

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 705 369 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
27.09.2006 Patentblatt 2006/39

(51) Int Cl.:
F02M 61/16 (2006.01) F02M 51/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06100421.4**

(22) Anmeldetag: **17.01.2006**

(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 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:
• **Magel, Hans-Christoph**
72793 Pfullingen (DE)
• **Boecking, Friedrich**
70499 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **01.03.2005 DE 102005009147**

(54) **Kraftstoffinjektor für Verbrennungskraftmaschinen**

(57) Die Erfindung betrifft einen Kraftstoffinjektor zum Einspritzen von unter hohem Druck stehenden Kraftstoff in einen Brennraum (18) einer Verbrennungskraftmaschine mit einem durch einen Aktor (8) angesteuerten Einspritzventilglied (10) und mit einem dem Aktor (8) zugeordneten Kopplerraum (132), wobei der Aktor (8) direkt auf das Einspritzventilglied (10) wirkt und wobei das Einspritzventilglied (10) mindestens eine Einspritzöffnung (12) freigibt oder verschließt. Der Kopplerraum (132) ist an der dem Einspritzventilglied (10) gegenüberliegenden Seite (26) des Aktors (8) angeordnet, wobei der Kopplerraum (123) bei verschlossener Einspritzöffnung (12) mit unter Systemdruck stehenden Kraftstoff befüllt ist.

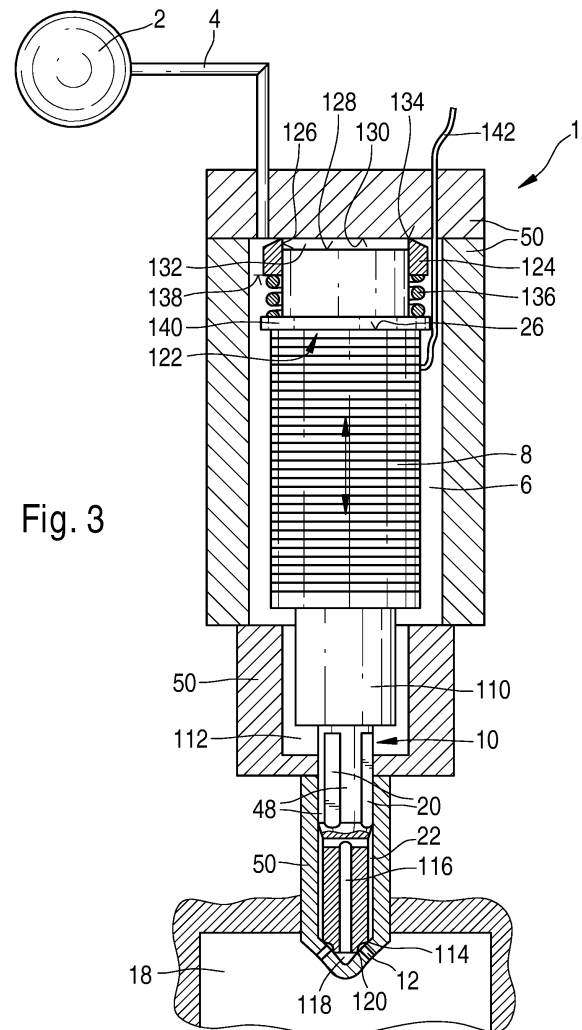


Fig. 3

EP 1 705 369 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Kraftstoffinjektor für eine Verbrennungskraftmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Zur Einbringung von Kraftstoff in direkteinspritzende selbstzündende Verbrennungskraftmaschinen werden derzeit auch hubgesteuerte Hochdruckspeicher-Systeme (Common-Rail) eingesetzt. Vorteilhaft bei den hubgesteuerten Systemen ist, dass der Einspritzdruck an Last und Drehzahl angepasst werden kann. Die derzeit eingesetzten hubgesteuerten Hochdruckspeicher-Injektoren umfassen einen Piezoaktor und ein 3/2-Steuerventil zur Steuerung des Druckes im Nadelstauerraum. Hierbei wird das Einspritzventilglied über einen Servo-Stauerraum gesteuert.

[0003] Durch ein direkt vom Piezoaktor gesteuertes Einspritzventilglied lässt sich die Öffnungs- und Schließgeschwindigkeit des Einspritzventilglieds gegenüber den derzeit bekannten Injektoren erhöhen. Auch ist ein einfacherer Injektoraufbau möglich. Um den notwendigen Düsennadelhub zu erreichen, ist jedoch ein sehr langer Piezoaktor notwendig. Ein Kraftstoffinjektor mit direkt vom Piezoaktor gesteuertem Einspritzventilglied ist zum Beispiel aus EP-A 0 995 901 bekannt. Der Kraftstoffinjektor umfasst ein Einspritzventilglied, das eine Einspritzöffnung in einen Brennraum der Verbrennungskraftmaschine freigibt oder verschließt. Auf der der Einspritzöffnung abgewandten Seite des Einspritzventilglieds ist ein Piezoaktor im Injektorgehäuse angeordnet. Der Piezoaktor wirkt auf einen Gewindestab, der seinerseits über ein Federelement auf das Einspritzventilglied wirkt. Dabei ist der Piezoaktor in einer sehr großen Länge gefertigt, um den notwendigen Düsennadelhub zu erreichen.

[0004] Um die Länge des Piezoaktors zu verkürzen, ist aus DE-A 102 20 498 ein Kraftstoffinjektor bekannt, bei welchem ein Piezoaktor über einen Stellgliedbewegungsverstärkerhebel eine Nadelventilbewegung steuert. Dabei wirkt der Piezoaktor auf eine Seite des Stellgliedbewegungsverstärkerhebels, welcher hierdurch eine Drehbewegung erfährt und so mit der anderen Seite ein Einspritzventilglied ansteuert, das Einspritzöffnungen freigibt oder verschließt.

Vorteile der Erfindung

[0005] Bei dem erfindungsgemäß vorgeschlagenen Kraftstoffinjektor mit direkt von einem Aktor angesteuertem Einspritzventilglied, das als Düsennadel ausgebildet sein kann, wird eine Verkürzung des Aktors dadurch erreicht, dass der Kopplerraum an einer dem Einspritzventilglied gegenüberliegenden Seite des Aktors angeordnet ist, welcher bei verschlossener Einspritzöffnung mit unter Systemdruck stehendem Kraftstoff befüllt ist.

[0006] Vorteilhaft bei der erfindungsgemäßen Anordnung des Kopplerraumes an der dem Einspritzventilglied abgewandten Seite des Aktors ist eine Vereinfachung des konstruktiven Aufbaus des Kraftstoffinjektors. Auch werden die mechanischen Steifigkeiten erhöht und das hydraulische Schadvolumen im Kopplerraum wird im Vergleich zu den aus dem Stand der Technik bekannten Injektoren weiter reduziert. Außerdem wird durch die Anordnung des Kopplerraums an die dem Einspritzventilglied abgewandten Seite des Aktors ein Ausgleich von Fertigungstoleranzen sowie ein Ausgleich von Temperaturendeckungen ermöglicht. Die direkte Ansteuerung des Einspritzventilglieds und die Anordnung des Kopplerraums an der dem Einspritzventilglied abgewandten Seite des Aktors erlaubt die exakte Zumessung kleiner Kraftstoffmengen in den Brennraum der Verbrennungskraftmaschine.

[0007] In einer Ausführungsform ist der Aktor, vorzugsweise ein Piezoaktor, bei verschlossenen Einspritzöffnungen unter Spannung und hat somit seine maximale Längenausdehnung. Zum Öffnen der Einspritzöffnungen wird die elektrische Spannung des Aktors reduziert und der Aktor verkürzt sich. Diese Ansteuerung, bei der der Aktor bei verschlossenen Einspritzöffnungen bestromt ist und somit seine maximale Längenausdehnung aufweist und die Stromversorgung zum Freigeben der Einspritzöffnungen beendet wird, wodurch sich der Aktor verkürzt, wird auch inverse Ansteuerung genannt. Aufgrund der Verkürzung des Aktors bewegt sich dieser aus dem Kopplerraum hinaus. Das Volumen des Kopplerraumes wird vergrößert, wodurch der Druck im Kopplerraum abfällt. Der Aktor ist in einem Hohlraum im Injektorkörper aufgenommen. Der Hohlraum ist mit unter Systemdruck stehendem Kraftstoff befüllt. Aufgrund des abnehmenden Druckes im Kopplerraum nimmt die auf eine den Kopplerraum begrenzende Stirnfläche des Aktors oder auf eine den Kopplerraum begrenzende Stirnfläche eines Kolbens, der mit der in Richtung des Kopplerraumes weisenden Stirnfläche des Aktors verbundenen ist, wirkende Kraft ab und der Aktor wird in Richtung des Kopplerraumes bewegt.

[0008] Das Einspritzventilglied wird zunächst aufgrund der Verkürzung des Aktors aus seinem Sitz gehoben und gibt so die Einspritzöffnungen frei. Eine Vergrößerung des Hubes des Einspritzventilgliedes wird dadurch erreicht, dass der Aktor in Richtung des Kopplerraumes, der an der dem Einspritzventilglied gegenüberliegenden Seite des Aktors angeordnet ist, bewegt wird.

[0009] In einer weiteren Ausführungsform steht der Aktor auf der dem Einspritzventilglied abgewandten Seite mit einem Kolben in Verbindung, der mit einer dem Aktor abgewandten Stirnseite einen Stauerraum in einem topfförmig ausgebildeten Kolben begrenzt. Der topfförmig ausgebildete Kolben begrenzt mit einer dem Aktor zugewandten Stirnseite den Kopplerraum. Bei dieser Ausführungsform sind die Einspritzöffnungen bei nicht bestromten Aktor verschlossen.

[0010] Bei invers angesteuertem Aktor, das heißt,

dass der Aktor bei verschlossenen Einspritzöffnungen bestromt ist, steht der Aktor in einer Ausführungsform an der dem Einspritzventilglied abgewandten Seite mit einem topfförmig ausgebildeten Kolben in Verbindung, wobei in dem topfförmig ausgebildeten Kolben ein weiterer Kolben aufgenommen ist, der einen Steuerraum in dem topfförmig ausgebildeten Kolben begrenzt. Der topfförmige Kolben begrenzt mit einer dem Aktor abgewandten Stirnseite den Koplerraum. Hierbei ist der Aktor in einen Hohlraum im Injektorkörper schwimmend gelagert. Sobald die Einspritzöffnungen freigegeben werden sollen, wird die elektrische Spannung am Aktor aufgehoben und der Aktor zieht sich zusammen. Hierdurch wird der topfförmige Kolben aus dem Koplerraum hinausbewegt, wodurch sich dessen Volumen vergrößert. Aufgrund des sich vergrößerten Volumens nimmt der Druck im Koplerraum ab. Aufgrund des abnehmenden Druckes im Koplerraum wird der topfförmige Kolben und damit der Aktor in Richtung des Koplerraumes gezogen, wodurch der Öffnungsweg des Einspritzventilglieds vergrößert wird.

[0011] Der Aktor ist vorzugsweise von einem Federelement umschlossen, welches sich mit einer Seite gegen einen am Einspritzventilglied ausgebildeten Teller und mit der anderen Seite gegen den Boden des topfförmigen Kolbens abstützt.

[0012] In dem Steuerraum, der im topfförmig ausgebildeten Kolben ausgebildet ist, ist vorzugsweise ein zweites Federelement aufgenommen, welches sich mit einer Seite gegen die Stirnseite des den Steuerraum begrenzenden Kolbens und mit der anderen Seite gegen die Innenseite des Bodens des topfförmigen Kolbens abstützt.

[0013] In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäß ausgebildeten Kraftstoffinjektors wird der erste Steuerraum seitlich durch eine Hülse begrenzt. Neben dem Koplerraum umschließt die Hülse einen Kolben, welcher auf der dem Einspritzventilglied abgewandten Seite mit dem Aktor in Verbindung steht. Bei einer Längenausdehnung des Aktors oder beim Zusammenziehen des Aktors wird der Kolben in der Hülse geführt. Durch den Einsatz der Hülse, mit der ein in der Fertigung auftretender axialer Versatz ausgeglichen werden kann, werden Einflüsse von Fertigungstoleranzen auf den Betrieb des Kraftstoffinjektors reduziert. Auch wird dadurch die Übertragungssteifigkeit erhöht und eine schnelle Nadelbewegung ermöglicht.

[0014] Die Hülse wird mittels eines Federelementes, welches sich mit einer Seite gegen eine Erweiterung am Kolben und mit der anderen Seite gegen die Hülse abstützt, in einen Dichtsitz im Injektorgehäuse gestellt. Als Dichtsitz eignet sich zum Beispiel ein Flachsitz oder eine Schneidkante. Hierdurch wird vermieden, dass an der Verbindungsstelle zwischen dem Gehäuse und der Hülse Kraftstoff aus dem durch die Hülse begrenzten Koplerraum entweichen kann. Durch die Verwendung der Hülse zur Begrenzung des Koplerraumes wird die Montage und die Fertigung des Kraftstoffinjektors verein-

facht. Da die Hülse, in welcher der Kolben geführt ist, bei der Montage an der richtigen Position innerhalb des Injektorgehäuses positioniert wird, ist es nicht notwendig, eine exakt positionierte Führung für den Kolben im Gehäuse zu fertigen. Somit entfällt die Notwendigkeit einer Doppelführung der Einspritzventilglied/Aktor-Einheit über mehrere Bauteile hinweg, welche fertigungstechnisch nicht beherrschbar ist.

[0015] In einer bevorzugten Ausführungsform sind an dem Einspritzventilglied zwei Dichtsitz ausgebildet, wobei ein Dichtsitz oberhalb und ein Dichtsitz unterhalb der Einspritzöffnung angeordnet ist. Beim Öffnen des Einspritzventilglieds werden die beiden Dichtsitz im Wesentlichen gleichzeitig freigegeben. Hierdurch wird eine Entdrosselung der Düse bereits bei einem geringen Hub des Einspritzventilgliedes erreicht, der direkt von einem kurzen als Piezoaktor erreicht wird, ohne dass eine Wegübersetzung notwendig ist. Die Verwendung eines kurzen Piezoaktors ermöglicht eine Reduzierung der Kosten für den Kraftstoffinjektor.

Durch die Verwendung der Hülse, mit der der erste Steuerraum begrenzt wird, entfällt die Doppelführung der Einspritzventilglied/Aktor-Einheit über mehrere Bauteile hinweg. Ein in der Fertigung auftretender axialer Versatz kann durch die Hülse ausgeglichen werden.

[0016] Die die Anordnung eines Koplerraumes an der dem Einspritzventilglied abgewandten Seite des Aktors erlaubt eine direkte mechanische Verbindung zwischen Aktor und Einspritzventilglied, wodurch die Übertragungssteifigkeit erhöht und eine schnelle Nadelbewegung ermöglicht wird.

Ausführungsbeispiele

[0017] Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer Zeichnung näher beschrieben.

[0018] 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.

[0019] In Figur 1 ist ein erfindungsgemäß ausgebildeter Kraftstoffinjektor 1 in einer ersten Ausführungsform dargestellt. Der Kraftstoffinjektor 1 wird von einem Hochdruckspeicher 2 über einen Kraftstoffzulauf 4 mit unter Systemdruck stehenden Kraftstoff versorgt. Der unter Systemdruck stehende Kraftstoff gelangt in einen Aktorraum 6, in welchem ein Aktor 8, vorzugsweise ein Piezoaktor aufgenommen ist. Mit Hilfe des Aktors 8 wird ein Einspritzventilglied 10, welches zum Beispiel als Düsen-nadel ausgebildet sein kann, angesteuert, mit welcher mindestens eine Einspritzöffnung 12 freigegeben oder verschlossen wird. Hierzu schließt sich das Einspritzven-

tilglied 10 direkt an den Aktor 8 an, wobei der Aktor 8 mit einer düsennadelseitigen Stirnfläche 14 auf einen an dem Einspritzventilglied 10 ausgebildeten Teller 16 wirkt.

[0020] Zur Versorgung eines Brennraums 18 einer Verbrennungskraftmaschine strömt der unter Systemdruck stehende Kraftstoff entlang von in dem Einspritzventilglied 10 ausgebildeten Abflachungen 20 in einen das Einspritzventilglied 10 umgebenden Ringraum 22. An der der mindestens einen Einspritzöffnung 12 zugewandten Seite ist im Ringraum 22 ein Sitz 24 ausgebildet, welcher durch das Einspritzventilglied 10 verschlossen oder freigegeben werden kann. Sobald der Sitz freigegeben ist, gelangt der unter Systemdruck stehende Kraftstoff aus dem Ringraum 22 über die mindestens eine Einspritzöffnung 12 in den Brennraum 18.

[0021] An einer von dem Einspritzventilglied 10 abgewandten Seite 26 schließt sich ein topfförmiger Kolben 28 an den Aktor 8 an. Hierzu steht der Boden 30 des topfförmigen Kolbens 28 in Verbindung mit der Seite 26 des Aktors 8. In der vorzugsweise zylinderförmig ausgebildeten Wandung 32 des topfförmigen Kolbens 28 ist mindestens eine Zulauföffnung 34 ausgebildet, über welche unter Systemdruck stehender Kraftstoff in einen im Inneren des topfförmigen Kolbens 28 ausgebildeten Steuerraum 36 strömt. An der dem Boden 30 des topfförmigen Kolbens 28 gegenüberliegenden Seite ist der Steuerraum 36 von einer Stirnfläche 38 eines Kolbens 40 begrenzt. Mit einer - bei einem topfförmigen Kolben 28 mit kreisförmigem Querschnitt - ringförmigen Stirnfläche 42 mündet der topfförmige Kolben 28 in einen Koplerraum 44.

[0022] Der Aktor 8 ist von einem ersten Federelement 46 umgeben, welches mit einer Seite an dem Teller 16 des Einspritzventilglieds 10 und mit der anderen Seite am Boden 30 des topfförmigen Kolbens 28 befestigt ist. Über das erste Federelement 46 wird so eine Vorspannung auf den vorzugsweise als Piezoaktor ausgebildeten Aktor 8 aufgebracht. Das erste Federelement 48 ist dabei vorzugsweise als Rohrfeder ausgebildet.

[0023] Eine radiale Bewegung des Einspritzventilglieds 10 wird dadurch vermieden, dass zwischen den Abflachungen 20 Führungsabschnitte 48 ausgebildet sind. Mit den Führungsabschnitten 48 wird das Einspritzventilglied 10 im Injektorgehäuse 50 geführt.

[0024] In der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform ist im Steuerraum 36 ein zweites Federelement 52 aufgenommen, welches sich mit einer Seite gegen die Innenseite des Bodens 30 des topfförmigen Kolbens 28 und mit der anderen Seite gegen die Stirnfläche 38 des Kolbens 40 abstützt. Das zweite Federelement 52 ist vorzugsweise eine als Spiralfeder ausgeführte Druckfeder.

[0025] Im Ruhezustand, das heißt dem Zeitraum zwischen zwei Einspritzvorgängen, steht das Einspritzventilglied 10 in seinem Sitz 24 und verschließt so die mindestens eine Einspritzöffnung 12. Hierzu ist der als Piezoaktor ausgeführte Aktor 8 bestromt und damit in axialer Richtung ausgedehnt. Um den Einspritzvorgang zu starten, wird die Spannung vom Aktor 8 genommen, so dass

sich dieser zusammenzieht. Hierdurch wird der topfförmige Kolben 28 in Richtung des Einspritzventilglieds 10 bewegt. Die ringförmige Stirnfläche 42 bewegt sich aus dem Koplerraum 44 hinaus, so dass das Volumen im Koplerraum 44 vergrößert wird. Hierdurch sinkt der Druck im Koplerraum 44 ab. Die Bewegung des topfförmigen Kolbens 28 wird dabei durch das zweite Federelement 52 im Steuerraum 36 unterstützt. Gleichzeitig wird durch das Zusammenziehen des Aktors 8 das Einspritzventilglied 10 aus seinem Sitz 24 gehoben und so die mindestens eine Einspritzöffnung 12 freigegeben, so dass unter Systemdruck stehender Kraftstoff aus dem Ringraum 22 über die mindestens eine Einspritzöffnung 12 in den Brennraum 18 der Verbrennungskraftmaschine eingespritzt wird. Der im Koplerraum 44 abnehmende Druck führt dazu, dass die auf die ringförmige Stirnseite 42 des topfförmigen Kolbens 28 wirkende Druckkraft abnimmt. Da der Aktorraum 6 mit dem Hochdruckspeicher 2 verbunden ist, nimmt auch bei geöffneter Einspritzöffnung 12 der Druck im Aktorraum 6 nicht ab. Aufgrund der Druckdifferenz zwischen dem Aktorraum 6 und dem Koplerraum 44 und der daraus resultierenden Differenz in den Druckkräften wird die Baugruppe, die den topfförmigen Kolben 28, den Aktor 8 und das Einspritzventilglied 10 umfasst, in Richtung des Koplerraums 44 bewegt. Die Differenz in den Druckkräften ergibt sich dabei aus den Druckkräften, die in axialer Richtung in Richtung des Koplerraums 44 wirken und den Druckkräften, die in axialer Richtung in Richtung der mindestens eine Einspritzöffnung 12 wirken. In axialer Richtung in Richtung des Koplerraums 44 wirken die Druckkräfte, die auf die Nadelspitze 54, die Tellerunterseite 56 und die Außenfläche 58 des Bodens 30 des topfförmigen Kolbens 28 wirken. In axialer Richtung in Richtung des Einspritzventilglieds wirken die Druckkräfte, die auf die ringförmige Stirnfläche 42 des topfförmigen Kolbens 28, die Innenseite 60 des Bodens 30 des topfförmigen Kolbens 28 und die Telleroberseite 62 wirken.

[0026] Zum Verschließen der mindestens einen Einspritzöffnung 12 wird der Aktor 8 wieder bestromt. Hierdurch dehnt sich der Aktor 8 in axialer Richtung aus. Die Ausdehnung in axialer Richtung führt dazu, dass das Einspritzventilglied 10 in Richtung des Sitzes 24 bewegt wird. Gleichzeitig wird der topfförmige Kolben 28 in Richtung des Koplerraumes 44 bewegt. Hierdurch bewegt sich gleichzeitig die ringförmige Stirnfläche 42 des topfförmigen Kolbens 28 in den Koplerraum 44 hinein, wodurch dessen Volumen verringert wird und der Druck im Koplerraum 44 ansteigt. Aufgrund des ansteigenden Druckes im Koplerraum 44 wird eine zusätzliche Druckkraft auf den topfförmigen Kolben 28 ausgeübt, durch welche dieser in Richtung der mindestens einen Einspritzöffnung 12 bewegt wird. Hierdurch wird der Schließvorgang des Kraftstoffinjektors 1 beschleunigt. Sobald das Einspritzventilglied 10 im Sitz 24 steht, ist der Einspritzvorgang beendet.

[0027] Figur 2 zeigt einen erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektor in einer zweiten Ausführungsform. Im Be-

reich des Einspritzventilglieds entspricht die in Figur 2 dargestellte Ausführungsform der in Figur 1 dargestellten. Auch bei der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform wird das Einspritzventilglied 10 direkt vom vorzugsweise als Piezoaktor ausgebildeten Aktor 8 angesteuert. An den Aktor 8 schließt sich bei der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform an der dem Einspritzventilglied 10 abgewandten Seite 26 des Aktors 8 ein Kolben 70 an, der einen Bereich geringeren Durchmessers 72, einen Bereich größeren Durchmessers 74 sowie einen Teller 76 umfasst, wobei der Teller 76 sich auf die Stirnseite 6 des Aktors 8 abstützt.

[0028] Zur Vorspannung des Aktors 8 ist dieser vom ersten Federelement 46, welches vorzugsweise als Rohrfeder ausgebildet ist, umschlossen. Das erste Federelement 46 ist dabei als Zugfeder ausgebildet, welche mit einer Seite im Teller 16 des Einspritzventilglieds 10 und mit der anderen Seite im Teller 76 des Kolbens 70 befestigt ist.

[0029] Der Bereich größeren Durchmessers 74 des Kolbens 70 ist an der dem Aktor 8 abgewandten Seite des Kolbens 70 ausgebildet. Der Bereich größeren Durchmessers 74 ist von einem topfförmigen Kolben 78 umschlossen, wobei eine dem Aktor 8 abgewandte Stirnfläche 80 des Kolbens 70, eine Innenfläche 82 des Bodens 84 des topfförmigen Kolbens 78 sowie die Wandung 86 des topfförmigen Kolbens 78 einen Steuerraum 88 umschließen. Im Steuerraum 88 ist ein zweites Federelement 90, welches vorzugsweise als zylindrische Schrauben-Druckfeder ausgebildet ist, wobei sich das zweite Federelement 90 mit einer Seite gegen die Stirnfläche 80 des Kolbens 70 und mit der anderen Seite gegen die Innenfläche 82 des Bodens 84 des topfförmigen Kolbens 78 abstützt.

[0030] Der Steuerraum 88 ist über einen Verbindungskanal 92 und mindestens eine Zulauföffnung 94 hydraulisch mit dem Aktorraum 6 verbunden. Über den Verbindungskanal 92 und die Zulauföffnung 94 wird der Steuerraum 88 mit unter Systemdruck stehendem Kraftstoff versorgt. Bei der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform mündet der Verbindungskanal 92 in einen Ringkanal 96, aus welchem die mindestens eine Zulauföffnung 94 in der Wandung 86 des topfförmigen Kolbens 78 abzweigt.

[0031] Mit einer - bei kreisförmigem Querschnitt des topfförmigen Kolbens 78 - ringförmigen Stirnfläche 102 begrenzt der topfförmige Kolben 78 einen Kopplerraum 104. Die ringförmige Stirnfläche 102 weist dabei in Richtung des Aktors 8. Eine ebenfalls in Richtung des Aktors 8 weisende Stirnfläche 106 des Bereichs größeren Durchmessers 74 des Kolbens 70 begrenzt ebenfalls den Kopplerraum 104. Mit der Außenfläche 98 des Bodens 84 begrenzt der topfförmige Kolben 78 ferner einen zweiten Steuerraum 100.

[0032] Der vorzugsweise als Piezoaktor ausgeführte Aktor 8 ist im Ruhezustand, das heißt bei verschlossenen Einspritzöffnungen 12, nicht bestromt. Zum Öffnen der Einspritzöffnungen 12 wird der Aktor 8 bestromt. Hier-

durch dehnt sich dieser aus. Durch das Ausdehnen des Aktors 8 wird der Kolben 70 in Richtung des topfförmigen Kolbens 78 bewegt. Hierdurch bewegt sich die Stirnfläche 106 am Bereich größeren Durchmessers 74 des Kolbens 70 aus dem Kopplerraum 104. Das Volumen des Kopplerraums 104 nimmt zu. Durch das zunehmende Volumen im Kopplerraum 104 sinkt der Druck. Dies führt dazu, dass sich der topfförmige Kolben 78 in Richtung des Kopplerraums 104 bewegt. Gleichzeitig bewegt sich die Außenfläche 98 des topfförmigen Kolbens 78 aus dem zweiten Steuerraum 100. Dies führt zu einer Druckabnahme im zweiten Steuerraum 100, wodurch der gesamte Verbund, den topfförmigen Kolben 78, den Kolben 70, den Aktor 8 sowie das Einspritzventilglied 10 umfassend, in Richtung des zweiten Steuerraums 100 bewegt wird. Hierdurch hebt sich das Einspritzventilglied 10 aus dem Sitz 24 und gibt die mindestens eine Einspritzöffnung 12 frei.

[0033] Zum Beenden des Einspritzvorganges wird die Bestromung des Aktors aufgehoben. Der Aktor 8 zieht sich zusammen, wodurch der Kolben 70, unterstützt durch das zweite Federelement 90, in Richtung des Kopplerraums 104 bewegt wird. Da sowohl der Kolben 70 als auch das Einspritzventilglied 10 mit dem Aktor 8 verbunden sind, bewegen sich zusammen mit dem Kolben 70 auch der Aktor 8 und das Einspritzventilglied 10 in Richtung der mindestens einen Einspritzöffnung 12. Die Bewegung in Richtung der mindestens einen Einspritzöffnung 12 wird beendet, sobald das Einspritzventilglied 10 im Sitz 24 steht und so die mindestens eine Einspritzöffnung 12 verschlossen hat.

[0034] Figur 3 zeigt einen erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektor in einer dritten Ausführungsform. Auch bei der in Figur 3 dargestellten Ausführungsform schließt sich das Einspritzventilglied 10 direkt an den Aktor 8, welcher vorzugsweise als Piezoaktor ausgeführt ist, an. Das Einspritzventilglied 10 umfasst einen Bereich größeren Durchmessers 110, an welchen sich ein Bereich mit Abflachungen 20 anschließt.

[0035] Der Bereich größeren Durchmessers 110 ist von einem Druckraum 112 umschlossen. Über die Abflachungen 20 ist der Druckraum 112 hydraulisch mit dem Ringraum 22 verbunden, welcher das Einspritzventilglied 10 zwischen dem Bereich mit den Abflachungen 20 und einem ersten Sitz 114 zum Verschließen der mindestens einer Einspritzöffnung 12 umschließt. Im Bereich des Ringraums 22 ist in dem Einspritzventilglied 10 in der hier dargestellten Ausführungsform ein Strömungskanal 116 aufgenommen. Über den Strömungskanal 116 wird ein Düsenraum 118 mit Kraftstoff versorgt. Damit bei geschlossenem Einspritzventilglied 10 kein Kraftstoff aus dem Düsenraum 118 zu den Einspritzöffnungen 12 gelangt, steht das Einspritzventilglied 10 bei geschlossenen Einspritzöffnungen 12 in einem zweiten Sitz 120, welcher zwischen dem Düsenraum 118 und den Einspritzöffnungen 12 angeordnet ist. Um beim Öffnungs- und Schließvorgang des Einspritzventilglieds 10 eine radiale Bewegung zu vermeiden, ist das Einspritzventilglied 10

mit den Führungsabschnitten 48 im Injektorgehäuse 50 geführt.

[0036] An der dem Einspritzventilglied 10 gegenüberliegenden Seite 26 des Aktors 8 schließt sich ein Kolben 122 an. In dem dem Aktor 8 abgewandten Bereich ist der Kolben 122 von einer Hülse 124 derart umschlossen, dass durch die Innenfläche 126 der Hülse 124, der dem Aktor 8 abgewandten Stirnfläche 128 des Kolbens 122 und einer in radialer Richtung verlaufenden Innenwandung 130 des Injektorgehäuses 50 ein Koplerrraum 132 begrenzt wird. Um den Koplerrraum 132 gegen den Aktorraum 6 abzudichten, ist die Hülse mit einer Dichtfläche 134 versehen, mit welcher die Hülse 124 gegen die Innenwandung 130 des Injektorgehäuses 50 gestellt ist. Um eine druckdichte Abdichtung zu erreichen, ist die Dichtfläche 134 zum Beispiel als Beißkante ausgebildet. Die Hülse 124 wird mit Hilfe eines Federelementes 136, welches sich mit einer Seite gegen die der Dichtfläche 134 gegenüberliegende Stirnfläche 138 der Hülse 124 und mit der anderen Seite gegen eine tellerförmige Erweiterung 140 am Kolben 122 abstützt, in einen Dichtsitz am Injektorgehäuse 50 gepresst.

[0037] Aufgabe des Koplerrraums 132 ist es, Temperaturdehnungen und Fertigungstoleranzen auszugleichen. Die Befüllung des Koplerrraumes 132 kann zum Beispiel über eine Leckageströmung zwischen dem Kolben 122 und der Hülse 124 erfolgen. Auch kann in der Hülse 124 eine Drossel ausgebildet sein, über welche der Koplerrraum 132 befüllt wird.

[0038] Der Aktorraum 6 ist über den Kraftstoffzulauf 4 mit dem Hochdruckspeicher 2 verbunden und wird so mit unter Systemdruck stehendem Kraftstoff versorgt. Der Aktorraum 6 ist mit dem Druckraum 112 verbunden, so dass dieser ebenfalls mit unter Systemdruck stehendem Kraftstoff befüllt ist. Entlang der Abflachungen 20 an dem Einspritzventilglied 10 gelangt der unter Systemdruck stehende Kraftstoff weiter in den Ringraum 22 und über den Strömungskanal 116 in den Düsenraum 118.

[0039] Bei verschlossenen Einspritzöffnungen 12 wird der vorzugsweise als Piezoaktor ausgebildete Aktor 8 über eine elektrische Leitung 142 mit einer Spannung versorgt. Der bestromte Aktor 8 ist ausgedehnt. Zum Öffnen der Einspritzöffnungen 12 wird die Stromversorgung beendet, der Aktor 8 zieht sich in axialer Richtung zusammen. Hierdurch bewegt sich einerseits der Kolben 122 in Richtung des Aktors 8, wodurch das Volumen im Koplerrraum 132 vergrößert wird. Hierdurch sinkt der Druck im Koplerrraum 132 ab und die Einheit aus Kolben 122, Aktor 8 und Einspritzventilglied 10 wird wieder in Richtung des Koplerrraums 132 bewegt. Gleichzeitig hebt sich aufgrund der Verkürzung des Aktors 8 das Einspritzventilglied 10 aus seinem ersten Sitz 114 und zweiten Sitz 120. Hierdurch werden die Einspritzöffnungen 12 freigegeben und unter Systemdruck stehender Kraftstoff strömt aus dem Ringraum 22 und dem Düsenraum 118 über die Einspritzöffnungen 12 in den Brennraum 18 der Verbrennungskraftmaschine.

[0040] Zum Beenden des Einspritzvorganges wird der

Aktor 8 wieder über die elektrische Leitung 142 bestromt. Der Aktor 8 dehnt sich aus, hierdurch bewegt sich der Kolben 122 in den Koplerrraum 132, wodurch der Druck im Koplerrraum 132 steigt. Der Aktor wird in Richtung des Einspritzventilglieds 10 bewegt. Gleichzeitig bewegt sich aufgrund der Längendehnung des Aktors 8 das Einspritzventilglied in Richtung der Einspritzöffnungen 12. Das Einspritzventilglied 10 wird an seine Sitze 114, 120 gestellt und die Einspritzöffnungen 12 werden verschlossen.

[0041] Vorteil der Ausführungsform mit zwei Dichtsitzen 114, 120 ist, dass zwei Dichtsitze gleichzeitig geöffnet werden, die jeweils auch einen großen Durchmesser aufweisen können. Hierdurch wird eine Entdrosselung der Düse bereits bei einem geringen Hub des Einspritzventilglieds 10 erreicht, der direkt von einem kurzen als Piezoaktor ausgebildeten Aktor 8 erreicht wird, ohne dass eine Wegübersetzung notwendig ist. Dadurch ist die Verwendung eines kurzen Piezoaktors möglich, wodurch die Kosten für den Kraftstoffinjektor reduziert werden. Durch die direkte Ansteuerung des Einspritzventilglieds 10 erreicht man ein steifes Übertragungsverhalten, welches die Schalteigenschaften des Kraftstoffinjektors 1 verbessert. Hierdurch wird die exakte Zumessung sehr kleiner Vorspritzmengen ermöglicht. Auch stellt das steife Übertragungsverhalten eine sehr robuste Auslegung gegenüber Fertigungstoleranzen dar.

[0042] Den in den Figuren 1, 2, und 3 gezeigten Ausführungsformen ist gemeinsam, dass der Aktor 8 schwimmend im Aktorraum 6 aufgenommen ist. Das bedeutet, dass der Aktor 8 lediglich fest mit dem Einspritzventilglied 10 und mit dem an der Seite 26 angeordneten Kolben 40, 70, 122 verbunden ist.

[0043] Um eine Beschädigung des Aktors 8 zu vermeiden, ist dessen Oberflächen vorzugsweise mit einer geeigneten Abdichtung gegen das Umgebungsmedium versehen.

[0044] Neben der in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsform mit einem Einspritzventilglied mit einem Dichtsitz 24 ist es auch möglich, bei den in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsformen eine entsprechend dem in Figur 3 dargestellten Ausführungsform ausgebildeten Einspritzventilglied 10 mit einem ersten Sitz 114 und einem zweiten Sitz 120 zu verwenden. Ebenso ist es möglich, in der in Figur 3 dargestellten Ausführungsform anstelle des Einspritzventilglieds mit einem ersten Sitz 114 und einem zweiten Sitz 120 ein Einspritzventilglied mit nur einem Sitz 24, wie in den Figuren 1 und 2 dargestellt, einzusetzen.

Bezugszeichenliste

[0045]

- | | |
|---|--------------------|
| 1 | Kraftstoffinjektor |
| 2 | Hochdruckspeicher |
| 4 | Kraftstoffzulauf |
| 6 | Aktorraum |

8 Aktor
 10 Einspritzventilglied
 12 Einspritzöffnung
 14 düsennadelseitige Stirnfläche
 16 Teller
 18 Brennraum
 20 Abflachung
 22 Ringraum
 24 Sitz
 26 Seite
 28 topfförmiger Kolben
 30 Boden
 32 Wandung
 34 Zulauföffnung
 36 Steuerraum
 38 Stirnfläche
 40 Kolben
 42 ringförmige Stirnfläche
 44 Kopplerraum
 46 erstes Federelement
 48 Führungsabschnitt
 50 Injektorgehäuse
 52 zweites Federelement
 54 Nadelspitze
 56 Tellerunterseite
 58 Außenseite des Bodens 30
 60 Innenseite des Bodens 30
 62 Telloberseite
 70 Kolben
 72 Bereich geringeren Durchmessers
 74 Bereich größeren Durchmessers
 76 Teller
 78 topfförmiger Kolben
 80 Stirnfläche des Kolbens 70
 82 Innenfläche
 84 Boden
 86 Wandung
 88 Steuerraum
 90 zweites Federelement
 92 Verbindungskanal
 94 Zulauföffnung
 96 Ringkanal
 98 Außenfläche
 100 zweiter Steuerraum
 102 ringförmige Stirnfläche
 104 Kopplerraum
 106 Stirnfläche
 110 Bereich größeren Durchmessers
 112 Druckraum
 114 erster Sitz
 116 Strömungskanal
 118 Düsenraum
 120 zweiter Sitz
 122 Kolben
 124 Hülse
 126 Innenfläche

128 Stirnfläche
 130 Innenwandung
 132 Kopplerraum
 134 Dichtfläche
 5 136 Federelement
 138 Stirnfläche
 140 tellerförmige Erweiterung
 142 elektrische Leitung

10

Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor zum Einspritzen von unter hohem Druck stehenden Kraftstoff in einen Brennraum (18) einer Verbrennungskraftmaschine, mit einem durch einen Aktor(8) angesteuerten Einspritzventilglied (10) und mit einem Kopplerraum, wobei der Aktor (8) auf das Einspritzventilglied (10) wirkt und wobei das Einspritzventilglied (10) mindestens eine Einspritzöffnung (12) freigibt oder verschließt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kopplerraum (44, 104, 132) an der dem Einspritzventilglied (10) gegenüberliegenden Seite (26) des Aktors (8) angeordnet ist und dass der Kopplerraum (44, 104, 132) bei verschlossener Einspritzöffnung (12) mit unter Systemdruck stehendem Kraftstoff befüllt ist.
2. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktor (26) an der dem Einspritzventilglied (10) abgewandten Seite mit einem Kolben (28, 70, 122) in Verbindung steht, der auf den Kopplerraum (44, 104, 132) einwirkt.
3. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben ein topfförmiger Kolben (28) ist, dass im topfförmigen Kolben (28) ein weiterer Kolben (40) aufgenommen ist, der einen Steuerraum (36) in dem topfförmigen Kolben (28) begrenzt, und dass der topfförmige Kolben (28) mit einer dem Aktor (8) abgewandten ringförmigen Stirnfläche (42) den Kopplerraum (44) begrenzt.
4. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der dem Aktor (8) zugewandten Seite (26) des Einspritzventilglieds (10) ein Teller (16) an dem Einspritzventilglied (10) ausgebildet ist und der Aktor (8) von einem ersten Federelement (46) umschlossen ist, welches sich gegen den Teller (16) des Einspritzventilglieds (10) und den Boden (30) des topfförmigen Kolbens (28) abstützt.
5. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (70) mit einer dem Aktor (8) abgewandten Stirnfläche (80) einen Steuerraum (88) in einem topfförmigen Kolben (78) begrenzt, und dass der topfförmige Kolben (78) mit einer dem Aktor (8) zugewandten ringförmigen Stirnfläche (102) den Kopplerraum 104) begrenzt.

6. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der dem Aktor (8) zugewandten Seite (26) des Einspritzventilglieds (10) und auf der dem Aktor (8) zugewandten Seite des Kolbens (70) Teller (16, 76) ausgebildet sind und der Aktor (8) von einem ersten Federelement (46) umschlossen ist, welches jeweils an den Tellern (16, 76) befestigt ist. 5

7. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem in dem topfförmigen Kolben (28, 78) ausgebildeten Steuer-
raum (36, 88) ein zweites Federelement (52, 90) auf-
genommen ist, welches sich mit einer Seite gegen
die Stirnfläche (38, 80) des den Steuer-
raum (36, 88) begrenzenden Kolbens (40, 70) und mit der anderen
Seite gegen die Innenseite (60, 82) des Bodens (30, 84) des topfförmigen Kolbens (28, 78) abstützt. 10 15

8. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Kolben (122) eine Hülse (124) geführt ist, die den Kopplerraum (132) seitlich begrenzt. 20

9. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (122) von einem Federelement (136) umschlossen ist, welches sich mit einer Seite gegen die Hülse (124) und mit der anderen Seite gegen eine tellerförmige Erweiterung (140) des Kolbens (122) abstützt und die Hülse (124) in einen Dichtsitz stellt. 25 30

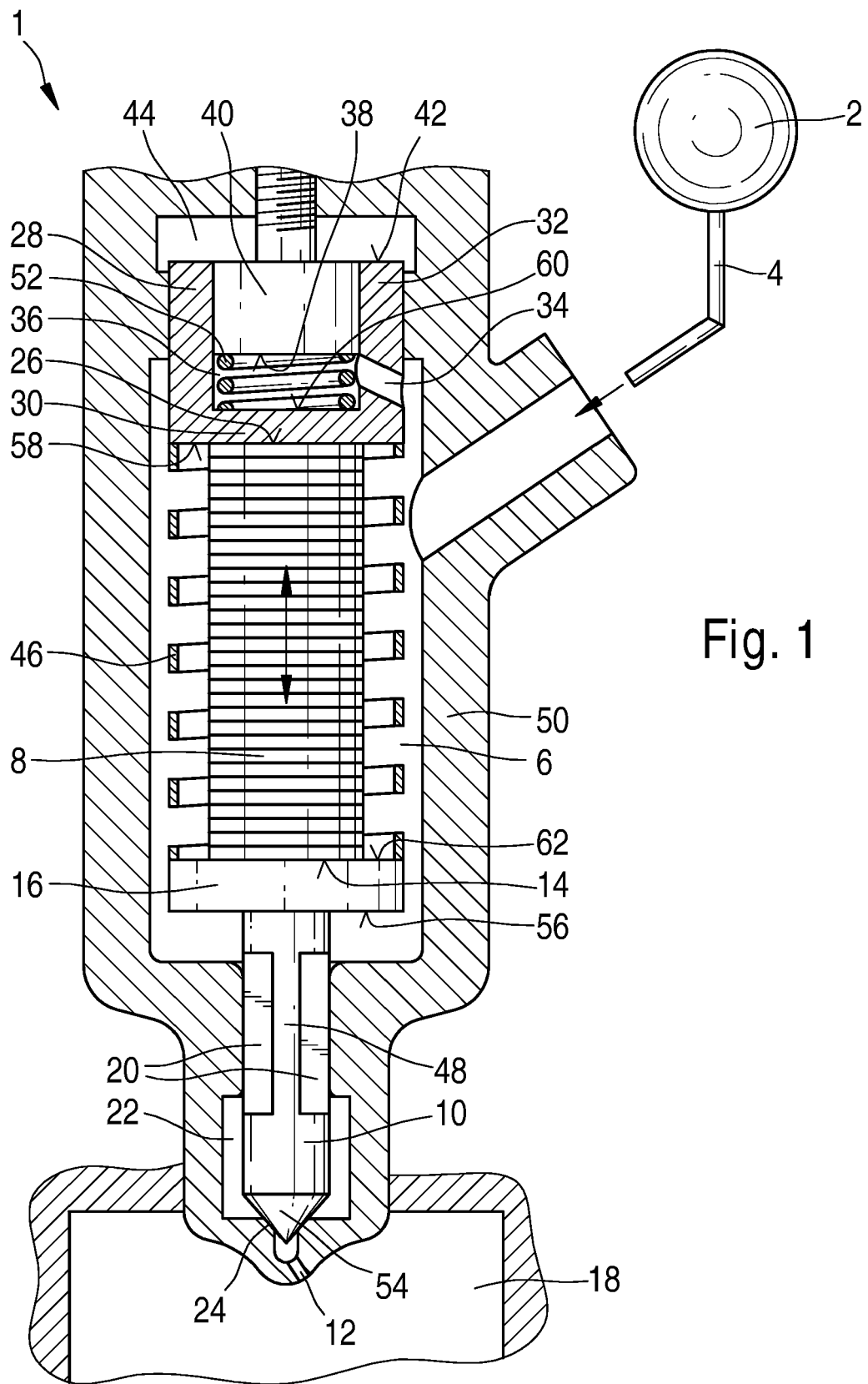
10. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dichtsitz als Dichtfläche (134) oder als Beißkante ausgebildet ist. 35

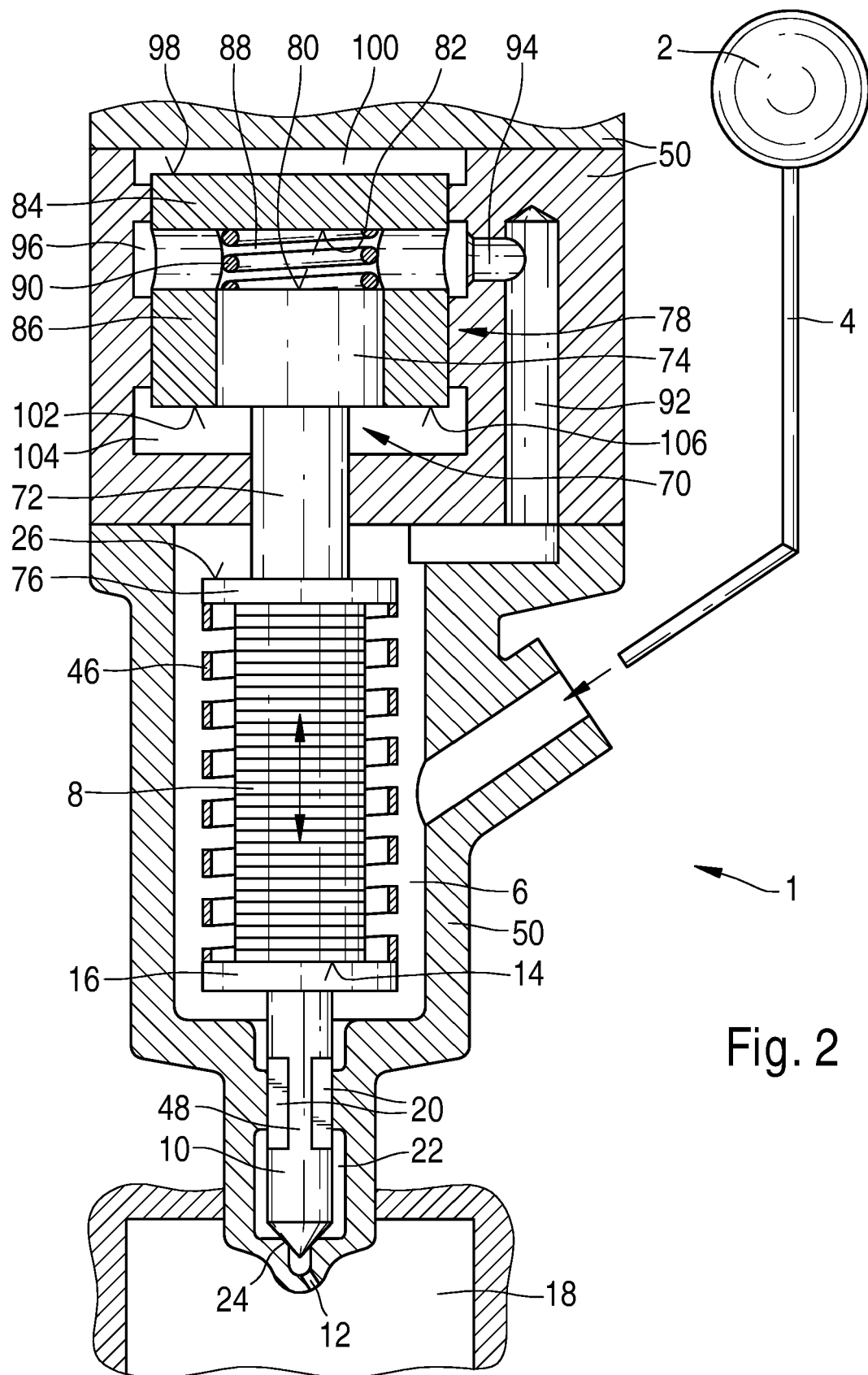
11. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Einspritzventilglied (10) einen Doppelsitz (114, 120) zum Verschließen der mindestens einen Einspritz-
öffnung (12) aufweist. 40

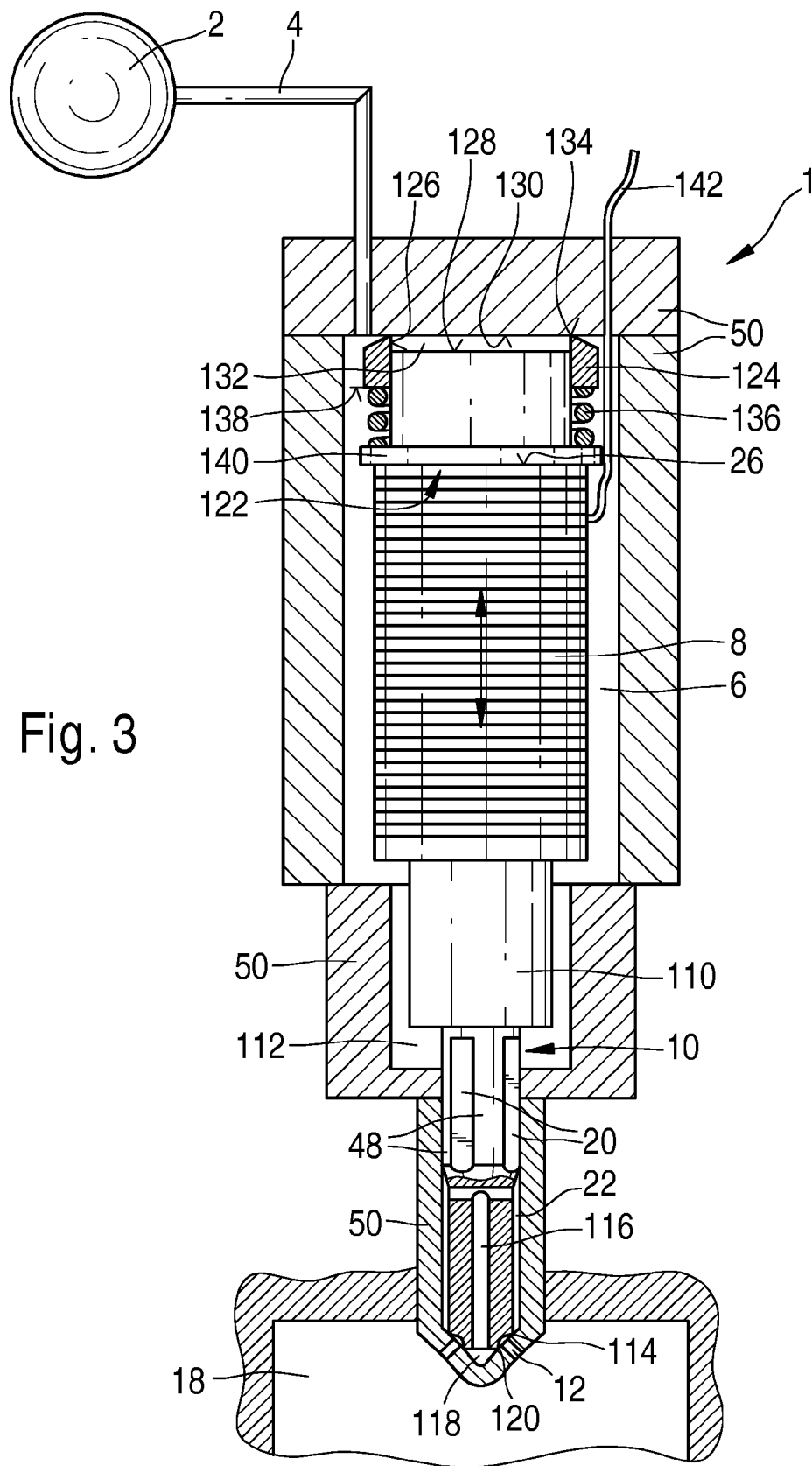
12. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktor (8) mit dem Einspritzventilglied (10) direkt me-
chanisch verbunden ist. 45

50

55









Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 06 10 0421

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 079 158 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 28. Februar 2001 (2001-02-28) * Spalte 8, Absatz 52 * * Spalte 10, Absatz 63; Abbildung 1 * -----	1,2,12	F02M61/16 F02M51/06
X	US 6 758 409 B1 (ITOH KATSUOKI) 6. Juli 2004 (2004-07-06) * Spalte 2, Zeilen 8-19 * -----	1,2,12	
A	EP 1 079 099 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 28. Februar 2001 (2001-02-28) * Spalte 4, Absatz 20 - Spalte 5, Absatz 23 * -----	1	
A	DE 100 35 168 A1 (SIEMENS AG) 7. Februar 2002 (2002-02-07) * Spalte 7, Absatz 54-56; Abbildung 1 * -----	1	
P,A	EP 1 519 037 A (ROBERT BOSCH GMBH) 30. März 2005 (2005-03-30) * Spalte 3, Absatz 20 - Spalte 4, Absatz 24; Abbildung 1 * -----	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F02M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 1. März 2006	Prüfer Etschmann, G
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 06 10 0421

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

01-03-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1079158 A	28-02-2001	DE 19940056 A1	22-03-2001
US 6758409 B1	06-07-2004	CZ 20012471 A3	13-11-2002
		WO 0134967 A1	17-05-2001
		DE 19953562 A1	23-05-2001
		EP 1144846 A1	17-10-2001
		JP 2003514189 T	15-04-2003
EP 1079099 A	28-02-2001	DE 19940054 A1	22-03-2001
		ES 2232362 T3	01-06-2005
DE 10035168 A1	07-02-2002	KEINE	
EP 1519037 A	30-03-2005	DE 10345203 A1	04-05-2005

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82