben. Hierdurch wird auch das Magnetfeld aufgehoben und der Anker 77 kann sich von der Spule 73 wegbewegen. Diese Bewegung des Ankers 77 wird durch ein Federelement 85, welches sich mit einer Seite gegen das Injektorgehäuse 87 und andererseits gegen den Anker 77 abstützt, unterstützt. Das Federelement 85 ist vorzugsweise eine als Druckfeder ausgebildete Spiralfeder. Durch die Bewe-

gung des Ankers 77 in Richtung des Einspritzventilgliedes 3 wird auch der Steuerkolben 27 in Richtung des Einspritzventilgliedes 3 bewegt. Durch diese Bewegung wird die Dichtkante 31 am Steuerkolben 27 wieder in den Sitz 35 gestellt. Die Verbindung vom Ventilraum 37 in den Rücklaufkanal 39 und von dort in den Kraftstoffrücklauf 63 wird verschlossen. Über das Drosselement 41 strömt Kraftstoff in den Ventilraum 37. Gleichzeitig strömt der Kraftstoff auch über die hydraulische Verbindung 43 in den Steuerraum 23. Hierdurch baut sich im Steuerraum 23 wieder ein Druck auf, bis Systemdruck erreicht ist. Durch den zunehmenden Druck im Steuerraum 23 wirkt eine erhöhte Druckkraft auf die obere Stirnfläche 21 am Einspritzventilglied 3. Das Einspritzventilglied 3 wird in Richtung der Einspritzöffnung 13 bewegt, bis es mit seiner Dichtkante 9 im Sitz 11 steht und so die Einspritzöffnung 13 verschließt.

[0036] Um den Schließvorgang zu beschleunigen, ist es möglich, wie in Figur 1 dargestellt, den Steuerraum 23 mit einem Drosselement mit dem Zulaufkanal 17 zu verbinden. Dann strömt unter Systemdruck stehender Kraftstoff nicht nur aus dem Ventilraum 37 über die hydraulische Verbindung 43 in den Steuerraum 23, sondern auch direkt aus dem Zulaufkanal 17.

[0037] Anstelle der hydraulischen Verbindung 43, die im Steuerkolben 27 ausgebildet ist, ist es auch möglich, die hydraulische Verbindung 43, wie in Figur 2 gestrichelt dargestellt, im Injektorgehäuse 87 auszubilden. Weiterhin ist es auch möglich, sowohl die hydraulische Verbindung 43 im Steuerkolben 27 als auch die in Figur 2 gestrichelt dargestellte hydraulische Verbindung 43 im Injektorgehäuse 87 auszubilden. Durch die zwei hydraulischen Verbindungen 43 wird der Durchflussquerschnitt vergrößert, so dass der Kraftstoff aus dem Steuerraum 23 schneller abfließen kann und der Steuerraum 23 auch schneller befüllt werden kann.

[0038] Um eine schnelle Bewegung des Steuerkolbens 27 bei magnetaktorbetriebem Kraftstoffinjektor 1 zu erzielen, ist es bevorzugt, dass der Steuerkolben 27 kraftausgeglichen ist. Hierzu ist der Steuerkolben 27 aus einem oberen Abschnitt 89, einem mittleren Abschnitt 91 und einem unteren Abschnitt 93 gefertigt. Der obere Abschnitt 89 ist in einem Durchmesser d_1 , der mittlere Abschnitt in einem Durchmesser d_2 und der untere Abschnitt in einem Durchmesser d_3 gefertigt. Am Übergang vom oberen Abschnitt 89 zum mittleren Abschnitt 91 ist am mittleren Abschnitt 91 eine Schulter 95 ausgebildet. Der Übergang vom mittleren Abschnitt 91 zum unteren Abschnitt 93 erfolgt über einen konischen Abschnitt, durch den die Dichtkante 31 gebildet wird. Um einen Kraftausgleich am Steuerkolben 27 zu erzielen, muss die Querschnittsfläche der Schulter 95 genauso groß sein wie die Querschnittsfläche der unteren Stirnfläche 25, da auf die Schulter 95 und die untere Stirnfläche 25 entgegengesetzt gerichtete Druckkräfte wirken. Aufgrund der hydraulischen Verbindung 43 des Ventilraumes 37, in den die Schulter 95 ragt und des Steuer-raumes 23, der durch die untere Stirnfläche 25 begrenzt

wird, ist der Druck, der im Ventilraum 37 und im Steuer-raum 23 herrscht, gleich groß. Die Querschnittsflächen der Schulter 95 und der unteren Stirnfläche 25 sind dann gleich groß, wenn gilt: $d_2^2 - d_1^2 = d_3^2$.

[0039] Durch den kraftausgeglichenen Steuerkolben 27 muss durch den Magnetaktor 43 keine zusätzliche Druckkraft, die auf den Steuerkolben 27 wirkt, überwunden werden. Hierdurch ist eine schnelle Bewegung des Steuerkolbens 27 möglich.

Patentansprüche

1. Injektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine mit einem Einspritzventilglied (3), welches von einem Aktor (51, 71) angesteuert mindestens eine Einspritzöffnung (13) verschließt oder freigibt, wobei der Aktor (51, 71) mit einem Steuerkolben (27) zusammenwirkt, und wobei zwischen dem Einspritzventilglied (3) und dem Steuerkolben (27) ein Steuerraum (23) ausgebildet ist, der an einer Seite von einer oberen Stirnfläche (21) des Einspritzventilgliedes (3) und an der gegenüberliegenden Seite von einer unteren Stirnfläche (25) des Steuerkolbens (27) begrenzt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerkolben (27) als Ventilkolben eines Steuerventils (33) ausgebildet ist, über welches der Steuerraum (27) mit einem Niederdruckbereich eines Kraftstoffrücklaufes (63) verbindbar ist.
2. Injektor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerraum (23) mit einem Ventilraum (37) des Steuerventils (33) durch eine hydraulische Verbindung (43) verbunden ist.
3. Injektor nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ventilraum (37) des Steuerventils (33) bei geöffnetem Steuerventil (33) mit dem Kraftstoffrücklauf (63) des Niederdruckbereiches verbunden ist.
4. Injektor nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der hydraulischen Verbindung (43) des Steuer-raumes (23) mit dem Ventilraum (37) des Steuerventils (33) ein Drosselement (49) aufgenommen ist.
5. Injektor nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die hydraulische Verbindung (43) des Steuer-raumes (23) mit dem Ventilraum (27) als Bohrung (45, 47) im Steuerkolben (27) ausgeführt ist.
6. Injektor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktor (51, 71) fest mit dem Steuerkolben (27) verbunden ist.

7. Injektor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktor (51) ein Piezoaktor ist.
8. Injektor nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktor (51) in einem Gehäuse (57) aufgenommen ist, das aus einem Material gefertigt ist, dessen Wärmeausdehnungskoeffizient dem des Aktors (51) entspricht.
9. Injektor nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Aktor (51) und dem Gehäuse (57) ein Ausgleichselement (59) aufgenommen ist.
10. Injektor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktor ein Magnetaktor (71) mit einem Anker (77) und einer Spule (73) ist.
11. Injektor nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerkolben (27) mit dem Anker (77) des Magnetaktors (71) verbunden ist.
12. Injektor nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Steuerkolben (27) eine Schulter (95) ausgebildet ist, die in den Ventilraum (37) ragt und deren Querschnittsfläche der Querschnittsfläche der unteren Stirnfläche (25) des Steuerkolbens (27) entspricht, die den Steuerraum (23) begrenzt, wobei die Schulter (95) und die untere Stirnfläche (25) des Steuerkolbens (23) einander gegenüberliegen, so dass der Steuerkolben (23) kraftausgeglichen ist.

5

10

15

20

25

30

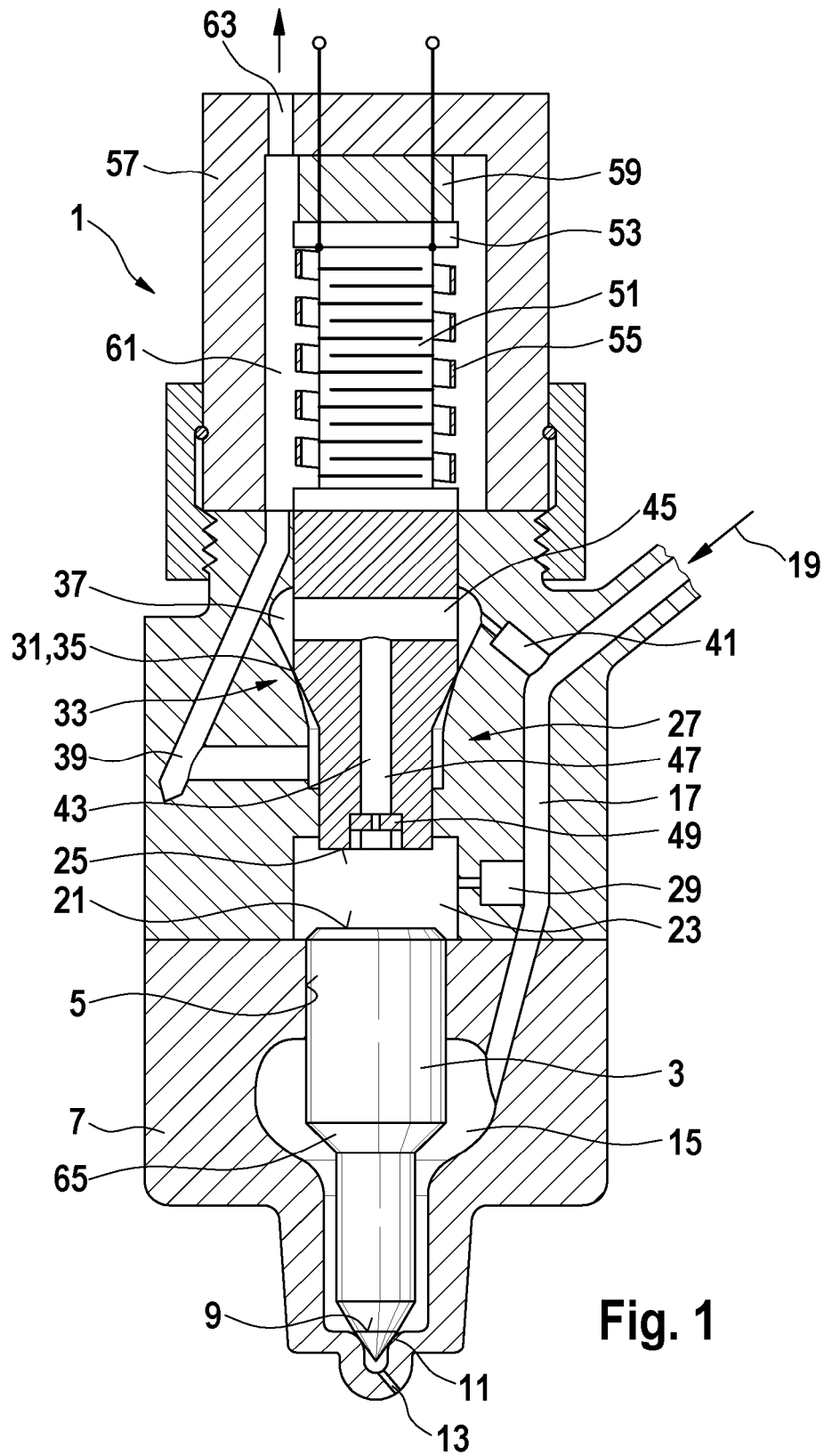
35

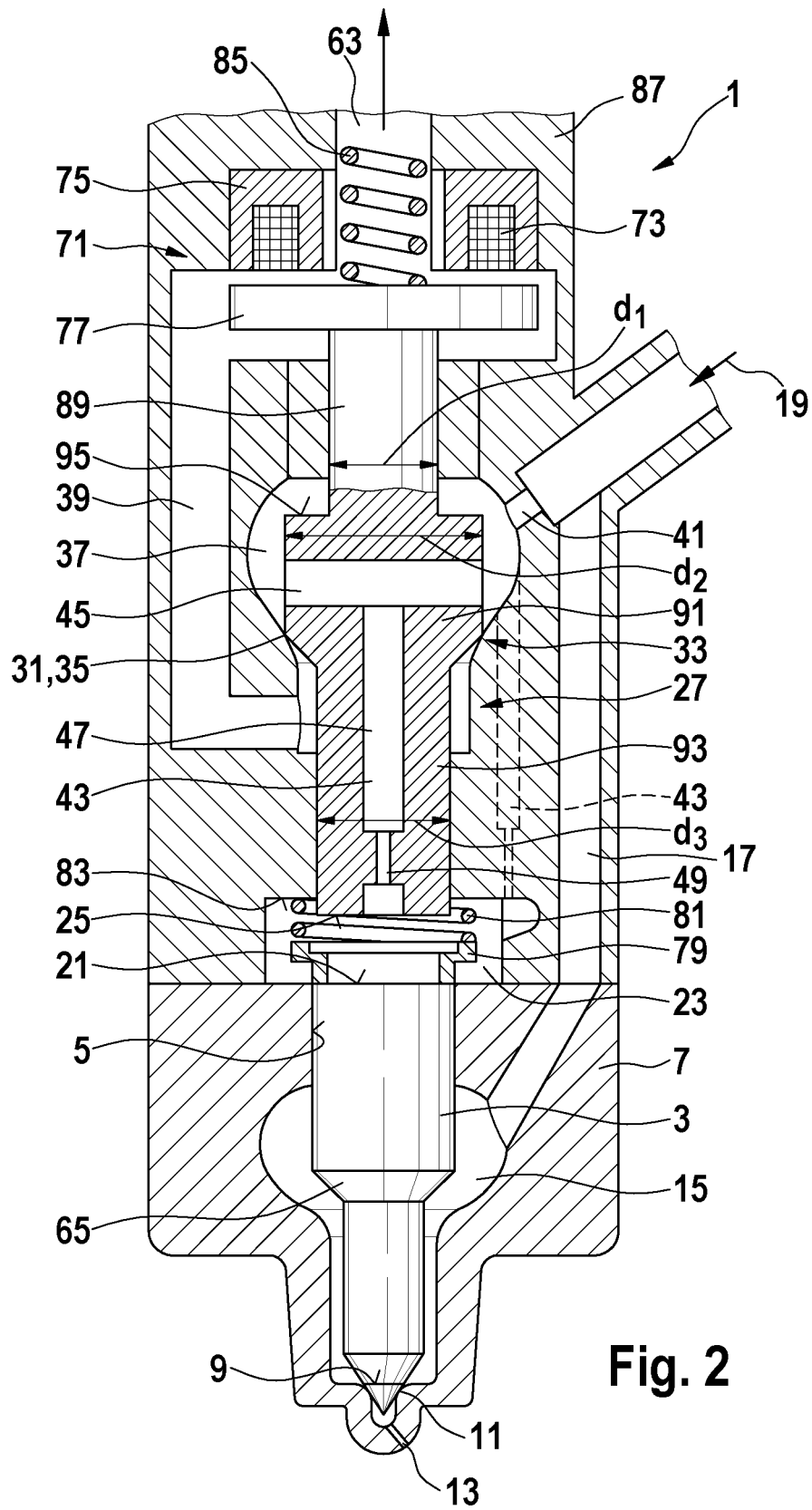
40

45

50

55





IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102004015744 A [0002]