

(19)



(11)

EP 2 510 220 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
10.12.2014 Patentblatt 2014/50

(51) Int Cl.:
F02M 63/00 (2006.01) F02M 51/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10767992.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2010/064968

(22) Anmeldetag: **07.10.2010**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2011/069707 (16.06.2011 Gazette 2011/24)

(54) **KRAFTSTOFFINJEKTOR**

FUEL INJECTOR

INJECTEUR DE CARBURANT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **07.12.2009 DE 102009047560**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.10.2012 Patentblatt 2012/42

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

(72) Erfinder: **FUCHS, Walter**
70469 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2006/008200 DE-A1- 19 963 568
DE-A1-102007 002 758

EP 2 510 220 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Kraftstoffinjektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruchs 1 wie z.B. in der DE 10 2007 002 758 gezeigt. Ein solcher Kraftstoffinjektor weist einen Magnetaktor zur Betätigung einer in einer Bohrung eines Düsenkörpers hubbeweglich geführten Düsennadel auf, über deren Hubbewegung wenigstens eine Einspritzöffnung des Kraftstoffinjektors freigebbar oder verschließbar ist.

Stand der Technik

[0002] Die Verwendung von Magnetaktoren als Drucksteller bei heutigen Kraftstoffinjektoren hat sich insoweit bewährt, da Magnetaktoren, beispielsweise im Vergleich zu Piezoaktoren, kleinbauend und kostengünstig sind. Magnetaktoren besitzen jedoch eine vergleichsweise geringe Kraft, die in der Regel nicht ausreicht, um in der Schließstellung der Düsennadel die stark schließende Kraft am Düsennadelsitz zu überwinden und die Düsennadel anzuheben. Daher erfolgt die Betätigung der Düsennadel bei Verwendung eines Magnetaktors als Drucksteller in der Regel indirekt, indem die Düsennadel über ein Steuerventil mit einem veränderbaren Steuerdruck beaufschlagt wird, der dann den Öffnungs- oder Schließhub der Düsennadel bewirkt.

[0003] Um den Steuerdruck zu senken, wird eine Absteuermenge über einen im Kraftstoffinjektor ausgebildeten Niederdruckbereich einem Rücklauf zugeführt. Die rückgeführte Absteuermenge führt zu einer unerwünschten Aufheizung des Kraftstoffniederdruckkreises, zum Anderen muss diese abgesteuerte Menge wieder auf Hochdruck gefördert werden, wodurch die Anforderungen an die Förderleistung der vorgeschalteten Hochdruckpumpe steigen. Leckageverluste führen zudem zu einer weiteren Verschlechterung des Wirkungsgrades eines solchen Kraftstoffinjektors.

[0004] In der DE 10 2007 029 969 A1 wird daher ein gattungsgemäßer magnetbetätigter Kraftstoffinjektor mit einem Druckabbauventil vorgeschlagen, das nicht den Servokreislauf des Injektors schaltet, sondern einen sekundären Hydraulikkreislauf, der eine wesentlich geringere Steuermenge benötigt. Dem Druckabbauventil haftet zudem keine Leckage an, was bezüglich der Effizienz von Vorteil ist.

[0005] Darüber hinaus sind rücklaufmengen- bzw. rückführungsfreie Injektorkonzepte bekannt, bei denen die Düsennadel direkt betätigt wird. Ein solches Konzept geht beispielsweise aus der DE 102 60 825 A1 hervor. Das hierin beschriebene Kraftstoffeinspritzventil weist hierzu zwei unabhängig voneinander steuerbare Magnetkreise auf, die einen zuverlässigen Öffnungs- und Schließbetrieb gewährleisten sollen.

[0006] Ausgehend von der Idee eines rücklaufmengenfreien Injektorkonzeptes liegt der Erfindung nunmehr

die Aufgabe zugrunde, einen einfach aufgebauten Kraftstoffinjektor mit nur einem Magnetaktor bzw. Magnetkreis bereit zu stellen, der dennoch einen zuverlässigen Öffnungs- und Schließbetrieb der Düsennadel gewährleistet. Gegenüber bekannten Injektorkonzepten mit nur einem Magnetaktor soll der vorgeschlagene Kraftstoffinjektor des Weiteren einen verbesserten Wirkungsgrad aufweisen.

[0007] Die Aufgabe wird gelöst durch einen Kraftstoffinjektor mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung werden in den Unteransprüchen angegeben.

Offenbarung der Erfindung

[0008] Der vorgeschlagene Kraftstoffinjektor weist einen Magnetaktor zur Betätigung der in einer Bohrung des Düsenkörpers hubbeweglichen geführten Düsennadel auf, die erfindungsgemäß eine hydraulisch wirksame Fläche A_1 besitzt, die ein Steuervolumen axial begrenzt, über welches die Düsennadel mit einer vorzugsweise koaxial angeordneten Magnetnadel hydraulisch koppelbar ist, die in einer zentralen Bohrung eines Zwischenkolbens hubbeweglich geführt ist und eine das Steuervolumen axial begrenzende hydraulisch wirksame Fläche A_2 besitzt, die kleiner als die Fläche A_1 der Düsennadel ist, so dass die hydraulische Kopplung während einer ersten Phase der Öffnungshubes der Düsennadel eine Kraftverstärkung bewirkt.

[0009] Die Kraftverstärkung während der ersten Phase des Öffnungshubes der Düsennadel wird demnach allein durch das gewählte Flächenverhältnis der hydraulisch wirksamen Flächen A_1 und A_2 erzielt. Die stark schließende Kraft am Düsennadelsitz wird aufgrund der Kraftverstärkung überwunden, so dass ein zuverlässiger Öffnungsbetrieb gewährleistet ist. Es werden zudem keine Steuer-mengen und kein Leckagerücklauf benötigt, da die Betätigung der Düsennadel direkt bzw. über das vorhandene Steuervolumen erfolgt. Der Wirkungsgrad wird damit gegenüber herkömmlichen magnetbetriebenen Injektorkonzepten deutlich verbessert. Das rücklaufmengenfreie Konzept benötigt eine geringere Hochdruckpumpenförderleistung, so dass demzufolge auch der Kraftstoffverbrauch und die Schadstoffemissionen sinken.

[0010] Um den zur Sitzentdrosselung erforderlichen Hub der Düsennadel zu bewirken wird als weitere Maßnahme vorgeschlagen, dass die Düsennadel während einer zweiten Phase ihres Öffnungshubes mit dem Zwischenkolben, der eine das Steuervolumen axial begrenzende hydraulisch wirksame Fläche A_3 besitzt und vorzugsweise ebenfalls in der Bohrung des Düsenkörpers hubbeweglich geführt ist, hydraulisch koppelbar ist, wobei die hydraulische Kopplung während der zweiten Phase des Öffnungshubes im Vergleich zur ersten Phase eine Wegverstärkung bewirkt. Ab Beginn des Öffnungshubes wird durch zunehmende Druckunterwanderung die stark schließende Kraft an der Düsennadel kompen-

siert. In der zweiten Phase des Öffnungshubes der Düsennadel ist demnach eine Kraftverstärkung nicht mehr erforderlich. Durch die weitgehend druckausgeglichene Düsennadel ist daher in dieser zweiten Hubphase die Hubuntersetzung verzichtbar, eine Wegverstärkung ist realisierbar.

[0011] Die Wegverstärkung wird durch die zusätzliche hydraulisch wirksame Fläche A_3 des Zwischenkolbens bewirkt, der während der zweiten Phase des Öffnungshubes der Düsennadel der Hubbewegung der Magnetnadel folgt, so dass sich die hydraulisch wirksamen Flächen A_2 und A_3 ergänzen. Die Wegverstärkung ermöglicht einen größeren Düsennadelhub, so dass eine vollständige Sitzdrosselung ermöglicht wird oder zumindest die Sitzdrosselung sehr gering ist. Bei konstant gegebenem Raildruck verringern sich dadurch die Druckverluste bis zur Einspritzöffnung, so dass demzufolge die Zerstäubungsenergie an der Einspritzöffnung zur Minimierung der Emissionen verbessert wird.

[0012] Vorzugsweise ergänzen sich während der zweiten Phase des Öffnungshubes der Düsennadel die hydraulisch wirksamen Flächen A_2 und A_3 der Magnetnadel und des Zwischenkolbens derart, dass die Summe der Flächen A_2 und A_3 größer oder gleich der Fläche A_1 ist. Während sich gegenüberliegende gleich große Flächen eine 1/1-Übersetzung im Hinblick auf Kraft und Hub bewirken, kann eine eigentliche Wegverstärkung nur dann erzielt werden, wenn die Flächen A_2 und A_3 gemeinsam größer als A_1 sind. Im Vergleich zur ersten Phase des Öffnungshubes der Düsennadel wird jedoch in jedem Fall eine Wegverstärkung bewirkt, da die Fläche A_3 hinzukommt.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Zwischenkolben als Stufenkolben ausgebildet und besitzt einen Bundbereich mit einer radial verlaufenden Anlagefläche, mittels welcher der Zwischenkolben vorzugsweise am Düsenkörper abgestützt ist. Während der ersten Phase des Öffnungshubes der Düsennadel verbleibt die radial verlaufende Anlagefläche des Zwischenkolbens in Anlage mit dem Düsenkörper. Erst in der zweiten Phase des Öffnungshubes hebt der Zwischenkolben mit seiner radial verlaufenden Anlagefläche vom Düsenkörper ab, nachdem die Summe aller Kräfte an der Anlagefläche des Zwischenkolbens zum Düsenkörper Null wird. Darüber hinaus dient der Düsenkörper als Anschlag, der den Weg des Zwischenkolbens bei dessen Rückstellung begrenzt, sobald die radial verlaufende Anlagefläche des Zwischenkolbens wieder in Anlage mit dem Düsenkörper gelangt.

[0014] Vorzugsweise wird der Zwischenkolben mit einer in Richtung des Magnetaktors wirkenden Druckkraft einer Feder beaufschlagt, die weiterhin vorzugsweise als Schraubendruckfeder ausgebildet ist und den Bundbereich des Zwischenkolbens umgibt. Die Bewegung des Zwischenkolbens erfolgt in der zweiten Phase des Öffnungshubes der Düsennadel somit federunterstützt, um in zuverlässiger Weise eine Wegverstärkung im Vergleich zur ersten Phase des Öffnungshubes der Düsen-

nadel zu gewährleisten. Bevorzugt weist der Bundbereich des Zwischenkolbens eine radial verlaufende Schulter zur Abstützung der Feder auf. Das andere Ende der Feder ist gegenüber dem Düsenkörper abgestützt. Die radial verlaufende Schulter dient somit als Federteller.

[0015] Vorteilhafterweise ist der Zwischenkolben ferner über eine Feder gegenüber der Magnetnadel abgestützt, wobei die Feder vorzugsweise als Tellerfeder ausgebildet ist, die bevorzugt an einer radial verlaufenden Schulter der Magnetnadel abgestützt ist. Diese Tellerfeder kann zum Toleranzausgleich genutzt werden. Andererseits ist eine solche Feder verzichtbar, wenn beispielsweise die Rückstellung des Zwischenkolbens über einen an der Magnetnadel ausgebildeten Mitnehmer sichergestellt ist. Ferner kann diese Tellerfeder zum Toleranzausgleich genutzt werden.

[0016] Bevorzugt wird auch die Magnetnadel von der Druckkraft einer Feder beaufschlagt, die eine zuverlässige Rückstellung der Magnetnadel bei Beendigung der Bestromung des Magnetaktors und damit während des Schließhubes der Düsennadel bewirkt. Die Feder kann ebenfalls als Schraubendruckfeder ausgebildet sein, die einerseits am aktorseitigen Ende der Magnetnadel, andererseits am Gehäuse des Injektors abgestützt ist.

[0017] Die Funktionsweise eines erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektors ist wie folgt:

Initial bzw. in Schließstellung dichtet die Düsennadel am Düsennadelsitz. Außerhalb des Dichtdurchmessers wird die Düsennadel von Hochdruck beaufschlagt, während innerhalb des Dichtdurchmessers der deutlich niedrigere Brennraumdruck anliegt. Das dem Düsennadelsitz abgewandte Ende der Düsennadel ist wiederum hochdruckbeaufschlagt. Die hydraulische Kraftdifferenz oberhalb und unterhalb der Düsennadel lastet als Dichtkraft am Düsennadelsitz. Zudem ist die federbelastete Magnetnadel am sitzabgewandten Ende der Düsennadel abgestützt. Im engen Bauraum eines Injektors könnte ein Magnetaktor diese hohe Dichtkraft am Düsennadelsitz nicht kompensieren, um die Düsennadel direkt angesteuert vom Sitz abzuheben. Erfolgt nun bei einem erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektor eine Bestromung des Magnetaktors, wird die auf die Magnetnadel lastende Federkraft überwunden und die Magnetnadel beginnt sich in Richtung des Magnetaktors zu bewegen. Dabei wird komprimiertes Volumen aus einem oberhalb der Düsennadel angeordneten Druckraum abgesaugt. Dadurch sinkt der Druck in dem Druckraum solange ab, bis die Dichtkraft am Düsennadelsitz gleich Null wird. Ab diesem Zeitpunkt hebt die Düsennadel von ihrem Dichtsitz ab. Durch das gewählte Flächenverhältnis der hydraulisch wirksamen Flächen der Magnetnadel und der Düsennadel, die über das im Druckraum vorhandene Steuervolumen hydraulisch gekoppelt sind, wird eine Kraftverstärkung bewirkt, so dass zur Überwindung der

Dichtkraft eine deutlich geringere Magnetkraft ausreicht.

[0018] Nach erstem Anheben der Düsenadel strömt der Kraftstoff auch innerhalb des Düsensitzes unter die Düsenadelspitze. Die Kraft unter der Nadel wird dadurch zunehmend angehoben, so dass der Kraftaufwand zum weiteren Heben der Düsenadel sinkt. Denn mit größer werdendem Hub baut sich unterhalb der Düsenadel ein dem Raildruck angleichender Druck auf. Es beginnt die zweite Phase des Öffnungshubes der Düsenadel, in welcher der Zwischenkolben vom Düsenkörper abhebt und somit eine Änderung des Flächenverhältnisses der jeweils in Bezug auf das Steuervolumen relevanten hydraulisch wirksamen Flächen bewirkt, wobei im Vergleich zur ersten Phase des Öffnungshubes der Düsenadel eine Wegverstärkung erzielt wird. Ohne Bewegung des Zwischenkolbens müsste die Magnetadel zur Erfüllung der Mengenbilanz einen größeren Weg als die Düsenadel zurücklegen, um den für eine ausreichende Sitzentdrosselung notwendigen Düsenadelhub zu realisieren. Der Magnetkreis in diesem begrenzten Bauraum ist jedoch nicht in der Lage einen so großen Hub zu ermöglichen, um für größere Düsenlochquerschnitte die Sitzdrosselung ausreichend niedrig zu halten. Da nach Aufbrauch der Abstützkraft des Zwischenkolbens am Düsenkörper sich der Zwischenkolben in Richtung des Magnetaktors bewegt, so dass sich die hydraulisch wirksamen Flächen der Magnetadel und des Zwischenkolbens ergänzen, ist es zur Erfüllung der Mengenbilanz nicht mehr notwendig, dass die Magnetadel bzw. der Aktorhub ein Vielfaches des Hubes der Düsenadel beträgt. In Abhängigkeit vom äußeren Führungsdurchmesser des Zwischenkolbens wird nunmehr die Düsenadel mehr oder weniger wegverstärkt mit nach oben genommen. Der dadurch bewirkte größere Düsenadelhub wiederum führt zu einer Maximierung der Strahlenergie an den Einspritzöffnungen.

[0019] Der Schließvorgang der Düsenadel wird durch die Beendigung der Bestromung des Magnetaktors eingeleitet. Die Magnetkraft sinkt unter die restlichen resultierenden Kräfte an der Magnetadel. Die Magnetadel und der im Folgenden daran angelegte Zwischenkolben bewegen sich in Richtung des Düsenadelsitzes. Dadurch steigen die Druckkräfte im Druckraum oberhalb der Düsenadel an, welche zudem, nach Anlage der Magnetadel an der Düsenadel, durch die Federkraft der aktorseitig an der Magnetadel anliegenden Feder belastet wird. Die Folge ist der Schließhub der Düsenadel. Gegen Bewegungsende drosselt der Düsenadelsitz den Druck im Sitzbereich, bis innerhalb des Dichtsitzdurchmessers wieder Brennraumdruck herrscht. Dadurch kommt es wieder zu den anfangs beschriebenen hohen Dichtkräften am Düsenadelsitz und damit zum sicheren Abdichten der Düsenlöcher gegenüber dem Raildruck.

[0020] Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung wird nachfolgend anhand der einzigen Figur näher

beschrieben. Diese zeigt einen schematischen Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektor.

[0021] Der dargestellte Kraftstoffinjektor weist einen Magnetaktor 1 zur Betätigung einer in einer Bohrung 2 eines Düsenkörpers 3 hubbeweglich geführten Düsenadel 4 auf. Der Düsenkörper 3 kann alternativ zur dargestellten einteiligen Ausführung auch zweiteilig, vorzugsweise mit einer statischen Dichtstelle auf Höhe eines Steuervolumens 6 ausgeführt sein. Durch die Hubbewegung der Düsenadel 4 ist wenigstens eine Einspritzöffnung 5 des Kraftstoffinjektors freigebbar oder verschließbar, so dass bei freigegebener Einspritzöffnung unter hohem Druck stehender Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird.

[0022] Der Magnetaktor umfasst eine Magnetadel 7, die in einer zentralen Bohrung 8 eines Zwischenkolbens 9 hubbeweglich geführt ist. Bei einer Bestromung des Magnetaktors 1 bewegt sich die Magnetadel 7 entgegen der Kraft einer oberhalb der Magnetadel 7 angeordneten Feder 16 zum Magnetaktor 1 hin, wobei ein Steuervolumen 6, über welches die Magnetadel 7 mit der Düsenadel 4 hydraulisch gekoppelt ist eine Vergrößerung erfährt. Der Druck in dem das Steuervolumen 6 definierenden Druckraum sinkt, bis die Kräfte oberhalb und unterhalb der Düsenadel 4 ausgeglichen sind, so dass schließlich der Öffnungshub der Düsenadel 4 initiiert wird.

[0023] Der Zwischenkolben 9, der ebenfalls in der Bohrung 2 des ein- oder zweiteilig ausgeführten Düsenkörpers 3 hubbeweglich geführt ist, liegt während der ersten Phase des Öffnungshubes der Düsenadel 4 am Düsenkörper 3 an. Hierzu weist der Zwischenkolben 9 einen Bundbereich 10 auf, an welchem eine radial verlaufende Anlagefläche 11 ausgebildet ist. Die Gegenfläche am Düsenkörper 3 bildet zugleich eine Anschlagfläche zur Hubbegrenzung des Zwischenkolbens 9 bei dessen Rückstellung aus.

[0024] Der Zwischenkolben 9 ist durch eine erste Feder 12 belastet, deren Federkraft die Bewegung des Zwischenkolbens 9 in Richtung des Magnetaktors 1 unterstützt. Auf diese Weise ist ein zuverlässiger Öffnungsbetrieb gewährleistet. Die Feder 12 ist einerseits am Düsenkörper 3, andererseits an einer radial verlaufenden Schulter 13 des Zwischenkolbens 9 abgestützt. Vorliegend ist die Feder 12 als Schraubendruckfeder ausgebildet, die um den Bundbereich 10 des Zwischenkolbens 9 gelegt ist.

[0025] Des Weiteren ist der Zwischenkolben 9 über eine zweite Feder 14 in Form einer Tellerfeder gegenüber der Magnetadel 7 abgestützt, so dass die Bewegung des Zwischenkolbens 9 unter anderem auch an die Bewegung der Magnetadel 7 gekoppelt ist. Gegenüber der Magnetadel 7 ist die Feder 14 an einer radial verlaufenden Schulter 15 abgestützt. Die Feder 14 dient vorliegend einem Toleranzausgleich.

[0026] Gemeinsam mit einer weiteren, die Magnetadel 7 beaufschlagenden Feder 16, die vorliegend als

Schraubendruckfeder ausgebildet ist und aktorseitig an der Magnetnadel 7 anliegt, gewährleistet die Feder 14 ferner, dass sämtliche hubbeweglichen Bauteile in ihre Ausgangslage zurückgestellt werden. So bewirkt insbesondere die Federkraft der die Magnetnadel 7 beaufschlagenden Feder 16, dass die Düsennadel 4 in ihren Sitz zurückgestellt wird. Dabei legt sich die Magnetnadel 7 direkt an die Düsennadel 4 an.

[0027] Bei einer Bestromung des Magnetaktors 1 bewegt sich die Magnetnadel 7 entgegen der Druckkraft der Feder 16 nach oben, das heißt in Richtung des Elektromagneten des Magnetaktors 1. Das Steuervolumen 6 vergrößert sich, der Druck im Steuervolumen 6 fällt. Da die hydraulisch wirksame Fläche A_2 der Magnetnadel 7 kleiner als die hydraulisch wirksame Fläche A_1 der Düsennadel 4 ist, wird aufgrund des gewählten Flächenverhältnisses während einer ersten Phase des Öffnungshubes der Düsennadel 4 eine Kraftverstärkung bewirkt. Nach dem ersten Anheben der Düsennadel 4 strömt der Kraftstoff auch innerhalb des Düsensitzes unter die Düsennadelspitze. Die Kraft unter der Düsennadel 4 steigt dadurch zunehmend, so dass der Kraftaufwand zum weiteren Heben der Düsennadel 4 sinkt. Dadurch wird die Abstützkraft an der Anlagefläche 11 gleich Null und der Zwischenkolben 9 beginnt der Magnetnadel 7 zu folgen. Durch die Ergänzung der Flächen A_2 und A_3 kommt es zur deutlichen Wegverstärkung gegenüber der ersten Nadelhubphase.

[0028] Gleichwohl nur die vergleichsweise geringe Kraft eines einfachen Magnetkreises zur Verfügung steht, vermag der vorgeschlagene Kraftstoffinjektor einen zuverlässigen Öffnungs- und Schließbetrieb zu gewährleisten. In dem kleinen Magnetkreis ist das Magnetfeld zudem schneller auf- und abgebaut.

[0029] Der vorgeschlagene Kraftstoffinjektor weist zudem nur wenige Bauteile sowie wenige Verschleißstellen auf. Er ist somit einfach und kostengünstig herzustellen. Ferner verbleibt innerhalb des Kraftstoffinjektors ausreichend Bauraum für großzügige Hochdruckvolumina zur Druckwellenabschwächung.

Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine mit einem Magnetaktor (1) zur Betätigung einer in einer Bohrung (2) eines Düsenkörpers (3) hubbeweglich geführten Düsennadel (4), über deren Hubbewegung wenigstens eine Einspritzöffnung (5) des Kraftstoffinjektors freigebbar oder verschließbar ist, wobei die Düsennadel (4) eine hydraulisch wirksame Fläche A_1 besitzt, die ein Steuervolumen (6) axial begrenzt, über welches die Düsennadel (4) mit einer vorzugsweise coaxial angeordneten Magnetnadel (7) hydraulisch koppelbar ist, die in einer zentralen Bohrung (8) eines Zwischenkolbens (9) hubbeweglich geführt ist und eine das Steuervolumen (6) axial

begrenzende hydraulisch wirksame Fläche A_2 besitzt, die kleiner als die Fläche A_1 der Düsennadel (4) ist, so dass die hydraulische Kopplung während einer ersten Phase des Öffnungshubes der Düsennadel (4) eine Kraftverstärkung bewirkt, wobei der Zwischenkolben (9) in der Bohrung (2) hubbeweglich geführt ist.

2. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düsennadel (4) während einer zweiten Phase ihres Öffnungshubes mit dem Zwischenkolben (9), der eine das Steuervolumen (6) axial begrenzen hydraulisch wirksame Fläche A_3 besitzt, hydraulisch koppelbar ist, wobei die hydraulische Kopplung während der zweiten Phase des Öffnungshubes im Vergleich zur ersten Phase eine Wegverstärkung bewirkt.

3. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich während der zweiten Phase des Öffnungshubes der Düsennadel (4) die hydraulisch wirksamen Flächen A_2 und A_3 der Magnetnadel (7) und des Zwischenkolbens (9) derart ergänzen, dass die Summe der Flächen A_2 und A_3 größer oder gleich der hydraulisch wirksamen Fläche A_1 der Düsennadel (4) ist:

4. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zwischenkolben (9) als Stufenkolben ausgebildet ist und einen Bundbereich (10) mit einer radial verlaufenden Anlagefläche (11) besitzt, mittels welcher der Zwischenkolben (9) vorzugsweise am Düsenkörper (3) abgestützt ist.

5. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zwischenkolben (9) mit einer in Richtung des Magnetaktors (1) wirkenden Druckkraft einer Feder (12) beaufschlagt wird, die vorzugsweise als Schraubendruckfeder ausgebildet ist und den Bundbereich (10) des Zwischenkolbens (9) umgibt.

6. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Abstützung der Feder (12) der Bundbereich (10) eine radial verlaufende Schulter (13) aufweist.

7. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zwischenkolben (9) über eine Feder (14) gegenüber der Magnetnadel (7) abgestützt ist, wobei die Feder (14) vorzugsweise als Tellerfeder ausgebildet ist, die an einer radial verlaufenden Schulter (15) der Magnetnadel (7) abgestützt ist.

8. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Magnetnadel (7) von der Druckkraft einer Feder (16) beaufschlagt wird, die eine Rückstellung der Magnetnadel (7) während des Schließhubes der Düsennadel (4) bewirkt.

Claims

1. Fuel injector for the injection of fuel into a combustion space of an internal combustion engine, with a magnetic actuator (1) for actuating a nozzle needle (4) which is guided in reciprocal motion in a bore (2) of a nozzle body (3) and via the reciprocal motion of which at least one injection orifice (5) of the fuel injector can be released or closed, the nozzle needle (4) possessing a hydraulically active surface A_1 which axially delimits a control volume (6), via which the nozzle needle (4) can be coupled hydraulically to a preferably coaxially arranged magnetic needle (7) which is guided in reciprocal motion in a central bore (8) of an intermediate piston (9) and which possesses a hydraulically active surface A_2 which axially delimits the control volume (6) and which is smaller than the surface A_1 of the nozzle needle (4), so that, during a first phase of the opening stroke of the nozzle needle (4), the hydraulic coupling causes force amplification, the intermediate piston (9) being guided in reciprocal motion in the bore (2).
2. Fuel injector according to Claim 1, **characterized in that** the nozzle needle (4), during a second phase of its opening stroke, can be coupled hydraulically to the intermediate piston (9), which possesses a hydraulically active surface A_3 axially delimiting the control volume (6), during the second phase of the opening stroke the hydraulic coupling causing travel amplification in comparison with the first phase.
3. Fuel injector according to Claim 2, **characterized in that**, during the second phase of the opening stroke of the nozzle needle (4), the hydraulically active surface A_2 and A_3 of the magnetic needle (7) and of the intermediate piston (9) supplement one another in such a way that the sum of the surfaces A_2 and A_3 is larger than or equal to the hydraulically active surface A_1 of the nozzle needle (4).
4. Fuel injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** the intermediate piston (9) is designed as a step piston and possesses a collar region (10) with a radially running bearing surface (11), by means of which the intermediate piston (9) is preferably supported on the nozzle body (3).

5. Fuel injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** the intermediate piston (9) is acted upon by a pressure force, acting in the direction of the magnetic actuator (1), of a spring (12) which is preferably designed as a helical compression spring and which surrounds the collar region (10) of the intermediate piston (9).
6. Fuel injector according to Claim 5, **characterized in that**, to support the spring (12), the collar region (10) has a radially running shoulder (13).
7. Fuel injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** the intermediate piston (9) is supported with respect to the magnetic needle (7) via a spring (14), the spring (14) preferably being designed as a cup spring which is supported on a radially running shoulder (15) of the magnetic needle (7).
8. Fuel injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** the magnetic needle (7) is acted upon by the pressure force of a spring (16) which causes a return of the magnetic needle (7) during the closing stroke of the nozzle needle (4).

Revendications

1. Injecteur de carburant pour l'injection de carburant dans une chambre de combustion d'un moteur à combustion interne comprenant un actionneur magnétique (1) pour l'actionnement d'une aiguille d'injecteur (4) guidée de manière à pouvoir effectuer un mouvement de va-et-vient dans un alésage (2) d'un corps d'injecteur (3), par le biais du mouvement de va-et-vient de laquelle aiguille d'injecteur au moins une ouverture d'injection (5) de l'injecteur de carburant peut être libérée ou peut être fermée, l'aiguille d'injecteur (4) présentant une surface hydrauliquement active A_1 qui limite axialement un volume de commande (6) par le biais duquel l'aiguille d'injecteur (4) peut être accouplée hydrauliquement à une aiguille magnétique (7) disposée de préférence de manière coaxiale, laquelle aiguille magnétique est guidée de manière à pouvoir effectuer un mouvement de va-et-vient dans un alésage central (8) d'un piston intermédiaire (9) et présente une surface hydrauliquement active A_2 limitant axialement le volume de commande (6), laquelle est plus petite que la surface A_1 de l'aiguille d'injecteur (4), de telle sorte que l'accouplement hydraulique provoque une amplification de force pendant une première phase de la course d'ouverture de l'aiguille d'injecteur (4), le piston intermédiaire (9) étant guidé de manière à pouvoir effectuer un mouvement de va-et-vient dans l'alésage (2).

2. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'aiguille d'injecteur (4) peut être accouplée hydrauliquement, pendant une deuxième phase de sa course d'ouverture, au piston intermédiaire (9) qui présente une surface hydrauliquement active A_3 limitant axialement le volume de commande (6), l'accouplement hydraulique provoquant une amplification de course pendant la deuxième phase de la course d'ouverture par comparaison avec la première phase. 5 10
3. Injecteur de carburant selon la revendication 2, **caractérisé en ce que**, pendant la deuxième phase de la course d'ouverture de l'aiguille d'injecteur (4), les surfaces hydrauliquement actives A_2 et A_3 de l'aiguille magnétique (7) et du piston intermédiaire (9) se complètent de telle sorte que la somme des surfaces A_2 et A_3 soit supérieure ou égale à la surface hydrauliquement active A_1 de l'aiguille d'injecteur (4). 15 20
4. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le piston intermédiaire (9) est réalisé sous forme de piston étagé et présente une région de collet (10) comprenant une surface d'appui (11) s'étendant radialement, au moyen de laquelle le piston intermédiaire (9) s'appuie de préférence contre le corps d'injecteur (3). 25 30
5. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le piston intermédiaire (9) est sollicité par une force de pression d'un ressort (12) agissant en direction de l'actionneur magnétique (1), lequel ressort est réalisé de préférence sous forme de ressort hélicoïdal de compression et entoure la région de collet (10) du piston intermédiaire (9). 35 40
6. Injecteur de carburant selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la région de collet (10) comprend un épaulement (13) s'étendant radialement pour l'appui du ressort (12). 45
7. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le piston intermédiaire (9) est supporté par le biais d'un ressort (14) par rapport à l'aiguille magnétique (7), le ressort (14) étant réalisé de préférence sous forme de ressort diaphragme qui s'appuie contre un épaulement (15) s'étendant radialement de l'aiguille magnétique (7). 50 55
8. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'aiguille magnétique (7) est sollicitée par la force de pression d'un ressort (16) qui provoque un rappel de l'aiguille magnétique (7) pendant la course de fermeture de l'aiguille d'injecteur (4).

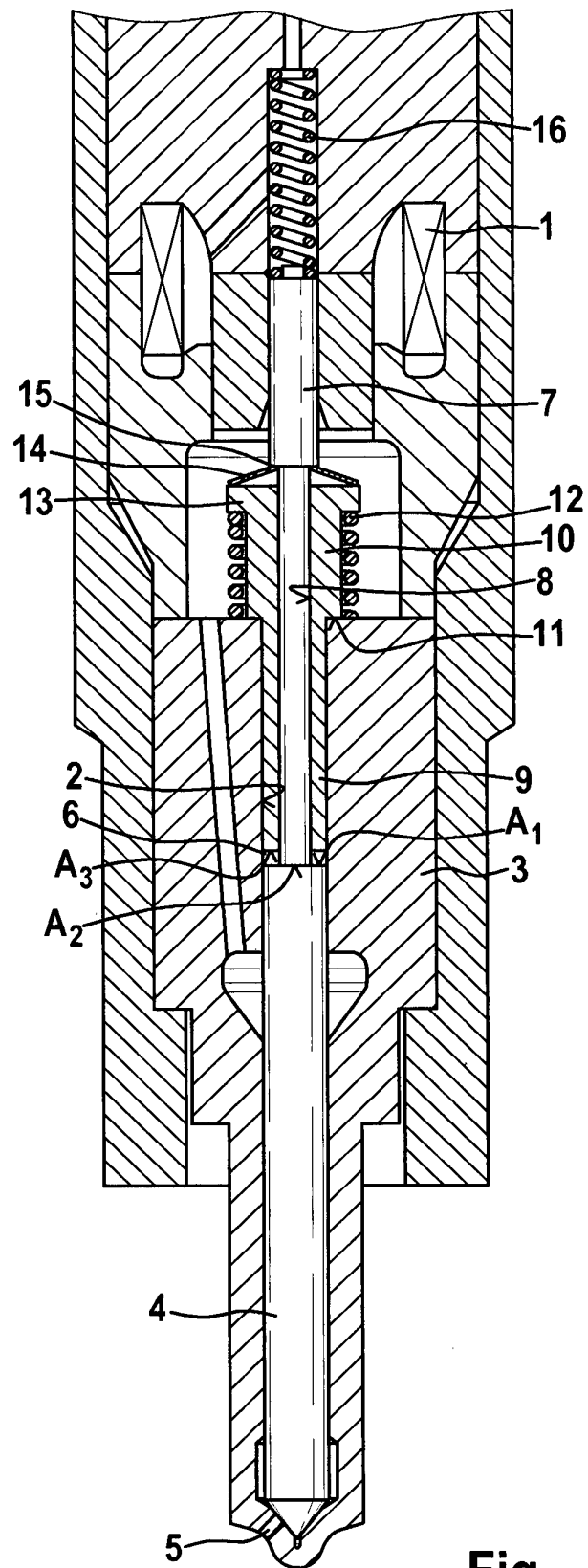


Fig.

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 102007002758 [0001]
- DE 102007029969 A1 [0004]
- DE 10260825 A1 [0005]