



(11) **EP 1 692 392 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
14.11.2007 Patentblatt 2007/46

(51) Int Cl.:
F02M 59/46 ^(2006.01) **F02M 51/06** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04762764.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2004/001982

(22) Anmeldetag: **07.09.2004**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2005/050002 (02.06.2005 Gazette 2005/22)

(54) **KRAFTSTOFFINJEKTOR MIT DIREKTER NADELSTEUERUNG**

FUEL INJECTOR FEATURING DIRECT NEEDLE CONTROL

INJECTEUR DE CARBURANT A COMMANDE DE POINTEAU DIRECTE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

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

(30) Priorität: **12.11.2003 DE 10352736**

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-01/29403 WO-A-03/038269
DE-A- 10 139 871 DE-A- 10 140 524
US-A1- 2003 034 594

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.08.2006 Patentblatt 2006/34

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

EP 1 692 392 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Zur Versorgung der Brennräume von Verbrennungskraftmaschinen mit Kraftstoff werden Kraftstoffinjektoren eingesetzt. Insbesondere bei selbstzündenden Verbrennungskraftmaschinen wird der Einspritzdruck über einen Hochdruckspeicher bereitgestellt. Aufgrund des im Vergleich zur Einspritzmenge großen Kraftstoffvolumens im Hochdruckspeicher werden Druckschwankungen während des Einspritzvorganges vermieden. Der Betrieb der Kraftstoffinjektoren erfolgt hydraulisch mit dem über den Hochdruckspeicher bereit gestellten Kraftstoff.

Stand der Technik

[0002] Kraftstoffinjektoren wie sie nach dem Stand der Technik für Hochdruckspeichersysteme eingesetzt werden, sind zum Beispiel aus Mollenhauer, Handbuch Dieselmotoren, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin, 2002 bekannt. Bei Kraftstoffinjektoren für Hochdruckspeichersysteme ist sowohl der Öffnungs- als auch die Schließvorgang hydraulisch gesteuert. Hierzu wird ein Steuerraum, in dem sich Kraftstoff unter Einspritzdruck befindet, durch ein Steuerventil verschlossen. Der Kraftstoffdruck wirkt auf die Rückseite eines Steuerkolbens, der in den Steuerraum hinein wirkt, und auf eine Druckschulter an einer Einspritzöffnung verschließenden Einspritzventilglied. Dabei ist die hydraulische Kraft auf die Rückseite des Steuerkolbens der hydraulischen Kraft, die auf die Druckschulter wirkt, entgegengesetzt. Aufgrund der größeren Fläche am Steuerkolben bleibt die Düse geschlossen. Sobald das Steuerventil den Steuerraum öffnet, wird der Druck im Steuerraum abgebaut und die hydraulische Kraft auf die Druckschulter wird größer als die auf die Rückseite des Steuerkolbens wirkende Druckkraft. Dies führt dazu, dass das Einspritzventilglied öffnet.

[0003] Bei den aus dem Stand der Technik bekannten Kraftstoffinjektoren erfolgt die Kraftstoffversorgung sowohl des Steuerraumes als auch eines Druckraumes, aus dem der Kraftstoff über Einspritzöffnungen in den Brennraum gelangt, über Zuleitungen im Injektorgehäuse.

[0004] Zudem haben die aus dem Stand der Technik bekannten Kraftstoffinjektoren mit Einspritzventilglied, Steuerkolben und Steuerventil einen komplexen Aufbau. Ferner ist es erforderlich, bei den aus dem Stand der Technik bekannten Kraftstoffinjektoren Kraftstoffleitungen im Gehäuse zu fertigen.

[0005] Ein Kraftstoffinjektor mit einer sogenannten direkten Nadelsteuerung, bei dem der Hub eines Piezoaktors durch Zwischenschaltung einer Hubübersetzungseinrichtung direkt auf die Düsennadel übertragen wird, ist aus WO 01/29 403 A1 bekannt. Die Hubübersetzungseinrichtung weist ein Übersetzergehäuse auf in dem zwei

gegeneinander beweglichen Hubkolben geführt sind. Die Hubkolben schließen durch eine Kolben-in-Kolben-Anordnung einen Übersetzerraum ein. Das Übersetzergehäuse ist mittels einer Schweißnaht am Injektorgehäuse fixiert.

[0006] Aus US 2003/00 34 594 A1 ist weiterhin ein Kraftstoffinjektor mit einem servohydraulischen Steuerventil bekannt, das von einem Piezo-Aktor betätigt und mittels einer Kopplereinrichtung auf ein Ventilelement einwirkt. Die Kopplereinrichtung weist ein Gehäuse auf, in dem ein mit einem Piezoaktor verbundener oberer Kopplerkolben und ein auf das Ventilelement wirkender unterer Kopplerkolben geführt sind. Das Gehäuse stützt sich mittels eines Federelements auf einem Gehäuseteil ab, in dem das Ventilelement aufgenommen ist.

[0007] Ein weiterer Kraftstoffinjektor mit einem servohydraulischen Steuerventil ist aus WO 03/038 269 A1 bekannt. Hierbei ist die Kopplereinrichtung zur Kraftübertragung von einem Piezoaktor auf ein Ventilelement frei in einem Aktorraum angeordnet und vom Systemdruck des Common-Rails umgeben.

Darstellung der Erfindung

[0008] Ein erfindungsgemäß ausgebildeter Kraftstoffinjektor für Verbrennungskraftmaschinen mit Kraftstoffhochdruckspeicher umfasst einen Druckübersetzer und ein Einspritzventilglied. Das Einspritzventilglied ist vorzugsweise in einen Übersetzerabschnitt, einen Führungsabschnitt und einen Nadelabschnitt geteilt, wobei der Nadelabschnitt des Einspritzventilgliedes zumindest eine Einspritzöffnung verschließt bzw. zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum der Verbrennungskraftmaschine frei gibt. Der Druckübersetzer des Kraftstoffinjektors ist in einem Übersetzergehäuse aufgenommen und stützt sich auf ein das Übersetzergehäuse umgebenes Federelement ab. Mit seiner anderen Seite stützt sich das Federelement auf einer am Übersetzergehäuse ausgebildeten Stufe ab, wodurch das Übersetzergehäuse auf einem das Einspritzventilglied umschließenden Düsengehäuseteil fixiert ist. Geeignete Federelemente sind insbesondere Rohrfedern, es können jedoch auch Spiralfedern oder andere ringförmig ausgebildete Federelemente eingesetzt werden.

[0009] Der Druckübersetzer, das Übersetzergehäuse und ein zur Betätigung des Kraftstoffinjektors eingesetzter Aktor sind durch ein Injektorgehäuseteil umschlossen, welches vorzugsweise kraftschlüssig mittels einer Düsenspannmutter, mit dem Düsengehäuseteil verbunden ist.

[0010] Der zur Ansteuerung des Kraftstoffinjektors eingesetzte Aktor ist vorzugsweise ein Piezoaktor. Neben dem Piezoaktor können jedoch auch Elektromagneten oder hydraulisch/mechanische Steller eingesetzt werden.

[0011] Der Übersetzerabschnitt des Einspritzventilgliedes ist durch eine Hülse umschlossen, in welcher das Einspritzventilglied geführt ist. An einer dem Übersetzer-

gehäuse zugewandten Stirnseite der Hülse ist eine Beißkante ausgebildet. Mittels eines Federelementes, welches auf eine der Beißkante gegenüberliegende Stirnseite der Hülse wirkt, wird die Beißkante der Hülse gegen den Absatz des Übersetzergehäuses gepresst. Hierdurch entsteht eine druck- und damit flüssigkeitsdichte Verbindung. Die andere Seite des Federelementes, welches den Übersetzerabschnitt des Einspritzventilgliedes umgibt, stützt sich auf einen Ring auf, welcher in einem Einstich zwischen dem Übersetzerabschnitt und dem Führungsabschnitt des Einspritzventilgliedes angeordnet ist.

[0012] Durch die Hülse und den Absatz des Übersetzergehäuses wird ein rotationssymmetrischer Übersetzerraum umschlossen, welcher an seiner dem Aktor zugewandten Seite durch eine untere Stirnfläche des Druckübersetzers und an seiner der mindestens einen Einspritzöffnung des Kraftstoffinjektors zugewandten Seite durch eine Stirnfläche des Übersetzerbereichs des Einspritzventilgliedes begrenzt wird.

[0013] Der Betrieb des Kraftstoffinjektors erfolgt hydraulisch mit unter Systemdruck stehendem Kraftstoff. Der Systemdruck liegt dabei vorzugsweise im Bereich von 1300 bis 1600 bar.

[0014] Der unter Systemdruck stehende Kraftstoff strömt aus dem Kraftstoffhochdruckspeicher über eine Kraftstoffzuleitung in einen den Aktor umgebenden Ringraum. Aus dem Ringraum strömt der Kraftstoff durch einen Spalt zwischen dem Druckübersetzer und der Innenwand des Injektorgehäuseteils in einen das Übersetzergehäuse umgebenden ersten Federraum. Von dort strömt der Kraftstoff über mindestens eine Nut in der Stufe des Übersetzergehäuses auf der sich das Federelement abstützt, und die als Führung des Übersetzergehäuses, im Injektorgehäuseteil dient, über Nuten im Düsengehäuseteil und einen Ringspalt zwischen der Innenwand des Düsengehäuseteils und der Außenwand der Hülse in einem zweiten Federraum. Aus dem zweiten Federraum gelangt der Kraftstoff entlang einem Anschliff im Führungsabschnitt des Einspritzventilgliedes in einen den Nadelabschnitt des Einspritzventilgliedes umgebenden Druckraum. Hierdurch sind sowohl der Ringraum, der erste Federraum, der zweite Federraum und der Druckraum mit unter Systemdruck stehendem Kraftstoff befüllt.

[0015] Die Befüllung des Übersetzerraumes erfolgt vorzugsweise durch Führungsleckage zwischen der Innenfläche der Hülse und dem Übersetzerabschnitt des Einspritzventilgliedes oder durch Führungsleckage zwischen dem Übersetzergehäuse und dem Druckübersetzer. Für den Betrieb des Kraftstoffinjektors ist es erforderlich, dass sich der Druck im Übersetzerraum ändert. Hierdurch kann der Druck im Übersetzerraum vom Systemdruck verschieden sein und sich somit auch von dem Druck in dem den Übersetzerraum umgebenden Ringspalt unterscheiden. Aus diesem Grund ist es erforderlich, dass die durch die Beißkante an der Hülse gebildete Verbindung zwischen der Hülse und dem Absatz

im Übersetzergehäuse druckdicht ist.

[0016] Zum Schließen der mindestens einen Einspritzöffnung durch den Nadelabschnitt des Einspritzventilgliedes wird der Piezoaktor bestromt. Hierdurch dehnen sich die Kristalle im Piezoaktor aus und der Piezoaktor längt sich. Der Piezoaktor wirkt direkt auf eine obere Stirnfläche des Druckübersetzers, wodurch dieser bei bestromten Piezoaktor in den Übersetzerraum einfährt. Hierdurch verkleinert sich das Volumen des Übersetzerraumes und der Druck im Übersetzerraum steigt. Aufgrund des steigenden Druckes im Übersetzerraum nimmt die hydraulische Kraft, die auf die Stirnfläche des Übersetzerabschnitts des Einspritzventilgliedes wirkt, zu. Hierdurch wird das Einspritzventilglied in Richtung der mindestens einen Einspritzöffnung bewegt und verschließt diese. Das den Übersetzerabschnitt des Einspritzventilgliedes umgebende Federelement wirkt unterstützend beim Schließvorgang.

[0017] Zum Öffnen der mindestens einen Einspritzöffnung wird die Bestromung des Piezoaktors aufgehoben. Hierdurch kontrahieren die Piezokristalle und der Piezoaktor zieht sich zusammen. Hierdurch bewegt sich der Druckübersetzer aus dem Übersetzerraum, wodurch sich dessen Volumen vergrößert. Unterstützend bei der Bewegung des Druckübersetzers wirkt das Übersetzergehäuse umgebende Federelement, welches sich auf eine Stufe am Druckübersetzer stützt.

[0018] Durch das sich vergrößernde Volumen im Übersetzerraum nimmt der Druck im Übersetzerraum ab. Hierdurch reduziert sich ebenfalls die auf die Stirnfläche des Übersetzerabschnitts des Einspritzventilgliedes wirkende hydraulische Kraft. Auf Druckstufen am Einspritzventilglied wirkt eine hydraulische Kraft, die der hydraulischen Kraft entgegengerichtet ist, die auf die Stirnfläche des Übersetzerabschnitts des Einspritzventilgliedes wirkt. Sobald die auf die Druckstufen wirkende Kraft größer ist als die hydraulische Kraft auf die Stirnfläche des Übersetzerabschnitts und die Federkraft des den Übersetzerabschnitt umgehenden Federelementes, hebt der Nadelabschnitt des Einspritzventilgliedes aus seinem Dichtsitz und gibt die so die mindestens eine Einspritzöffnung frei.

[0019] Zum erneuten Verschließen der mindestens einen Einspritzöffnung wird der Piezoaktor wieder bestromt, wodurch sich die Piezokristalle ausdehnen und der Piezoaktor längt. Hierdurch wird der Druckübersetzer wieder in den Übersetzerraum bewegt, wodurch sich das Volumen des Übersetzerraumes verringert und der Druck darin ansteigt. Aufgrund des steigenden Druckes im Übersetzerraum nimmt die hydraulische Kraft auf die Stirnfläche des Übersetzerabschnitts des Einspritzventilgliedes zu. Sobald diese Kraft größer ist, als die auf die Druckstufen des Einspritzventilgliedes in entgegengesetzte Richtung wirkende hydraulische Kraft, wird der Nadelabschnitt des Einspritzventilgliedes wieder in seinen Dichtsitz gestellt und verschließt so die mindestens eine Einspritzöffnung.

Zeichnung

[0020] Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer Zeichnung näher beschrieben.

[0021] Die einzige Figur zeigt einen Schnitt durch einen erfindungsgemäß ausgebildeten Kraftstoffinjektor.

Ausführungsvarianten

[0022] In Figur 1 ist ein erfindungsgemäß ausgebildeter Kraftstoffinjektor dargestellt.

[0023] Bei einem erfindungsgemäß ausgebildeten Kraftstoffinjektor 1 gelangt zunächst Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter 2 mittels einer Hochdruckpumpe 3 über eine Hochdruckleitung 4 in eine Kraftstoffhochdruckspeicher 5. Am Kraftstoffhochdruckspeicher 5 sind Anschlüsse 6 angeordnet, die der Anzahl der Zylinder der Verbrennungskraftmaschine entsprechen. Jeder der Anschlüsse 6 ist über eine Kraftstoffzuleitung 7 mit einem erfindungsgemäß ausgebildeten Kraftstoffinjektor 1 verbunden. Der Kraftstoffinjektor 1 umfasst einen als Übersetzerkolben ausgebildeten Druckübersetzer 8, der in einem Übersetzergehäuse 9 geführt ist, sowie ein Einspritzventilglied 10. Das Einspritzventilglied 10 ist in einer bevorzugten Ausführungsform des Kraftstoffinjektors 1 in einen Übersetzerabschnitt 11, einen Führungsabschnitt 12 und einen Nadelabschnitt 13 gestuft.

[0024] Der Druckübersetzer 8, das Übersetzergehäuse 9 und das Einspritzventilglied 10 sind in einem Gehäuse aufgenommen. In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Gehäuse in ein Injektorgehäuseteil 14 und ein Düsengehäuseteil 15 aufgeteilt. Die Verbindung des Injektorgehäuseteils 14 und des Düsengehäuseteils 15 erfolgt vorzugsweise kraftschlüssig mittels eines hier nicht dargestellten Düsenspannmutter.

[0025] Weiterhin umfasst der Kraftstoffinjektor 1 eine Einspritzöffnung 16, welche durch den Nadelabschnitt 13 des Einspritzventilgliedes 10 verschlossen werden kann. Zum Verschließen der Einspritzöffnung 16 wird der Nadelabschnitt 13 des Einspritzventilgliedes 10 an eine oberhalb der Einspritzöffnung 16 angeordnete Dichtkante 17 gestellt. Eine ausschließlich axiale Bewegung zum Öffnen und Verschließen der mindestens einen Einspritzöffnung 16 wird dadurch gewährleistet, dass das Einspritzventilglied 10 mit seinem Führungsabschnitt 12 in einer im Düsengehäuseteil 15 angeordneten Nadelführung 18 geführt ist. Zudem ist der Übersetzerabschnitt 11 des Einspritzventilgliedes 10 von einer Hülse 19 umschlossen, welche ebenfalls als Nadelführung dient. Ferner dient die Hülse 19 als seitliche Begrenzung eines Übersetzerzerraumes 20. Hierzu ist die Hülse 19 mit einer Beißkante 21 versehen, die gegen einen Absatz 22 des Übersetzergehäuses 9 gepresst wird. Hierdurch wird eine flüssigkeits- und damit druckdichte Verbindung der Hülse 19 mit dem Absatz 22 des Übersetzergehäuses 9 erreicht.

[0026] An einer der Beißkante 21 gegenüberliegenden Stirnfläche 23 der Hülse 19 stützt sich ein Federelement

24 ab. Das Federelement 24 ist ringförmig ausgebildet und umschließt den Übersetzerabschnitt 11 des Einspritzventilgliedes 10. Als Federelemente 24 eignen sich zum Beispiel Spiralfedern, Rohrfedern oder weitere dem Fachmann bekannte, ringförmig ausgebildete Federelemente. Mit seiner anderen Seite stützt sich das Federelement 24 gegen einen Ring 25, welcher vorzugsweise in einem Einstich 26, der sich zwischen dem Übersetzerabschnitt 11 und dem Führungsabschnitt 12 des Einspritzventilgliedes 10 befindet, angeordnet ist.

[0027] Das Übersetzergehäuse 9 ist von einem zweiten Federelement 27 umgeben, welches sich mit einer Seite auf einer Stufe 28 am Übersetzergehäuse 9 und mit seiner anderen Seite an einem Ring 29, welcher an einer Stufe 30 am Druckübersetzer 8 anliegt, abstützt. Die Stufe 28 dient dabei gleichzeitig als Führung des Übersetzergehäuses 9 im Injektorgehäuseteil 14. Durch die von dem Federelement 27 aufgebrachte Federkraft wird das Übersetzergehäuse 9 auf einem Absatz 31 am Düsengehäuseteil 15 fixiert. Das Federelement 27 ist in einem ersten Federraum 32 aufgenommen, welcher zwischen dem Übersetzergehäuse 9 und der Innenwand 33 des Injektorgehäuseteils 14 angeordnet ist. In der Stufe 28 des Übersetzergehäuses 9 ist mindestens eine Nut 34, die vorzugsweise axial ausgerichtet ist, aufgenommen. Über die mindestens eine Nut 34, im Absatz 31 am Düsengehäuseteil 15 ausgebildete Nuten 35 und einen mindestens einen Ringspalt 36, der zwischen der Außenwand 37 der Hülse 19 und der Innenwand 38 des Düsengehäuseteils 15 ausgebildet ist, steht der erste Federraum 32 mit einem den Übersetzerabschnitts 11 des Einspritzventilgliedes 10 umgebenden zweiten Federraum 39 in hydraulischer Verbindung. Hierzu sind die mindestens eine Nut 34 und die Nuten 35 im Absatz 31 des Düsengehäuseteils 15 vorzugsweise so ausgerichtet, dass ihre Positionen radial und axial übereinstimmen. Der zweite Federraum 39 steht über mindestens einen Kanal, der zwischen mindestens einem Anschliff 40 im Führungsabschnitt 12 des Einspritzventilgliedes 10 und der Nadelführung 18 ausgebildet ist, in hydraulischer Verbindung mit einem Druckraum 41.

[0028] Die Steuerung des Kraftstoffinjektors 1 erfolgt über einen Aktor, welcher auf eine obere Stirnfläche 42 des Druckübersetzers 8 wirkt. Als Aktor wird vorzugsweise ein Piezoaktor 43 eingesetzt. Es eignen sich aber auch Elektromagneten oder hydraulisch/mechanisch Steller.

[0029] Der Betrieb des Kraftstoffinjektors 1 erfolgt hydraulisch mit unter Systemdruck stehendem Kraftstoff. Der Kraftstoff wird durch den Kraftstoffhochdruckspeicher 5 bereitgestellt. Über die Kraftstoffzuleitung 7 strömt der Kraftstoff in einen Ringraum 44, der den Piezoaktor 43 umgibt. Über einen Spalt 45 zwischen dem Druckübersetzer 8 und der Innenwand 33 des Injektorgehäuseteils 14 gelangt der unter Systemdruck stehende Kraftstoff in den ersten Federraum 32. Über die mindestens eine Nut 34, die Nuten 35 im Absatz 31 des Düsengehäuseteils 15 und den Ringspalt 36 strömt der Kraftstoff in den zweiten Federraum 39. Von dort gelangt der Kraft-

stoff entlang dem mindestens einen Anschliff 40 in den Düsenraum 41. Aufgrund der hydraulischen Verbindungen zwischen dem Ringraum 44, dem ersten Federraum 32, dem zweiten Federraum 39 und dem Druckraum 41 herrscht sowohl im Ringraum 44, als auch im ersten Federraum 32, dem zweiten Federraum 39 und dem Druckraum 41 Systemdruck. Der Systemdruck liegt dabei vorzugsweise im Bereich von 1300 bis 1600 bar.

[0030] Durch das im Vergleich zur Einspritzmenge große Kraftstoffvolumen im Kraftstoffhochdruckspeicher 5 bleibt auch beim Betrieb des Kraftstoffinjektors 1 der Druck im Ringraum 44, im ersten Federraum 32, im zweiten Federraum 39 und im Druckraum 41 konstant.

[0031] Zum Verschließen der mindestens einen Einspritzöffnung 16 wird der Piezoaktor 43 bestromt. Hierdurch dehnen sich die Piezokristalle im Piezoaktor 43 aus und der Piezoaktor 43 längt sich. Dadurch, dass der Piezoaktor 43 direkt auf die obere Stirnfläche 42 des Druckübersetzers 8 wirkt, wird der Druckübersetzer 8 entgegen der mit dem Pfeil 46 gekennzeichneten Bewegungsrichtung mit einer unteren Stirnseite 47 in den Übersetzerraum 20 bewegt. Hierdurch verringert sich das Volumen im Übersetzerraum 20, wodurch der Druck darin steigt. Hierdurch steigt die hydraulische Kraft, die auf eine Stirnfläche 48 am Übersetzerabschnitt 11 des Einspritzventilgliedes 10 wirkt. Die auf die Stirnfläche 48 wirkende hydraulische Kraft ist einer auf eine erste Druckstufe 49 am Ring 25, auf eine zweite Druckstufe 50 zwischen dem Führungsabschnitt 12 und dem Nadelabschnitt 13 des Einspritzventilgliedes 10 und auf eine dritte Druckstufe 51 im Nadelabschnitt 13 des Einspritzventilgliedes 10 wirkenden hydraulischen Kraft entgegengerichtet. Sobald die auf die Stirnfläche 48 wirkende hydraulische Kraft größer ist als die auf die erste Druckstufe 49, die zweite Druckstufe 50 und die dritte Druckstufe 51 wirkende hydraulische Kraft, wird das Einspritzventilglied 10 an die Dichtkante 17 gestellt und verschließt so die mindestens eine Einspritzöffnung 16 zu einem Brennraum 52 der Verbrennungskraftmaschine. Das Verschließen der mindestens eine Einspritzöffnung 16 wird durch die Federkraft des Federelementes 24 unterstützt. Hierzu wirkt das Federelement 24 auf eine der ersten Druckstufe 49 gegenüberliegende Stirnfläche 54 des Ringes 25.

[0032] Zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum 52 der Verbrennungskraftmaschine wird die Bestromung des Piezoaktors 43 aufgehoben. Hierdurch kontrahieren die Piezokristalle und der Piezoaktor 43 zieht sich zusammen. Unterstützt durch die von dem Federelement 27 ausgeübte Federkraft bewegt sich der Druckübersetzer 8 in die mit dem Pfeil 46 gekennzeichnete Bewegungsrichtung. Hierdurch bewegt sich die untere Stirnfläche 47 des Druckübersetzers 8 aus dem Übersetzerraum 20, wodurch sich dessen Volumen vergrößert. Aufgrund des sich vergrößernden Volumens des Übersetzerraumes 20 nimmt der Druck im Übersetzerraum 20 ab. Da der Druck im Übersetzerraum 20 hierbei unter den Systemdruck sinkt, ist es erforderlich, dass die

Verbindung zwischen der Hülse 19 und dem Absatz 22 im Übersetzergehäuse 9 druckdicht ist. Die Befüllung des Übersetzerraumes 20 erfolgt durch Führungsleckage zwischen dem Übersetzergehäuse 9 und dem Druckübersetzer 8 bzw. zwischen der Innenseite 43 der Hülse 19 und dem Übersetzerabschnitt 11 des Einspritzventilgliedes 10.

[0033] Aufgrund des sinkenden Drucks im Übersetzerraum 20 bei nicht bestromten Piezoaktor 43 nimmt die auf die Stirnfläche 38 des Übersetzerabschnitt 11 des Einspritzventilgliedes 10 wirkende hydraulische Kraft ab. Sobald die auf die erste Druckstufe 49, die zweite Druckstufe 50 und die dritte Druckstufe 51 wirkende hydraulische Kraft größer ist als die hydraulische Kraft auf die Stirnfläche 38 und die Federkraft des Federelementes 34, hebt sich das Einspritzventilglied 10 aus der Dichtkante 17 und gibt so die mindestens eine Einspritzöffnung 16 frei. Hierbei strömt Kraftstoff aus dem Druckraum 41 über die Einspritzöffnung 16 in den Brennraum 52.

[0034] Zum Verschließen der mindestens einen Einspritzöffnung 16 wird der Piezoaktor 43 wieder bestromt. Die Piezokristalle dehnen sich dadurch aus und der Piezoaktor 43 längt sich. Hierdurch fährt der Druckübersetzer 8 wieder entgegen der mit dem Pfeil 46 gekennzeichneten Bewegungsrichtung in den Übersetzerraum 20 ein, wodurch sich das Volumen des Übersetzerraumes 20 verringert. Hierdurch vergrößert sich wiederum der Druck im Übersetzerraum 20 und damit die auf die Stirnfläche 48 des Übersetzerabschnitt 11 des Einspritzventilgliedes 10 wirkende hydraulische Kraft. Gleichzeitig bleibt die auf die erste Druckstufe 49, die zweite Druckstufe 50 und die dritte Druckstufe 51 wirkende hydraulische Kraft konstant, da der zweite Federraum 39 und der Druckraum 41 von konstant bleibendem Systemdruck beaufschlagt sind. Sobald die auf den Ring 25 wirkende Federkraft des Federelementes 24 und die hydraulische Kraft, die auf die Stirnfläche 48 am Übersetzerabschnitt 11 des Einspritzventilgliedes 10 wirkt, größer ist als die auf die erste Druckstufe 49, die zweite Druckstufe 50 und die dritte Druckstufe 51 wirkende hydraulische Kraft, bewegt sich das Einspritzventilglied 10 in Richtung der mindestens eine Einspritzöffnung 16 und wird an die Dichtkante 17 gestellt. Hierdurch wird die mindestens eine Einspritzöffnung 16 verschlossen und der Einspritzvorgang in den Brennraum 52 beendet.

Bezugszeichenliste

[0035]

- | | |
|---|-----------------------------|
| 1 | Kraftstoffinjektor |
| 2 | Kraftstoffvorratsbehälter |
| 3 | Hochdruckpumpe |
| 4 | Hochdruckleitung |
| 5 | Kraftstoffhochdruckspeicher |
| 6 | Anschluss |
| 7 | Kraftstoffzuleitung |

8 Druckübersetzer
 9 Übersetzergehäuse
 10 Einspritzventilglied
 11 Übersetzerabschnitt
 12 Führungsabschnitt
 13 Nadelabschnitt
 14 Injektorgehäuseteil
 15 Düsengehäuseteil
 16 Einspritzöffnung
 17 Dichtkante
 18 Nadelführung
 19 Hülse
 20 Übersetzererraum
 21 Beißkante
 22 Absatz
 23 Stirnfläche der Hülse 19
 24 Federelement
 25 Ring
 26 Einstich
 27 Federelement
 28 Stufe am Übersetzergehäuse 9
 29 Ring
 30 Stufe am Druckübersetzer 8
 31 Absatz am Düsengehäuseteil 15
 32 Erster Federraum
 33 Innenwand des Injektorgehäuseteils 14
 34 Nut
 35 Nut im Absatz 31 am Düsengehäuseteil 15
 36 Ringspalt
 37 Außenwand der Hülse 19
 38 Innenwand des Düsengehäuseteils 15
 39 Zweiter Federraum
 40 Anschliff
 41 Druckraum
 42 Obere Stirnfläche
 43 Piezoaktor
 44 Ringraum
 45 Spalt
 46 Bewegungsrichtung des Druckübersetzers 8
 47 Untere Stirnfläche
 48 Stirnfläche am Übersetzerbereich 11
 49 Erste Druckstufe
 50 Zweite Druckstufe
 51 Dritte Druckstufe
 52 Brennraum
 53 Innenseite der Hülse 19
 54 Stirnfläche des Rings 25

Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor für Verbrennungskraftmaschinen mit Kraftstoffhochdruckspeicher (5), ein Injektorgehäuseteil (14), ein Düsengehäuseteil (16), einen Druckübersetzer (8) und ein Einspritzventilglied (10) umfassend, welches zumindest einen Übersetzerabschnitt (11) und einen mindestens eine Einspritzöffnung (16) verschließenden Nadelabschnitt (13)

aufweist, wobei der Druckübersetzer (8) in einem Übersetzergehäuse (9) aufgenommen ist, und wobei ein Übersetzererraum (20) an zwei gegenüberliegenden Seiten durch eine untere Stirnfläche (47) des Druckübersetzers (8) und durch eine Stirnfläche (48) des Übersetzerabschnitts (11) des Einspritzventilgliedes (10) begrenzt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckübersetzer (8) sich auf einem Federelement (27) abstützt, welches das Übersetzergehäuse (9) umgibt, und dass das Federelement (27) sich mit der anderen Seite auf einer am Übersetzergehäuse (9) ausgebildeten Stufe abstützt, wodurch das Übersetzergehäuse (9) auf einem das Einspritzventilglied (10) umschließenden Düsengehäuseteil (15) fixiert ist.

2. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Übersetzergehäuse (9) von einem Injektorgehäuseteil (14) umschlossen ist.

3. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kraftstoffinjektor (1) durch einen Piezoaktor (43) angesteuert wird.

4. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Piezoaktor (43) direkt auf eine obere Stirnfläche (42) des Druckübersetzers (8) wirkt.

5. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Übersetzerabschnitt (11) des Einspritzventilgliedes (10) durch eine Hülse (19) umschlossen ist.

6. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hülse (19) einen Übersetzererraum (20) seitlich begrenzt und abdichtet.

7. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hülse (19) eine Beißkante (21) aufweist, die mittels eines den Übersetzerabschnitt (11) des Einspritzventilgliedes (10) umgebenden Federelementes (24) gegen einen Absatz (22) des Übersetzergehäuses (9) gedrückt wird und so eine druckdichte seitliche Begrenzung des Übersetzererraumes (20) bildet.

8. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Einspritzventilglied (10) einen Führungsabschnitt (12) mit mindestens einem Anschliff (40) umfasst.

9. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Führungsabschnitt (12) des Einspritzventilgliedes (10) in einer Nadelführung (18) im Düsengehäuseteil (15) geführt wird.

10. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

dadurch gekennzeichnet, dass das Übersetzergehäuse mit einer Stufe (28) im Injektorgehäuseteil (14) geführt wird.

11. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein das Übersetzergehäuse (9) umgebender erster Federraum (32) und ein den Übersetzerabschnitt (11) des Einspritzventilgliedes (10) umgebender zweiter Federraum (39) durch mindestens eine Nut (34) in der Stufe (28), einen Ringspalt (36) und Nuten (35) im Düsengehäuseteil (15) miteinander hydraulisch verbunden sind.
12. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein den Nadelabschnitt (13) des Einspritzventilgliedes (10) umgebender Druckraum (41) und der den Übersetzerabschnitt (11) des Einspritzventilgliedes (10) umgebende zweite Federraum (39) durch den mindestens einen Anschliff (40) in Führungsabschnitt (12) des Einspritzventilgliedes (10) miteinander hydraulisch verbunden sind.
13. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** im ersten Federraum (32), im zweiten Federraum (39) und im Druckraum (41) Systemdruck herrscht.
14. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Übersetzerraum (20) durch Führungsleckage zwischen der Hülse (19) und dem Übersetzerabschnitt (11) des Einspritzventilgliedes (10) bzw. zwischen dem Übersetzergehäuse (9) und dem Druckübersetzer (8) mit Kraftstoff versorgt wird.

Claims

1. Fuel injector for internal combustion engines having a high-pressure fuel accumulator (5), comprising an injector housing part (14), a nozzle housing part (16), a pressure booster (8) and an injection valve member (10) which has at least one booster section (11) and a needle section (13) which closes off at least one injection opening (16), with the pressure booster (8) being held in a booster housing (9), and with a booster space (20) being delimited at two opposite sides by a lower end face (47) of the pressure booster (8) and by an end face (48) of the booster section (11) of the injection valve member (10), **characterized in that** the pressure booster (8) is supported on a spring element (27) which surrounds the booster housing (9), and **in that** the spring element (27) is supported with the other side on a step which is formed on the booster housing (9), as a result of which the booster housing (9) is fixed to a nozzle

housing part (15) which surrounds the injection valve member (10).

2. Fuel injector according to Claim 1, **characterized in that** the booster housing (9) is surrounded by an injector housing part (14).
3. Fuel injector according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the fuel injector (1) is activated by a piezoelectric actuator (43).
4. Fuel injector according to Claim 3, **characterized in that** the piezoelectric actuator (43) acts directly on an upper end face (42) of the pressure booster (8).
5. Fuel injector according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the booster section (11) of the injection valve member (10) is surrounded by a sleeve (19).
6. Fuel injector according to Claim 5, **characterized in that** the sleeve (19) laterally delimits and seals off a booster space (20).
7. Fuel injector according to Claim 6, **characterized in that** the sleeve (19) has a biting edge (21) which is pressed by means of a spring element (24), which surrounds the booster section (11) of the injection valve member (10), against a shoulder (22) of the booster housing (9) and thereby forms a pressure-tight lateral delimitation of the booster space (20).
8. Fuel injector according to one of Claims 1 to 7, **characterized in that** the injection valve member (10) comprises a guide section (12) having at least one ground portion (40).
9. Fuel injector according to Claim 8, **characterized in that** the guide section (12) of the injection valve member (10) is guided in a needle guide (18) in the nozzle housing part (15).
10. Fuel injector according to one of Claims 1 to 9, **characterized in that** the booster housing is guided with a step (28) in the injector housing part (14).
11. Fuel injector according to one of Claims 1 to 10, **characterized in that** a first spring space (32), which surrounds the booster housing (9), and a second spring space (39), which surrounds the booster section (11) of the injection valve member (10), are hydraulically connected to one another by means of at least one groove (34) in the step (28), an annular gap (36) and grooves (35) in the nozzle housing part (15).
12. Fuel injector according to one of Claims 1 to 11, **characterized in that** a pressure space (41), which sur-

rounds the needle section (13) of the injection valve member (10), and the second spring space (39), which surrounds the booster section (11) of the injection valve member (10), are hydraulically connected to one another by the at least one ground portion (40) in the guide section (12) of the injection valve member (10).

13. Fuel injector according to one of Claims 1 to 12, **characterized in that** system pressure prevails in the first spring space (32), in the second spring space (39) and in the pressure space (41).

14. Fuel injector according to one of Claims 1 to 13, **characterized in that** the booster space (20) is supplied with fuel as a result of guidance leakage between the sleeve (19) and the booster section (11) of the injection valve member (10) and between the booster housing (9) and the pressure booster (8).

Revendications

1. Injecteur de carburant pour des moteurs à combustion interne comportant un accumulateur de carburant à haute pression (5), une partie de boîtier d'injecteur (14), une partie de boîtier de buse (16), un convertisseur de pression (8) et un organe d'injecteur (10) ayant au moins un segment de démultiplication (11) et au moins un segment d'aiguille (13) fermant au moins un orifice d'injection (16), le démultiplicateur de pression (8) étant logé dans un boîtier de démultiplicateur (9) et un volume de démultiplicateur (20) est délimité au niveau de deux côtés opposés par une surface frontale inférieure (47) du démultiplicateur de pression (8) et par une surface frontale (48) du segment de démultiplicateur (11) de l'organe d'injecteur (10),

caractérisé en ce que

le démultiplicateur de pression (8) s'appuie contre un élément de ressort (27) entourant le boîtier de démultiplicateur (9) et par son autre côté, l'élément de ressort (27) s'appuie sur un épaulement formé sur le boîtier de démultiplicateur (9) pour bloquer le boîtier de démultiplicateur (9) sur une partie de boîtier de buse (15) entourant l'organe d'injecteur (10).

2. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le boîtier de démultiplicateur (9) est entouré par la partie de boîtier d'injecteur (14).

3. Injecteur de carburant selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'injecteur (1) est commandé par un actionneur piézo-électrique (43).

4. Injecteur de carburant selon la revendication 3,

caractérisé en ce que

l'actionneur piézo-électrique (43) agit directement sur la surface frontale supérieure (42) du démultiplicateur de pression (8).

5. Injecteur de carburant selon l'une des revendications 1 à 4,

caractérisé en ce que

le segment de démultiplicateur (11) de l'organe d'injecteur (10) est entouré par un manchon (19).

6. Injecteur de carburant selon la revendication 5, **caractérisé en ce que**

le manchon (19) délimite latéralement une chambre de démultiplication (20) et la ferme de manière étanche.

7. Injecteur de carburant selon la revendication 6, **caractérisé en ce que**

le manchon (19) comporte une arête vive (21) poussée par un élément de ressort (24) entourant le segment de démultiplication (11) de l'organe d'injecteur (10) contre un épaulement (22) du boîtier de démultiplicateur (9) et formant ainsi une délimitation latéralement étanche pour la chambre de démultiplication (20).

8. Injecteur de carburant selon l'une des revendications 1 à 7,

caractérisé en ce que

l'organe d'injecteur (10) comporte un segment de guidage (12) avec au moins une partie meulée (40).

9. Injecteur de carburant selon la revendication 8, **caractérisé en ce que**

le segment de guidage (12) de l'organe d'injecteur (10) est guidé dans un guide d'aiguille (18) de la partie de boîtier de buse (15).

10. Injecteur de carburant selon l'une des revendications 1 à 9,

caractérisé en ce que

le boîtier de démultiplication est guidé par un gradin (28) dans la partie de boîtier d'injecteur (14).

11. Injecteur de carburant selon l'une des revendications 1 à 10,

caractérisé en ce qu'

une première chambre à ressort (32) entourant le boîtier de démultiplicateur (9) et une seconde chambre à ressort (39) entourant le segment de démultiplication (11) de l'organe d'injecteur (10) sont reliées par une liaison hydraulique, par au moins une rainure (34) dans le gradin (28), un intervalle annulaire (36) et des rainures (35) dans la partie de boîtier de buses (15).

12. Injecteur de carburant selon l'une des revendica-

tions 1 à 11,

caractérisé en ce qu'

une chambre de pression (41) entourant le segment d'aiguille (13) de l'organe d'injecteur (10) et la seconde chambre à ressort (39) entourant le segment de démultiplication (11) de l'organe d'injecteur (10) sont reliées hydrauliquement par au moins la partie meulée (40) du segment de guidage (12) de l'organe d'injecteur (10).

10

- 13.** Injecteur de carburant selon l'une des revendications 1 à 12,

caractérisé en ce que

la pression du système règne dans la première chambre de ressort (32), dans la seconde chambre de ressort (39) et dans la chambre de pression (41).

15

- 14.** Injecteur de carburant selon l'une des revendications 1 à 13,

caractérisé en ce que

la chambre de démultiplication (20) est alimentée en carburant par les fuites de guidage entre le manchon (19) et le segment de démultiplication (11) de l'organe d'injecteur (10) ou entre le boîtier de démultiplicateur (9) et le démultiplicateur de pression (8).

20

25

30

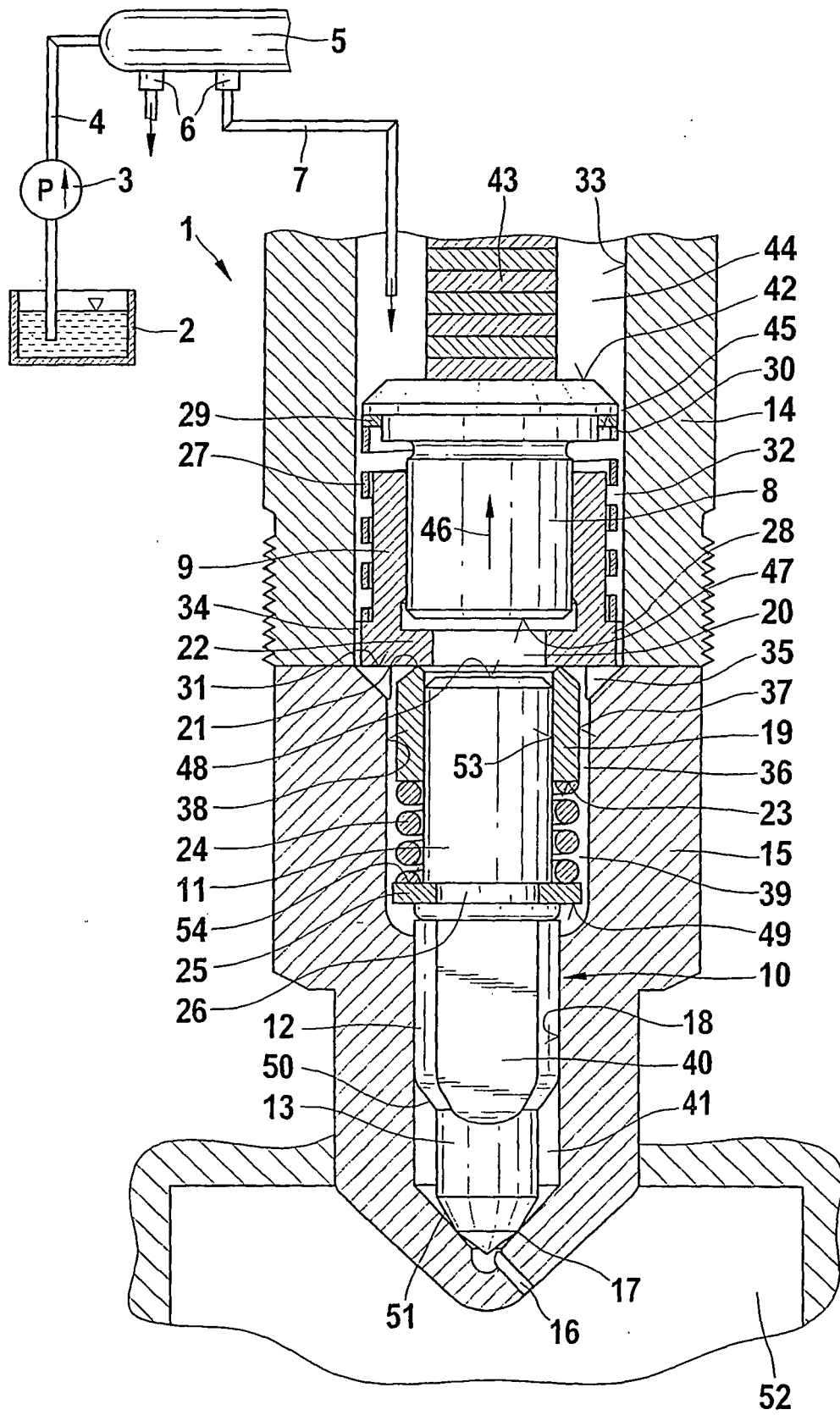
35

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

- WO 0129403 A1 [0005]
- US 20030034594 A1 [0006]
- WO 03038269 A1 [0007]