

(19)



(11)

EP 1 856 403 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
28.05.2014 Patentblatt 2014/22

(51) Int Cl.:
F02M 51/06 (2006.01) **F02M 61/18** (2006.01)
F02M 61/04 (2006.01) **F02M 63/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06700750.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2006/050237

(22) Anmeldetag: **17.01.2006**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2006/092344 (08.09.2006 Gazette 2006/36)

(54) **KRAFTSTOFFINJEKTOR MIT DIREKTGESTEUERTEM EINSPRITZVENTILGLIED MIT
DOPPELSITZ**

FUEL INJECTOR COMPRISING A DIRECTLY CONTROLLED INJECTION VALVE MEMBER WITH
A DOUBLE-SEAT

INJECTEUR DE CARBURANT COMPRENANT UN ELEMENT DE SOUPAPE D'INJECTION A
COMMANDE DIRECTE QUI PRESENTE UN DOUBLE SIEGE

(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**

(30) Priorität: **01.03.2005 DE 102005009148**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.11.2007 Patentblatt 2007/47

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder: **MAGEL, Hans-christoph
72793 Pfullingen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 198 672 EP-A- 1 382 838
EP-A1- 1 555 430 EP-A1- 1 626 173
WO-A-03/064848 DE-B3- 10 333 693
US-A1- 2004 154 562

EP 1 856 403 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).

BeschreibungTechnisches Gebiet

5 **[0001]** Die Erfindung betrifft einen Kraftstoffinjektor zum Einspritzen von über eine Hochdruckquelle dem Kraftstoffinjektor zugeführtem Kraftstoff in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine. Insbesondere betrifft die Erfindung einen Kraftstoffinjektor mit direktgesteuertem Einspritzventilglied mit Doppelsitz.

Stand der Technik

10 **[0002]** Zur Versorgung von Brennräumen selbstzündender Verbrennungskraftmaschinen mit Kraftstoff können sowohl druckgesteuerte als auch hubgesteuerte Einspritzsysteme eingesetzt werden. Als Kraftstoffeinspritzsysteme kommen neben Pumpe-Düse-Einheiten, Pumpe-Leitung-Düse-Einheiten auch Speichereinspritzsysteme zum Einsatz. Speichereinspritzsysteme (Common-Rail) ermöglichen in vorteilhafter Weise, den Einspritzdruck an Last und Drehzahl der
15 Verbrennungskraftmaschine anzupassen.

[0003] Aus dem Stand der Technik sind Common-Rail-Injektoren mit Piezo-Aktoren bekannt, bei welchen eine Düsennadel über den Druck in einem oder mehreren Steuerräumen gesteuert wird. Der Druck in diesem bzw. diesen Steuerräumen wird über den Piezo-Aktor und gegebenenfalls ein oder mehrere Steuerventil gesteuert. Bei derartigen Aufbauten wird also die Düsennadel indirekt durch den Piezo-Aktor gesteuert.

20 **[0004]** Neben diesen indirekt gesteuerten Common-Rail-Injektoren sind mittlerweile aus dem Stand der Technik auch Systeme bekannt, bei denen eine Düsennadel direkt von einem Piezo-Aktor gesteuert wird. Derartige Injektoren weisen eine große Öffnungs- und Schließgeschwindigkeit sowie zumeist einen vergleichsweise einfachen Injektoraufbau auf. Derartige Injektoren benötigen jedoch lange Piezo-Aktoren, um den notwendigen Düsennadelhub zu erreichen.

[0005] Aus der DE 195 19 191 C1 ist ein Einspritzventil für Kraftstoffeinspritzsysteme bekannt, welches eine Düsennadel und eine die Düsennadel antreibenden Stößel aufweist sowie eine piezoelektrische Ansteuereinrichtung, die über einen Primär- und einen Sekundärkolben hydraulisch übersetzt ist. Über den Sekundärkolben treibt die piezoelektrische Ansteuereinrichtung den Stößel an, der wiederum die Düsennadel direkt steuert. Der in der DE 195 19 191 C1 beschriebene Aufbau ist jedoch vergleichsweise komplex und weist insbesondere den Nachteil auf, dass vergleichsweise lange Piezo-Aktoren eingesetzt werden müssen, um den nötigen Hub für den Einspritzvorgang zu erzielen und die Düsennadel
25 zu entdrosseln.

[0006] Alternativ können hydraulische Übersetzer eingesetzt werden. Dabei sind jedoch meist große hydraulische Übersetzungen zwischen Aktorhub und Düsennadelhub erforderlich sowie eine Verwendung langer mechanischer Verbindungsteile. Daher weisen diese Injektoren in der Regel ein schlechtes, indirektes Übertragungsverhalten von der Schaltkraft des Aktors auf die Düsennadel auf.

35 **[0007]** Dokument D1, EP 1 555 430 B1 bezieht sich auf eine Einspritzdüse für eine Verbrennungskraftmaschine. Ein Ventil, welches innerhalb einer Bohrung eines Düsenkörpers bewegbar aufgenommen ist, weist einen ersten und einen zweiten Sitz auf, welche mit jeweils einer Sitzfläche zur Anlage kommen. Der erste Sitz steuert die Abgabe von Kraftstoff aus einer ersten Versorgungskammer in eine Abgabekammer und der zweite Sitz die Abgabe von Kraftstoff aus einer zweiten Versorgungskammer. Die erste und die zweite Versorgungskammer stehen miteinander in Verbindung. Beim
40 Öffnen des Ventils wird Kraftstoff am ersten und zweiten Sitz vorbei in mindestens einen Düsenauslass strömen. Eine Ventildüse kann mithilfe eines direkten piezoelektrischen Stellantriebs oder mittels eines piezoelektrisch betätigbaren Steuerventils in Anordnung betätigt werden. D1 offenbart unterschiedliche Ventilebereiche umfassend fünf unterschiedliche Bereiche, welche als kegelstumpfförmige Bereiche in unterschiedlichen Konuswinkeln ausgebildet sind.

[0008] Weiter ist aus EP 1 626 173 A1 ein Einspritzventil bekannt, bei dem eine Düsennadel mit Hilfe eines Piezoaktors in Längsrichtung bewegbar ist, die einer ersten Spritzlochreihe ansteuert. Die Düsennadel führt in einer an ihrem brennraumseitigen Ende ausgebildeten Längsbohrung eine innere Düsennadel zum Ansteuern einer zweiten Spritzlochreihe.
45

Vorteile der Erfindung

50 **[0009]** Insbesondere zur Reduzierung der notwendigen Aktorlänge ist ein Einspritzventilglied erforderlich, das zum vollständigen Öffnen der Einspritzöffnungen nur einen geringen Hub durchlaufen muss. Dies kann mit einem Einspritzventilglied mit Doppelsitz und Kraftstoffversorgung über beide Dichtsitz erreicht werden. Der Kern der Erfindung besteht darin, einen solchen Doppelsitz des Einspritzventilglieds mit Kraftstoffversorgung der Einspritzöffnungen über beide Dichtsitz mit einer direkten Ansteuerung des Einspritzventilglieds durch einen Piezo-Aktor zu kombinieren, um dadurch
55 eine optimierte Injektorauslegung zu erreichen. Zu diesem Zweck wird ein Kraftstoffinjektor zum Einspritzen von über eine Hochdruckquelle unter Druck dem Kraftstoffinjektor zugeführten Kraftstoff in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine vorgeschlagen. Dieser Kraftstoffinjektor weist ein Injektorgehäuse, einen Hochdruckraum, einen Druckraum, einen Düsenraum, einen in dem Hochdruckraum gelagerten elektrisch ansteuerbaren linearen Aktor und ein mit

dem linearen Aktor über eine Kopplung gekoppeltes Einspritzventilglied auf. Dabei stehen der Druckraum und der Hochdruckraum sowie der Düsenraum und der Druckraum fluidisch miteinander in Verbindung. Das Einspritzventilglied ist in mindestens einem Führungsabschnitt linear geführt, so dass das Einspritzventilglied parallel bzw. antiparallel zu einer Schließrichtung eine Öffnungs- und eine Schließbewegung ausführen kann. Das Einspritzventilglied weist mindestens zwei Dichtsitze auf, dergestalt, dass in einer geschlossenen Stellung die Dichtsitze an mindestens einer Wand des Düsenraums anliegen. Dadurch wird der Düsenraum in mindestens drei Teilräume unterteilt, wobei ein in Schließrichtung erster und ein in Schließrichtung dritter Teilraum jeweils fluidisch mit dem Druckraum in Verbindung stehen. Ein in Schließrichtung zwischen dem ersten Teilraum und dem dritten raum angeordneter zweiter Teilraum ist fluidisch vom ersten Teilraum und vom dritten Teilraum entkoppelt und steht fluidisch mit mindestens einer Einspritzöffnung zum Einspritzen von Kraftstoff in den Verbrennungsraum in Verbindung.

[0010] Bei dem Aktor kann es sich beispielsweise um einen Piezo-Aktor handeln, wobei jedoch auch andere Aktorbauformen, beispielsweise Magnet-Aktoren, einsetzbar sind. Bei der Kopplung kann es sich beispielsweise um eine hydraulische Kopplung handeln. Diese hydraulische Kopplung kann zusätzlich beispielsweise auch einen hydraulischen Übersetzer, insbesondere zum Übersetzen eines Hubes des Aktors in einen Hub des Einspritzventilglieds aufweisen. Auch dies soll im Rahmen der vorliegenden Erfindung unter einer "direkten Nadelsteuerung" verstanden werden. Als besonders vorteilhaft hat es sich dabei erwiesen, wenn dieser Übersetzer ein Übersetzungsverhältnis im Bereich von 0,5 bis 2, vorzugsweise im Bereich von 1,0 bis 1,5 und besonders bevorzugt von 1,0 aufweist. Unter einem Übersetzungsverhältnis ist dabei das Verhältnis eines Einspritzventilgliedhubes zum Hub des Aktors zu verstehen.

[0011] Die hydraulische Kopplung kann beispielsweise über einen Kopplungsraum erfolgen, welcher insbesondere mit einem hydraulischen Fluid (vorzugsweise Kraftstoff) gefüllt ist und welcher beispielsweise durch einen mit dem Aktor verbundenen ersten Kopplerkolben und einen mit dem Einspritzventilglied verbundenen zweiten Kopplerkolben sowie mindestens eine Dichthülse begrenzt sein kann. Dabei kann die Dichthülse über mindestens eine Feder mit dem ersten und/oder dem zweiten Kopplerkolben verbunden sein. Als besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, wenn der mindestens eine Kopplungsraum einen ersten Kopplungsraum und einen zweiten Kopplungsraum aufweist, welche über mindestens einen Verbindungskanal fluidisch miteinander in Verbindung stehen. Dabei ist es von besonderem Vorteil, wenn dieser mindestens eine Verbindungskanal mindestens eine Drosselement aufweist, an welcher der mindestens eine Verbindungskanal in seinem Querschnitt verengt ist. Die Kopplungsräume können beispielsweise über eine mit dem Injektorgehäuse verbundene Trennwand getrennt sein, wobei sowohl eine starre Verbindung wie auch eine flexible Verbindung eingesetzt werden kann. Weiterhin kann die mindestens eine Dichthülse auch zwei einzelne Dichthülsen aufweisen, wobei die erste Dichthülse über eine erste Feder mit dem ersten Kopplerkolben und die zweite Dichthülse über eine zweite Feder mit dem zweiten Kopplerkolben verbunden ist und wobei die erste Dichthülse und die zweite Dichthülse jeweils mit der Trennwand verbunden sind. Alternativ könnte auch die erste Dichthülse mit dem ersten Kopplerkolben und die zweite Dichthülse mit dem zweiten Kopplerkolben verbunden sein, wobei beide Dichthülsen jeweils über eine Feder an der Trennwand abgestützt sind. Auch eine Konstruktion, bei der jede Dichthülse jeweils mit einer Feder am jeweiligen Kopplerkolben und mit einer zweiten Feder an der Trennwand abgestützt ist, ist denkbar.

[0012] Die fluidische Verbindung zwischen dem Druckraum und dem Düsenraum bzw. dem Druckraum und dem ersten Teilraum und/oder dem zweiten Teilraum kann beispielsweise über mindestens einen in das Einspritzventilglied eingelassenen Strömungskanal erfolgen. Insbesondere bietet es sich dabei an, einen Strömungskanal in Form einer in das Einspritzventilglied eingelassenen Nut oder mehrerer derartiger Nuten zu verwenden.

[0013] Durch den erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektor wird die erforderliche Aktorlänge zur direkten Nadelsteuerung stark reduziert. Zudem ist zwischen Aktor und Einspritzventilglied keine oder nur eine kleine Wegübersetzung notwendig, um den erforderlichen Einspritzventilgliedhub zu erreichen. Dabei ist eine Auslegung des hydraulischen Kopplers mit einem Hubübersetzungsverhältnis um Eins möglich. Somit ergibt sich ein sehr steifes Übertragungsverhalten der Aktorstellkräfte auf das Einspritzventilglied, wodurch eine optimale Stellgenauigkeit des Einspritzventilglieds erreicht wird. Eine solche Injektorauslegung erlaubt die genaue Zumessung kleiner Mengen an Kraftstoff. Durch die hohe Übertragungssteifigkeit und die schnelle Nadelbewegung wird ein robustes Design mit geringen Einflüssen von Fertigungstoleranzen erreicht.

Zeichnung

[0014] Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend näher erläutert.

[0015] Es zeigt:

Figur 1 ein nicht erfindungsgemäßer Kraftstoffinjektor mit einem Einspritzventilglied mit Doppelsitz und einer direkten Steuerung des Einspritzventilglieds über einen Aktor und einen hydraulischen Übersetzer;

Figur 2 ein erstes Ausführungsbeispiel eines Kraftstoffinjektors mit einem Einspritzventilglied mit Doppelsitz und direkter Steuerung des Einspritzventilglieds mit einem einfachen Kopplungsraum; und

Figur 3 ein weiteres zu Figur 2 alternatives Ausführungsbeispiel mit einem einfachen Kopplungsraum und einer auf einem einzelnen Kopplerkolben gerührten Dichthülse.

Ausführungsbeispiele

[0016] Figur 1 zeigt einen nicht erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektor 110 zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine. Der Kraftstoffinjektor 110 ist über eine Hochdruckleitung 112 mit einem Druckspeicher (Common-Rail) 114 verbunden. Weiterhin weist der Kraftstoffinjektor 110 ein Injektorgehäuse 116 auf. Das Injektorgehäuse 116 weist einen Hochdruckraum 118 auf, welcher über die Hochdruckleitung 112 mit dem Druckspeicher 114 in Verbindung steht und mit unter Druck stehendem Kraftstoff versorgt wird. Weiterhin weist das Injektorgehäuse 116 einen Druckraum 120 sowie einen Düsenraum 122 auf. Der Druckraum 120 steht mit dem Hochdruckraum 118 über Kraftstoffkanäle 124 in Verbindung, welche in eine Trennwand 126 eingelassen sind, welche den Druckraum 120 vom Hochdruckraum 118 trennt. Die Kraftstoffkanäle 124 sind in diesem Ausführungsbeispiel als zylindrische Bohrungen ausgeführt, welche in die Trennwand 126 eingebracht sind. Auch andere Ausgestaltungen der Kraftstoffkanäle sind denkbar.

[0017] In den Druckraum 120 und den Düsenraum 122 ist ein Einspritzventilglied 128 eingebracht, welche entlang eines Führungsabschnitts 130 im Düsenraum 122 geführt ist. Somit kann sich das Einspritzventilglied 128 parallel oder antiparallel zu einer Schließrichtung 132 des Kraftstoffinjektors 110 bewegen. Im Führungsabschnitt 130 des Einspritzventilglieds 128 sind Strömungskanäle 134 in Form von in das Einspritzventilglied 128 eingelassenen Abflachungen vorgesehen. Auch andere Ausgestaltungen der Strömungskanäle 134 sind denkbar, beispielsweise Bohrungen etc. Diese Strömungskanäle 134 erstrecken sich vertikal und sind in diesem Ausführungsbeispiel entlang des Umfangs des Einspritzventilglieds 128 gleichmäßig verteilt. Die Strömungskanäle 134 bewirken, dass trotz der Führung des Einspritzventilglieds 128 im Führungsabschnitt 130 der Düsenraum 122 mit dem Druckraum 120 des Kraftstoffinjektors 110 fluidisch in Verbindung steht. Auf diese Weise kann Kraftstoff vom Hochdruckraum 118 durch den Druckraum 120 in Schließrichtung 132 hin zu einem oder einer Mehrzahl von Einspritzöffnungen 136 fließen, welche im unteren Bereich des Kraftstoffinjektors 110 in die Wand eines konisch zulaufenden Bereichs 138 des Düsenraums 122 eingelassen sind. Die Ausgestaltung dieser Einspritzöffnungen 136 ist aus dem Stand der Technik bekannt und kann, in Abhängigkeit von dem Verbrennungsmotor, beispielsweise in ihrer Gestalt, Anzahl und Anordnung variieren.

[0018] In den Hochdruckraum 118 ist in diesem Ausführungsbeispiel ein Piezo-Aktor 140 eingebracht, welcher sich in Schließrichtung 132 des Einspritzventilglieds 128 ausdehnen bzw. zusammenziehen kann. Der Piezo-Aktor 140 ist an seiner Oberfläche durch eine geeignete Abdichtung gegenüber dem Umgebungsmedium (Kraftstoff) abgedichtet, damit die Funktionalität des Piezo-Aktors 140 durch den Kraftstoff nicht beeinträchtigt wird. Der Piezodes Injektorgehäuses 116 abgestützt. In die obere Wand 144 ist eine Öffnung 146 eingebracht, über welche elektrische Kontakte 148 zur Ansteuerung des Piezo-Aktors 140 aus dem Injektorgehäuse 116 herausgeführt werden. Die Öffnung 146 kann nach dem Herausführen der elektrischen Kontakte 148 durch eine geeignete Dichtmasse, beispielsweise einen Kunststoff, dicht verschlossen werden.

[0019] An seinem unteren Ende ist der Piezo-Aktor 140 mit einem ersten Kopplerkolben 150 verbunden. Diese erste Kopplerkolben 150 ist an seinem unteren Rand von einer ersten Dichthülse 152 umgeben, welche über eine erste Spiralfeder 154 gegenüber einem Vorsprung 156 des ersten Kopplerkolbens 150 abgestützt ist und somit gegen die Trennwand 126 gepresst wird. Die erste Dichthülse 152 hat ringförmige Gestalt und liegt dicht am ersten Kopplerkolben 150 an. Somit bildet sich zwischen dem ersten Kopplerkolben 150 und der Trennwand 126 ein erster Kopplungsraum 158, welcher durch die Trennwand 126, den ersten Kopplerkolben 150 und die Dichthülse 152 begrenzt wird. Die erste Dichthülse 152 ist an ihrem unteren Ende spitz zulaufend ausgeformt, so dass eine Dichtkante gebildet wird. Der erste Kopplungsraum 158 kann beispielsweise durch eine entsprechende Spaltströmung in der Führung oder auch durch andere Drosselelemente mit Kraftstoff befüllt werden.

[0020] Das obere Ende des Einspritzventilglieds 128 weist einen zweiten Kopplerkolben 160 auf. Wie auch der erste Kopplerkolben 150 ist auch der zweite Kopplerkolben 160 zylindrisch ausgestaltet. An seinem oberen Ende ist der zweite Kopplerkolben 160 umgeben von einer zweiten, kreisringförmigen Dichthülse 162, deren Rand nach oben hin in diesem Ausführungsbeispiel wiederum spitz zuläuft. Auch andere Ausgestaltungen der Dichthülsen 152, 162 sind denkbar. Die zweite Dichthülse 162 ist durch eine zweite Spiralfeder 164 auf einem Vorsprung 166 des zweiten Kopplerkolbens 160 abgestützt und wird dadurch gegen die Trennwand 126 gepresst. Die Dichthülse 162, die obere Fläche des zweiten Kopplerkolbens 160 und die Trennwand 126 begrenzen einen zweiten Kopplungsraum 168. Wiederum kann dieser zweite Kopplungsraum 168 beispielsweise über eine Spaltströmung oder andere Drosselelemente mit Kraftstoff befüllt werden.

[0021] In die Trennwand 126 ist weiterhin ein Verbindungskanal 170 eingelassen, über welchen Kraftstoff aus dem ersten Kopplungsraum 158 in den zweiten Kopplungsraum 168 strömen kann und umgekehrt. Der Verbindungskanal 170 weist im Wesentlichen die Gestalt einer zylindrischen Bohrung auf. Auch andere Ausgestaltungen sind denkbar, beispielsweise eine Mehrzahl von Bohrungen oder auch nicht-geradliniger Verlauf der des Verbindungskanals 170.

Vorzugsweise näherungsweise mittig weist der Verbindungskanal 170 ein Drosselement 172 in Form einer räumlich gegenüber der Länge des Verbindungskanals 170 begrenzten Verengung auf. Auch andere Ausgestaltungen des Drosselements 172 sind denkbar. grenzten Verengung auf. Auch andere Ausgestaltungen des Drosselements 172 sind denkbar.

[0022] Die beiden Kopplungsräume 158 und 168 realisieren eine hydraulische Kraft-Übertragung zwischen dem ersten Kopplerkolben 150 (und damit dem Piezo-Aktor 140) und dem Einspritzventilglied 128. Durch diese hydraulische Kraft-Übertragung wird insbesondere ein Ausgleich von Temperaturdehnungen und Fertigungstoleranzen der Bauelemente bewirkt. Gleichzeitig kann durch diesen hydraulischen Koppler eine Weg-Kraft-Übertragung zwischen Piezo-Aktor 140 und Einspritzventilglied 128 realisiert werden.

[0023] Im Ruhezustand herrscht in den beiden Kopplungsräumen 158 und 168 der gleiche Druck wie im Hochdruckraum 118, also näherungsweise der Druck des Druckspeichers 114 (Rail-Druck). Das Einspritzventilglied 128 ist dann geschlossen. Der Piezo-Aktor 140 ist im Ruhezustand elektrisch aufgeladen und weist somit seine maximale Längenausdehnung auf. Zur Ansteuerung des Kraftstoffinjektors 110 wird der Piezo-Aktor 140 entladen, wodurch sich der Piezo-Aktor 140 verkürzt und der erste Kopplerkolben 150 entgegen der Schließrichtung 132 bewegt wird. Dadurch fällt der Druck im ersten Kopplungsraum 158 ab. Zum Druckausgleich strömt Kraftstoff aus dem zweiten Kopplungsraum 168 durch den Verbindungskanal 170 in den ersten Kopplungsraum 158, wodurch wiederum im zweiten Kopplungsraum 168 kurzfristig ein Unterdruck entsteht. Dieser Unterdruck wird ausgeglichen, indem sich der zweite Kopplerkolben 160 und somit das gesamte Einspritzventilglied 128 nach oben, also entgegen der Schließrichtung 132, bewegt. Dadurch wird ein Öffnungsvorgang des Einspritzventilglieds 128 eingeleitet. Zum Schließen des Einspritzventilglieds 128 wird der Piezo-Aktor 140 wieder elektrisch geladen und dehnt sich dabei wieder aus (in Schließrichtung 132). Dadurch entsteht kurzfristig im ersten Kopplungsraum 158 ein Überdruck, welcher dadurch ausgeglichen wird, dass durch den Verbindungskanal 170 Kraftstoff in den zweiten Kopplungsraum 168 strömt, wodurch wiederum ein Druck auf den zweiten Kopplerkolben 160 ausgeübt wird. Damit schließt sich das Einspritzventilglied 128, indem sie eine Bewegung in Schließrichtung 132 ausführt.

[0024] Die in Figur 1 dargestellte Vorrichtung mit den beiden Kopplungsräumen 158 und 168 wirkt nicht nur als hydraulische Kraft-Übertragung, sondern kann auch als hydraulischer Übersetzer 174 zum Übersetzen eines Hubs des Piezo-Aktors 140 in einen Hub des Einspritzventilglieds 128 wirken. Dieser hydraulische Übersetzer 174 setzt sich also aus dem ersten Kopplerkolben 150, dem ersten Kopplungsraum 158, dem Verbindungskanal 170, dem zweiten Kopplungsraum 168 und dem zweiten Kopplerkolben 160 zusammen. Das Übersetzungsverhältnis des hydraulischen Übersetzers 174 ergibt sich aus dem Verhältnis der hydraulischen Flächen der Kopplerkolben 150 und 160, also der jeweils dem ersten Kopplungsraum 158 zugewandten Stirnfläche des ersten zweiten Kopplerkolbens 160 eine Hubübersetzung mit einem Übersetzungsverhältnis größer als Eins herbeigeführt werden, wodurch auch mit einem geringen Hub des Piezo-Aktors 140 ein größerer Hub des Einspritzventilglieds 128 bewirkt werden kann. Dadurch lässt sich die Baulänge des Piezo-Aktors 140 verkürzen. Auch mit einem Flächenverhältnis von Eins, also einer 1:1-Hubübersetzung, lässt sich der dargestellte Kraftstoffinjektor 110 betreiben, wobei der hydraulische Übersetzer 174 in diesem Fall beispielsweise, wie oben beschrieben, zum Ausgleich von Temperaturdehnungen und Fertigungstoleranzen vorteilhaft eingesetzt werden kann.

[0025] Das Einspritzventilglied 128 weist neben dem bereits beschriebenen zweiten Kopplerkolben 160 einen an den Kopplerkolben 160 in Schließrichtung 132 nach unten anschließenden Führungsabschnitt 130, gefolgt von einem konischen Abschnitt 176 und einem zylindrischen Frontabschnitt 178 auf. Der zylindrische Frontabschnitt 178 des Einspritzventilglieds 128 weist einen geringeren Durchmesser als der Düsenraum 122 auf, so dass zwischen dem Frontabschnitt 178 und der Wand des Düsenraums 122 ein Ringspalt 180 entsteht. Kraftstoff, welcher aus dem Druckraum 120 über die Strömungskanäle 134 im Führungsabschnitt 130 des Einspritzventilglieds 128 strömt, kann durch diesen Ringspalt 180 in Schließrichtung 132 des Einspritzventilglieds 128 in Richtung auf die Einspritzöffnungen 136 strömen.

[0026] Weiterhin weist das Einspritzventilglied 128 in seinem Frontabschnitt 178 an seinem unteren Ende zwei Dichtsitze 182, 184 auf. Diese Dichtsitze 182, 184 sind als umlaufende, kreisförmige Kanten einer Einschnürung 186 im Bereich der Spitze des Einspritzventilglieds 128 ausgebildet. Im geschlossenen Zustand des Einspritzventilglieds 128, also wenn das Einspritzventilglied 128 sich in seiner in Bezug auf die Schließrichtung 132 untersten Stellung befindet, liegen die Dichtsitze 182, 184 fest an der Innenwand des konisch zulaufenden Bereichs 138 des Düsenraums 122 an. Dabei sind die Dichtsitze 182, 184 so ausgestaltet, dass sie bei Anliegen der Spitze des Einspritzventilglieds 128 an der Innenwand des konisch zulaufenden Bereichs 138 des Düsenraums 122 im Bereich der ringförmigen Einschnürung 186 einen ringförmigen Hohlraum (zweiter Teilraum 190, s. u.) ausbilden. Die Einspritzöffnungen 136 sind im Bereich dieses ringförmigen Hohlrums in der Wand des konisch zulaufenden Bereichs 138 angeordnet. Die Dichtsitze 182, 184 unterteilen also den Düsenraum 122 in drei Teilräume 188, 190, 192: Einen ersten Teilraum 188, welcher in Schließrichtung 132 oberhalb des Dichtsitzes 182 angeordnet ist, einen zweiten Teilraum 190, welcher zwischen den beiden Dichtsitzen 182 und 184 angeordnet ist und einen dritten Teilraum 192, welcher unterhalb des Dichtsitzes 184 angeordnet ist, in einem Bereich, welcher durch den Frontabschnitt 178 des Einspritzventilglieds 128 nicht vollständig ausgefüllt wird.

[0027] Im Bereich des Frontabschnitts 178 des Einspritzventilglieds 128 sind Strömungskanäle 194 in das Einspritzventilglied 128 eingelassen, beispielsweise in Form von zentralen Bohrungen reich, welcher durch den Frontabschnitt 178 des Einspritzventilglieds 128 nicht vollständig ausgefüllt wird.

[0028] Im Bereich des Frontabschnitts 178 des Einspritzventilglieds 128 sind Strömungskanäle 194 in das Einspritzventilglied 128 eingelassen, beispielsweise in Form von zentralen Bohrungen in dem Einspritzventilglied 128. Über diese Strömungskanäle 194 kann Kraftstoff vom ersten Teilraum 188 in den dritten Teilraum 192 strömen, so dass beide Teilräume 188, 192 fluidisch miteinander in Verbindung stehen und in diesen Teilräumen 188, 192 gleicher Kraftstoffdruck herrscht.

[0029] Im geschlossenen Zustand des Einspritzventilglieds 128 sind die Einspritzöffnungen 136 durch die beiden Dichtsitze 182, 184 des Einspritzventilglieds 128 abgedichtet. Beim Öffnen des Einspritzventilglieds 128, also bei einer Bewegung entgegen der Schließrichtung 132, werden somit zwei Dichtsitze 182, 184 im Wesentlichen gleichzeitig geöffnet. Diese Dichtsitze 182, 184 weisen zudem vorteilhafter Weise einen großen Durchmesser auf, also einen Durchmesser, welcher möglichst nahe beim Durchmesser des ersten Teilraums 188 liegt. Durch diese Ausgestaltung wird eine Entdrosselung des Kraftstoffinjektors (und damit der Beginn eines Einspritzvorgangs) bereits bei geringem Einspritzventilgliedhub erreicht, zum Beispiel bei einem Hub des Einspritzventilglieds 128 von 40 µm. Ein derart kleiner Hub kann bereits von sehr kurzen Piezo-Aktoren 140, wie sie derzeit in Serienproduktion beherrschbar sind, bereitgestellt werden. Typische Piezo-Aktoren 140 weisen Aktorlängen von ca. 35 mm und einen Hub von ca. 45 Mikrometern auf. Der beschriebene Aufbau bewirkt, dass der hydraulische Übersetzer 174 bereits mit einer sehr geringen hydraulischen Übersetzung, insbesondere mit einem Übersetzungsverhältnis zwischen 0,5 und 2, vorteilhafter Weise im Bereich von Eins, ausgelegt werden kann. Dadurch wird ein steifes Übertragungsverhalten zwischen dem Piezo-Aktor 140 und des Einspritzventilglieds 128 erzielt, wodurch die Schalteigenschaften des Kraftstoffinjektors 110 stark verbessert werden. Insbesondere wird die exakte Zumessung sehr kleiner Voreinspritzmengen ermöglicht. Weiterhin ist der beschriebene Kraftstoffinjektor sehr robust gegenüber Fertigungstoleranzen.

[0030] Durch die optionale Verwendung des Drosselelementes 172 zwischen dem ersten Kopplungsraum 158 und dem zweiten Kopplungsraum 168 kann die Öffnungscharakteristik des Einspritzventilglieds 128 weiter optimiert werden. Durch eine Dämpfung der Öffnungsgeschwindigkeit des Einspritzventilglieds 128 durch geeignete Einstellung des Drosselelement 172 kann eine optimierte Kleinstmengenfähigkeit und ein vorteilhafter Einspritzratenverlauf erreicht werden.

[0031] Bei Verwendung eines Übersetzungsverhältnisses des hydraulischen Übersetzers 174 von Eins ergeben sich gleiche hydraulische Flächen für den ersten Kopplerkolben 150 und den zweiten Kopplerkolben 160, insbesondere (bei zylindrischer Ausgestaltung) gleiche Durchmesser dieser Kolben 150, 160. Dadurch ist eine Vereinfachung des konstruktiven Aufbaus möglich. In Figur 2 ist schematisch ein entsprechendes erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel mit geändertem Aufbau des hydraulischen Übersetzers 174 dargestellt.

[0032] Wiederum weist der Kraftstoffinjektor 110 gemäß dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 ein Injektorgehäuse 116 mit einem Hochdruckraum 118, einem Druckraum 120 und einem Düsenraum 122 auf. Die Ausgestaltung des Einspritzventilglieds 128 ist analog zur Ausgestaltung des Einspritzventilglieds 128 gemäß dem Ausführungsbeispiel in Figur 1. Auch die Funktion der Kraftstoffzufuhr zu den Einspritzöffnungen 136, insbesondere die Ausgestaltung des Einspritzventilglieds 128 mit zwei Dichtsitzen 182 und 184 und den Teilräumen 188, 190, 192, ist identisch bzw. funktionsgleich zu Figur 1.

[0033] Das erste Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 unterscheidet sich von dem Kraftstoffinjektor gemäß Figur 1 lediglich in der Ausgestaltung des hydraulischen Übersetzers 174. Wiederum ist der Piezo-Aktor 140 an seinem in Schließrichtung 132 unteren Ende mit einem ersten Kopplerkolben 150 verbunden, welcher wiederum einen Vorsprung 156 aufweist. Auch das Einspritzventilglied 128 weist wiederum an seinem oberen Ende einen zweiten Kopplerkolben 160 auf. In diesem Ausführungsbeispiel sind der erste Kopplerkolben 150 und der zweite Kopplerkolben 160 jedoch beide von einer einzelnen Dichthülse 210 umschlossen, welche sich an ihrem oberen Ende am Vorsprung 156 des ersten Kopplerkolbens 150 abstützt. Am unteren Ende stützt sich die Dichthülse 210 über eine Spiralfeder 212 auf dem Vorsprung 166 des zweiten Kopplerkolbens 160 ab. Somit entsteht, begrenzt durch den ersten Kopplerkolben 150, den zweiten Kopplerkolben 160 und die Dichthülse 210, ein Kopplungsraum 214. Die Trennwand 126 steht in diesem Ausführungsbeispiel nicht in Verbindung mit dem Kopplungsraum 214, sondern weist eine zylindrische Bohrung 216 auf, durch welche die Dichthülse 210 geführt wird. Somit bildet sich zwischen der Dichthülse 210 und der Trennwand 126 ein Ringspalt 218, über welchen Kraftstoff aus dem Hochdruckraum 118 in den Druckraum 120 strömen kann. Das in Figur 2 dargestellte Ausführungsbeispiel hat insbesondere den Vorteil, dass gegenüber dem Ausführungsbeispiel in Figur 1 die Anzahl der Bauteile erheblich verringert ist. Alternativ zu dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel kann die Dichthülse 210 auch als integraler Bestandteil des ersten Kopplerkolbens 150 ausgestaltet sein. Alternativ kann die Dichthülse 210 auch als integraler Bestandteil des zweiten Kopplerkolbens 160 ausgestaltet sein, in welchem Fall die Dichthülse 210 an ihrem oberen Ende mittels der Feder 212 gegen den Vorsprung 156 des ersten Kopplerkolbens 150 abzustützen wäre. Weiterhin lassen sich alternativ auch zwei Spiralfedern 210 einsetzen, wobei die Dichthülse 210 sowohl gegenüber dem Vorsprung 166 des zweiten Kopplerkolbens 160 als auch gegenüber dem Vorsprung 156 des ersten Kopplerkolbens 150 abgestützt wäre. Zu einer Erreichung minimaler Volumina im Kopplungsraum ist jedoch eine

zweiteilige Ausführung mit getrennter Dichthülse 210, wie in Figur 2 dargestellt, vorteilhaft. Durch ein minimales Volumen im Kopplungsraum wird die Kraftübertragung verbessert und werden Verluste minimiert.

[0034] In Figur 3 ist ein weiteres, zur Ausführung gemäß Figur 2 alternatives Ausführungsbeispiel eines Kraftstoffinjektors 110 dargestellt. Das Einspritzventilglied 128 und die Funktionalität der Dichtsitz 182, 184 sind hierbei analog zur Ausführung gem. Figur 2 ausgestaltet. Auch dieses Ausführungsbeispiel weist wiederum einen Kopplungsraum 310 zur Kraftübersetzung zwischen Piezo-Aktor 140 und Einspritzventilglied 128 auf. Der Kopplungsraum 310 ist wiederum durch eine Dichthülse 312 umgeben. Die Ausführung gemäß Figur 3 unterscheidet sich von der Ausführung gemäß Figur 2 im Wesentlichen in der Führung der Dichthülse 312: Die Kopplung gemäß Figur 3 weist lediglich einen Kopplerkolben 150 auf, auf welchem die Dichthülse 312 geführt ist. Auf eine Führung der Dichthülse 312 durch einen zweiten Kopplerkolben (analog zum Kopplerkolben 160 gem. Figur 2) ist hier verzichtet worden. Die Dichthülse 312 ist an ihrem nach unten (d. h. zum Einspritzventilglied 128 hin) weisenden Ende mit einer Dichtkante 314 versehen und stützt sich direkt auf dem Vorsprung 166 des Einspritzventilgliedes 128 ab. Ein Federelement 316, welches sich an seinem oberen Ende auf dem Vorsprung 156 des mit dem Piezo-Aktor 140 verbundenen Kopplerkolbens 150 abstützt, beaufschlagt die Dichthülse 312 mit einer Kraft in Schließrichtung 132.

[0035] In diesem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3 ist auf den zweiten, mit dem Einspritzventilglied 128 verbundenen Kopplerkolben 160 verzichtet worden, und die Dichthülse 312 wird lediglich auf dem ersten, mit dem Piezo-Aktor 140 verbundenen Kopplerkolben 150 geführt. Alternativ könnte auch auf den Kopplerkolben 150 verzichtet werden und eine Führung der Dichthülse 312 auf dem Kopplerkolben 160 erfolgen. Diese Ausführungsformen, bei denen die Dichthülse 312 lediglich auf einem Kopplerkolben (150 oder 160) erfolgt, sind besonders vorteilhaft, da hierbei Verspannungen zwischen Piezo-Aktor 140 und Einspritzventilglied 128, welche beispielsweise aufgrund von Fertigungsungenauigkeiten bei einem mehrteiligen Injektorkörper auftreten können, vermieden werden. Weiterhin ergibt sich ein einfacher konstruktiver Aufbau mit einer geringen Teileanzahl.

[0036] Bei den Ausführungsbeispielen gemäß den Figuren 2 und 3 bewirkt der Kopplerraum 214, 310 lediglich einen Ausgleich von Fertigungstoleranzen. Durch den einfachen Aufbau mit lediglich einem Kopplerraum 214, 310 ergibt sich in der Regel immer eine direkte Kraftübertragung zwischen dem Piezo-Aktor 140 und dem Einspritzventilglied 128 mit einem Übersetzungsverhältnis von 1.

Bezugszeichenliste

110	Kraftstoffinjektor	168	zweiter Kopplungsraum
112	Hochdruckleitung	170	Verbindungskanal
114	Druckspeicher	172	Drosselement
116	Injektorgehäuse	174	
118	Hochdruckraum	176	konischer Abschnitt
120	Druckraum	178	Frontabschnitt
122	Düsenraum	180	Ringspalt
124	Kraftstoffkanäle	182	Dichtsitz
126	Trennwand	184	Dichtsitz
128	Einspritzventilglied	186	ringförmige Einschnürung
130	Führungsabschnitt	188	erster Teilraum
132	Schließrichtung	190	zweiter Teilraum
134	Strömungskanäle	192	dritter Teilraum
136	Einspritzöffnungen	194	Strömungskanäle
138	konisch zulaufender Bereich des Düsenraums	210	Dichthülse
140	Piezo-Aktor	212	Spiralfeder
142	Dichtelement	214	Kopplungsraum
144	obere Wand des Injektorgehäuses	216	zylindrische Bohrung
146	Öffnung	218	Ringspalt
148	elektrische Kontakte		
150	erster Kopplerkolben	310	Kopplungsraum
152	erste Dichthülse	312	Dichthülse
154	erste Spiralfeder	314	Dichtkante
156	Vorsprung	316	Federelement
158	erster Kopplungsraum		
160	zweiter Kopplerkolben		

(fortgesetzt)

- 162 zweite Dichthülse
 164 zweite Spiralfeder
 166 Vorsprung

Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor (110) zum Einspritzen von über eine Hochdruckquelle (114) unter Druck dem Kraftstoffinjektor (110) zugeführtem Kraftstoff in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine mit einem Injektorgehäuse (116), einem Hochdruckraum (118), einem Druckraum (120), wobei der Druckraum (120) und der Hochdruckraum (118) fluidisch in Verbindung stehen, einem Düsenraum (122), wobei der Düsenraum (122) und der Druckraum (120) fluidisch in Verbindung stehen, einem in dem Hochdruckraum (118) aufgenommenem elektrisch ansteuerbaren linearen Aktor (140) und einem mit dem linearen Aktor (140) über eine Kopplung (174) gekoppelten Einspritzventilglied (128),
 - wobei das Einspritzventilglied (128) in mindestens einem Führungsabschnitt (130) linear geführt ist, dergestalt dass das Einspritzventilglied (128) parallel bzw. antiparallel zu einer Schließrichtung (132) eine Öffnungs- und eine Schließbewegung ausführen kann,
 - wobei das Einspritzventilglied (128) mindestens zwei Dichtsitze (182, 184) aufweist, dergestalt, dass in einer geschlossenen Stellung die Dichtsitze (182, 184) an mindestens einer Wand des Düsenraums (122) anliegen, wodurch der Düsenraum (122) in mindestens drei Teilräume (190, 192, 188) unterteilt wird, wobei ein in Schließrichtung (132) erster Teilraum (188) und ein in Schließrichtung dritter Teilraum (192) jeweils fluidisch mit dem Druckraum (120) in Verbindung stehen, und wobei ein in Schließrichtung (132) zwischen dem ersten Teilraum (188) und dem dritten Teilraum (192) angeordneter zweiter Teilraum (190) fluidisch vom ersten Teilraum (188) und vom dritten Teilraum (192) entkoppelt ist und fluidisch mit mindestens einer Einspritzöffnung (136) zum Einspritzen von Kraftstoff in den Verbrennungsraum in Verbindung steht,
 - wobei die Kopplung (174) eine hydraulische Kopplung (174) aufweist und die hydraulische Kopplung (174) mindestens einen Kopplungsraum (214; 310) aufweist, wobei der mindestens eine Kopplungsraum (214; 310) im Wesentlichen begrenzt wird durch eine Dichthülse (312) einen mit dem Aktor (140) verbundenen ersten Kopplerkolben (150) und dem Einspritzventilglied (128),
 - wobei der Aktor (140) einen Piezo-Aktor (140) aufweist.
2. Kraftstoffinjektor (110) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die hydraulische Kopplung (174) einen hydraulischen Übersetzer (174) zum Übersetzen eines Druckes und/oder zum Übersetzen eines Hubs des Aktors (140) in einen Hub des Einspritzventilglieds (128) aufweist.
3. Kraftstoffinjektor (110) gemäß dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** der hydraulische Übersetzer (174) ein Übersetzungsverhältnis im Bereich von 0,5 bis 2, vorzugsweise im Bereich von 1,0 bis 1,5 und besonders bevorzugt ein Übersetzungsverhältnis von 1,0 aufweist.
4. Kraftstoffinjektor (110) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Dichthülse (210; 312) über mindestens eine Feder (212; 316) mit dem ersten Kopplerkolben (150) und/oder dem zweiten Kopplerkolben (160) verbunden ist.
5. Kraftstoffinjektor (110) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die hydraulische Verbindung zwischen dem Druckraum (120) und dem Düsenraum (122) bzw. dem Druckraum (120) und dem ersten Teilraum (188) und/oder dritten Teilraum (192) über mindestens einen in das Einspritzventilglied (128) eingelassenen Strömungskanal (134, 194) erfolgt.
6. Kraftstoffinjektor (110) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Kopplungsraum (310) begrenzt wird durch den mit dem Aktor (140) verbundenen ersten Kopplerkolben (150), das Einspritzventilglied (128) und eine Dichthülse (312), wobei die Dichthülse (312) auf dem ersten Kopplerkolben (150) geführt ist und wobei die Dichthülse (312) abdichtend gegen das Einspritzventilglied (128) abgestützt ist.

Claims

1. Fuel injector (110) for injecting fuel, which is supplied to the fuel injector (110) under pressure by means of a high-pressure source (114), into a combustion chamber of an internal combustion engine, having an injector housing (116), a high-pressure chamber (118), a pressure chamber (120), wherein the pressure chamber (120) and the high-pressure chamber (118) are fluidically connected, a nozzle chamber (122), wherein the nozzle chamber (122) and the pressure chamber (120) are fluidically connected, an electrically operable linear actuator (140) which is accommodated in the high-pressure chamber (118), and an injection valve element (128) which is coupled to the linear actuator (140) via a coupling (174),
 - wherein the injection valve element (128), in at least one guide section (130), is guided linearly such that the injection valve element (128) can perform an opening and a closing movement parallel and/or antiparallel to a closing direction (132),
 - wherein the injection valve element (128) has at least two sealing seats (182, 184) such that, in a closed position, the sealing seats (182, 184) bear against at least one wall of the nozzle chamber (122), whereby the nozzle chamber (122) is divided into at least three sub-chambers (190, 192, 188), wherein a first sub-chamber (188) in the closing direction (132) and a third sub-chamber (192) in the closing direction are each fluidically connected to the pressure chamber (120), and wherein a second sub-chamber (190) which is arranged between the first sub-chamber (188) and the third sub-chamber (192) in the closing direction (132) is fluidically decoupled from the first sub-chamber (188) and from the third sub-chamber (192) and is fluidically connected to at least one injection opening (136) for the injection of fuel into the combustion chamber,
 - wherein the coupling (174) has a hydraulic coupling (174) and the hydraulic coupling (174) has at least one coupling chamber (214; 310), wherein the at least one coupling chamber (214; 310) is delimited substantially by a sealing sleeve (312), by a first coupler piston (150) which is connected to the actuator (140), and by the injection valve element (128),
 - wherein the actuator (140) has a piezo actuator (140).
2. Fuel injector (110) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the hydraulic coupling (174) has a hydraulic transformer (174) for transforming a pressure and/or for transforming a stroke of the actuator (140) into a stroke of the injection valve element (128).
3. Fuel injector (110) according to the preceding claim, **characterized in that** the hydraulic transformer (174) has a transformation ratio in the range from 0.5 to 2, preferably in the range from 1.0 to 1.5, and particularly preferably has a transformation ratio of 1.0.
4. Fuel injector (110) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the at least one sealing sleeve (210; 312) is connected to the first coupler piston (150) and/or to the second coupler piston (160) via at least one spring (212; 316).
5. Fuel injector (110) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the hydraulic connection between the pressure chamber (120) and the nozzle chamber (122) and/or between the pressure chamber (120) and the first sub-chamber (188) and/or third sub-chamber (192) is realized via at least one flow duct (134, 194) which is formed into the injection valve element (128).
6. Fuel injector (110) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the at least one coupling chamber (310) is delimited by the first coupler piston (150) which is connected to the actuator (140), by the injection valve element (128) and by a sealing sleeve (312), wherein the sealing sleeve (312) is guided on the first coupler piston (150), and wherein the sealing sleeve (312) is supported sealingly against the injection valve element (128).

Revendications

1. Injecteur de carburant (110) pour l'injection de carburant acheminé sous pression à l'injecteur de carburant (110) par le biais d'une source haute pression (114) dans une chambre de combustion d'un moteur à combustion interne comprenant un boîtier d'injecteur (116), un espace haute pression (118), un espace de pression (120), l'espace de pression (120) et l'espace haute pression (118) étant en liaison fluide, un espace de buse (122), l'espace de buse (122) et l'espace de pression (120) étant en liaison fluide, un actionneur linéaire (140) pouvant être commandé électriquement et reçu dans l'espace haute pression (118) et un organe de soupape d'injection (128) accouplé

à l'actionneur linéaire (140) par le biais d'un accouplement (174),

- l'organe de soupape d'injection (128) étant guidé de manière linéaire dans au moins une section de guidage (130), de telle sorte que l'organe de soupape d'injection (128) puisse effectuer un mouvement d'ouverture et un mouvement de fermeture parallèlement ou antiparallèlement à un sens de fermeture (132),

- l'organe de soupape d'injection (128) présentant au moins deux sièges d'étanchéité (182, 184) de telle sorte que dans une position fermée, les sièges d'étanchéité (182, 184) s'appliquent contre au moins une paroi de l'espace de buse (122), de telle sorte que l'espace de buse (122) soit divisé en au moins trois espaces partiels (190, 192, 188), un premier espace partiel (188) dans le sens de fermeture (132) étant en liaison fluidique avec l'espace de pression (120) et un troisième espace partiel (192) dans le sens de fermeture étant en liaison fluidique avec l'espace de pression (120), et un deuxième espace partiel (190) disposé entre le premier espace partiel (188) et le troisième espace partiel (192) dans le sens de fermeture (132) étant désaccouplé fluidiquement du premier espace partiel (188) et du troisième espace partiel (192) et étant en liaison fluidique avec au moins une ouverture d'injection (136) pour injecter du carburant dans la chambre de combustion,

- l'accouplement (174) présentant un accouplement hydraulique (174) et l'accouplement hydraulique (174) présentant au moins un espace d'accouplement (214 ; 310), l'au moins un espace d'accouplement (214 ; 310) étant essentiellement limité par une douille d'étanchéité (312), un premier piston d'accouplement (150) connecté à l'actionneur (140) et l'organe de soupape d'injection (128),

- l'actionneur (140) présentant un actionneur piézoélectrique (140).

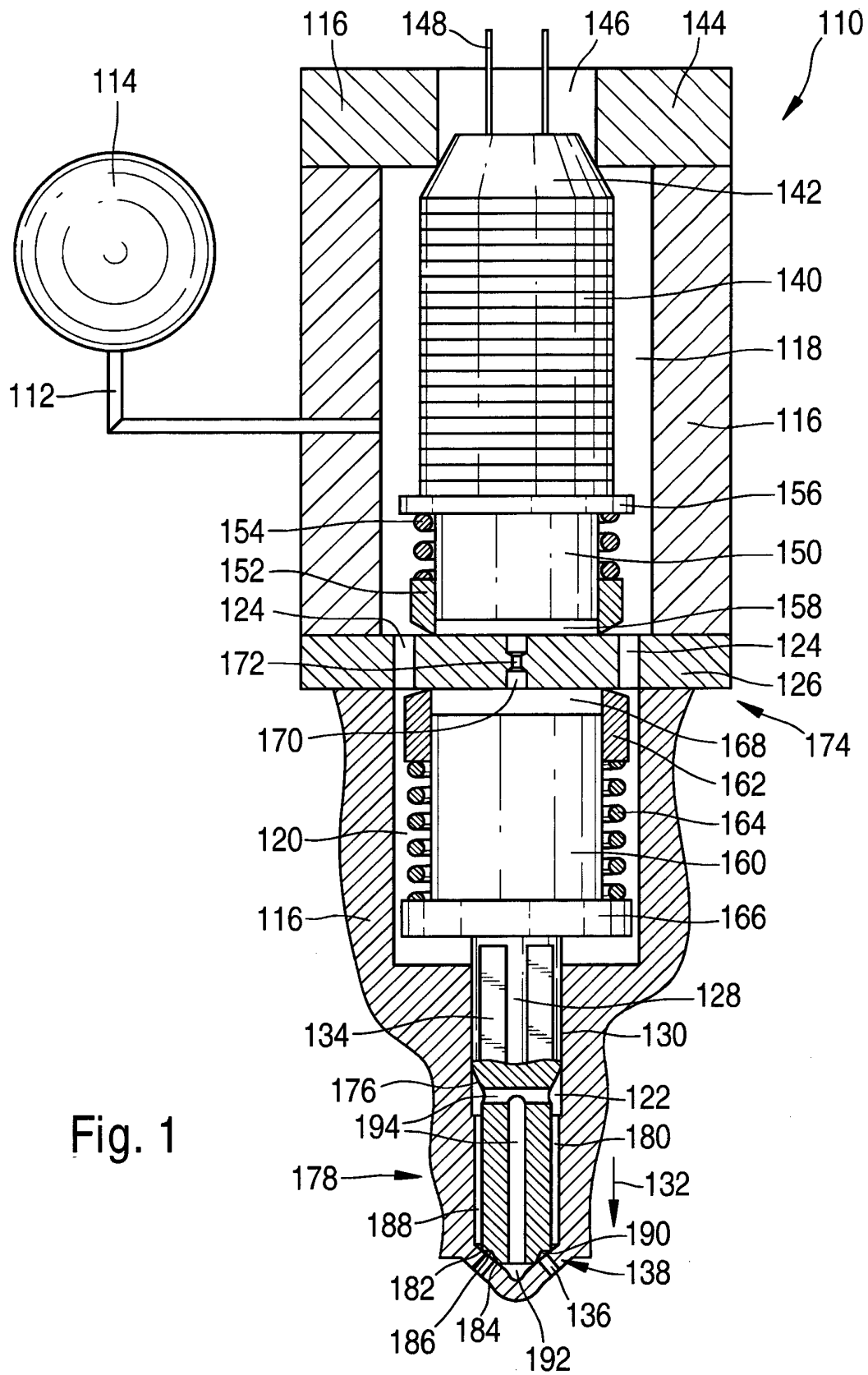
2. Injecteur de carburant (110) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'accouplement hydraulique (174) présente un amplificateur de pression hydraulique (174) pour amplifier une pression et/ou pour convertir une course de l'actionneur (140) en une course de l'organe de soupape d'injection (128).

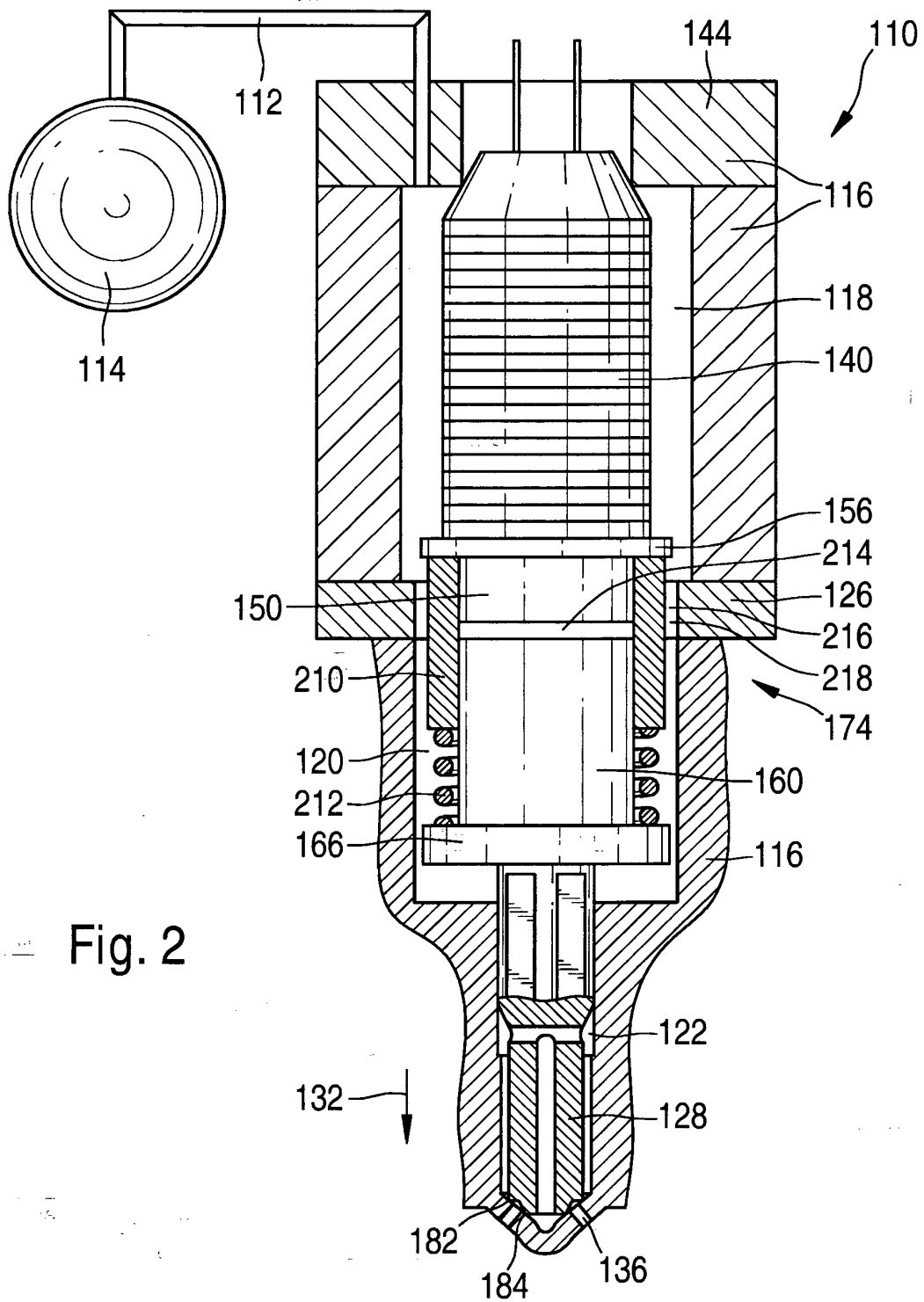
3. Injecteur de carburant (110) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** l'amplificateur de pression hydraulique (174) présente un rapport d'amplification de l'ordre de 0,5 à 2, de préférence de l'ordre de 1,0 à 1,5, et particulièrement préférablement un rapport d'amplification de 1,0.

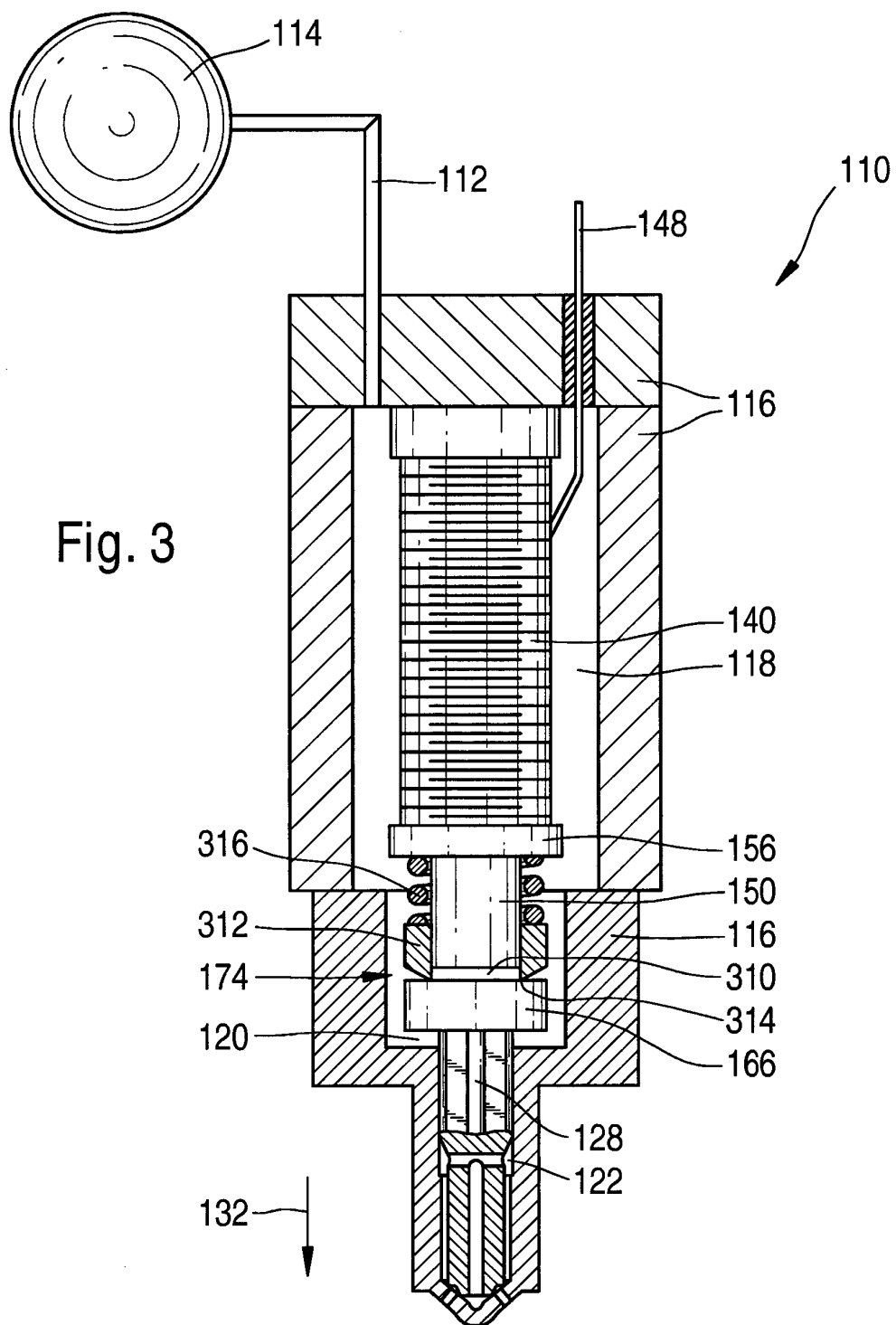
4. Injecteur de carburant (110) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'au moins une douille d'étanchéité (210 ; 312) est connectée par le biais d'au moins un ressort (212 ; 316) au premier piston d'accouplement (150) et/ou au deuxième piston d'accouplement (160).

5. Injecteur de carburant (110) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la connexion hydraulique entre l'espace de pression (120) et l'espace de buse (122) ou l'espace de pression (120) et le premier espace partiel (188) et/ou le troisième espace partiel (192) s'effectue par le biais d'au moins un canal d'écoulement (134, 194) pratiqué dans l'organe de soupape d'injection (128).

6. Injecteur de carburant (110) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'au moins un espace d'accouplement (310) est limité par le premier piston d'accouplement (150) connecté à l'actionneur (140), l'organe de soupape d'injection (128) et une douille d'étanchéité (312), la douille d'étanchéité (312) étant guidée sur le premier piston d'accouplement (150) et la douille d'étanchéité (312) étant supportée de manière hermétique contre l'organe de soupape d'injection (128).







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 19519191 C1 [0005]
- EP 1555430 B1 [0007]
- EP 1626173 A1 [0008]