



(11)

EP 2 909 467 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
13.02.2019 Patentblatt 2019/07

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

(21) Anmeldenummer: **13805928.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2013/076961

(22) Anmeldetag: **17.12.2013**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2014/095910 (26.06.2014 Gazette 2014/26)

(54) **PIEZOINJEKTOR**

PIEZO INJECTOR

INJECTEUR PIÉZO-ÉLECTRIQUE

(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: **20.12.2012 DE 102012223934**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.08.2015 Patentblatt 2015/35

(73) Patentinhaber: **Continental Automotive GmbH**
30165 Hannover (DE)

(72) Erfinder: **SCHÜRZ, Willibald**
93188 Pielenhofen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 508 690 DE-A1-102006 011 293
DE-A1-102007 006 941 DE-A1-102009 002 554

EP 2 909 467 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 Piezoinjektor gemäß Patentanspruch 1.

[0002] Brennkraftmaschinen mit Kraftstoffdirekteinspritzung sind bekannt. Zur Kraftstoffdirekteinspritzung werden Einspritzventile eingesetzt, z. B. Piezoinjektoren, deren Düsenadel mittels eines Piezoaktors angetrieben wird. Dabei sind zwischen dem Aktor und der Düsenadel eine hydraulische Übertragungseinheit vorgesehen. Die Auslenkung des Aktors wird in eine entsprechende Auslenkung der Düsenadel übertragen. Hierzu ist eine nahezu spielfreie Kopplung zwischen dem Piezoaktor und der Düsenadel erforderlich. Eine solche spielfreie Kopplung ist jedoch aufgrund thermischer Längenänderungen im Piezoinjektor schwer einzuhalten. Ist der Leerhub zwischen Piezoaktor und Düsenadel zu gering, kann dies ein nicht vollständiges Schließen der Düsenadel zur Folge haben. Ist der Leerhub zwischen Piezoaktor und der Düsenadel zu groß, führt dies zu einer Erhöhung der zur Ansteuerung des Piezoinjektors notwendigen Ansteuerenergie. Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, thermische Längenänderungen durch eine geeignete Materialwahl und eine Geometrie zu kompensieren. Dies führt allerdings zu hohen Fertigungskosten und schränkt die konstruktive Freiheit bei der Gestaltung des Piezoinjektors stark ein.

[0003] Aus der DE 10 2009 002 554 A1 ist ein Kraftstoffinjektor mit einer axial verstellbaren Düsenadel zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung über wenigstens ein Einspritzloch bekannt, einem Piezoaktor zur axialen Verstellung der Düsenadel sowie einer in Wirkverbindung mit der Düsenadel und dem Piezoaktor stehenden hydraulischen Kopplereinrichtung. Der Piezoinjektor umfasst einen Aktorraum, in dem ein Piezoaktor angeordnet ist, des Weiteren umfasst er einen oberen Abschnitt, den Injektorkörper und einen unteren Abschnitt, den Düsenkörper. Der Injektor weist eine Zwischenplatte, eine Steuerkolbenbohrung, die im Düsenkörper ausgebildet ist, eine in der Steuerkolbenbohrung angeordnete Steuerhülse, einen ersten und einen zweiten Steuerraum und ein Leckagestift auf, der in einer Leckagestiftbohrung in der Zwischenplatte angeordnet ist. Zwischen dem ersten und dem zweiten Steuerraum ist eine Verbindungsbohrung vorhanden, die entsprechende Druckänderungen überträgt.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Piezoinjektor bereitzustellen, bei dem Längenänderungen des Piezoinjektors von selbst ausgeglichen werden und der sich durch eine kompakte und herstellungstechnisch einfachen Aufbau auszeichnet. Diese Aufgabe wird durch einen Piezoinjektor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0005] Ein erfindungsgemäßer Piezoinjektor umfasst einen Aktorraum (170), in dem ein Piezoaktor angeordnet ist, eine Steuerkolbenbohrung, in der eine Steuerhülse angeordnet ist, in welcher Steuerkol-

ben aufgenommen ist,

wobei die Steuerhülse mit ihrer dem Piezoaktor zugewandten Stirnseite dichtend an einer Zwischenplatte angrenzt, wobei der Steuerkolben eine dem Piezoaktor zugewandte erste Stirnseite aufweist, wobei die erste Stirnseite des Steuerkolbens und der dem Piezoaktor zugewandte Abschnitt der Steuerhülse einen ersten Steuerraum bilden. Ferner umfasst er eine Düsenadel mit einer zweiten Stirnseite, wobei die Düsenadel in einer zentralen, zylindrischen Bohrung im Steuerkolben verschiebbar geführt ist, wobei die zentrale Bohrung im Steuerkolben und die zweite Stirnseite der Düsenadel einen zweiten Steuerraum bilden, desweiteren mindestens eine Verbindungsbohrung zwischen dem ersten Steuerraum und dem zweiten Steuerraum, die in dem Steuerkolben derart vorgesehen ist, dass sie eine Druckänderung zwischen dem ersten und dem zweiten Steuerraum überträgt. Auch umfasst er einen Leckagestift, der zwischen dem Piezoaktor und der ersten Stirnseite des Steuerkolbens in einer Leckagestiftbohrung in der Zwischenplatte angeordnet ist, und einen Aktorhub unmittelbar auf den Steuerkolben überträgt, wobei an dem dem ersten Steuerraum abgewandten Ende des Steuerkolbens und der Steuerhülse ein Federraum vorgesehen ist.

[0006] Vorteilhafterweise besteht bei diesem Piezoinjektor eine hydraulische Kopplung zwischen dem Piezoaktor und der Düsenadel, die in die Düse integriert ist. Diese hydraulische Kopplung bewirkt vorteilhafterweise einen Spielausgleich und eine Hubübersetzung. Dadurch können Temperatureffekte, Verschleiß an Kontaktstellen im Antrieb und durch Änderungen im Polarisationszustandes des Piezoaktors bedingte Längenänderung im Piezoinjektor ausgeglichen werden. Dies ermöglicht in vorteilhafterweise, den Injektor aus einem beliebigen Werkstoff zu fertigen, ohne thermische Ausdehnungseigenschaften des Werkstoffes berücksichtigen zu müssen. Daher kann ein besonders hochdruckfester Werkstoff verwendet werden. Vorteilhafterweise entfallen bei der Montage des Piezoinjektors aufwändige Einstellprozesse für einen Leerhub, was die Fertigungskosten des Piezoinjektors reduziert. Durch den Entfall eines Leerhubs reduziert sich auch eine für die Ansteuerung des Piezoinjektors benötigte Energie. Ein weiterer Vorteil des Piezoinjektors besteht in seiner verbesserten Einspritzmengenstabilität im dynamischen Motorbetrieb. Ebenfalls vorteilhaft ist, dass der Druckverlust im Piezoinjektor gegenüber dem Stand der Technik reduziert sind.

[0007] Es ist zweckmäßig, dass eine erste Leckage aus dem ersten Steuerraum heraus ermöglicht ist, eine zweite Leckage aus einem Hochdruckbereich in den ersten Steuerraum ermöglicht ist, und eine dritte Leckage aus dem Hochdruckbereich in den zweiten Steuerraum ermöglicht ist. Dabei ist die Summe aus der zweiten Leckage und der dritten Leckage mindestens so groß wie die erste Leckage und die Summe aus der zweiten Leckage und der dritten Leckage ist so gering, dass bei

Öffnen der Düsennadel ein durch die zweite und die dritte Leckage bewirkter Druckanstieg in dem zweiten Steuer-
raum nicht zu einem Schließen der Düsennadel führt.
Vorteilhafterweise wird durch die zweite und die dritte
Leckage verhindern, dass die erste Leckage ein unbe-
absichtigtes Öffnen der Düsennadel bewirkt. Die zweite
und die dritte Leckage verhindert vorteilhafterweise auch
ein ungewolltes Öffnen der Düsennadel bei sehr steilen
Druckanstiegen im Hochdruckbereich.

[0008] Bevorzugt weist der Piezoinjektor eine Hoch-
druckbohrung auf, die mit dem Hochdruckbereich ver-
bunden ist. Dabei ist der Hochdruckbereich mit dem Fe-
derraum verbunden. Vorteilhafterweise herrscht im Fe-
derraum dann stets der hohe Druck der Hochdruckboh-
rung.

[0009] Es ist zweckmäßig, dass im Federraum eine
Steuerkolbenfeder angeordnet ist, die den Steuerkolben
mit einer in Richtung des ersten Stellerraums wirkenden
Kraft in Anlage an den Leckagestift drängt. Vorteilhafter-
weise bewirkt die Steuerkolbenfeder eine Rückkehr des
Steuerkolbens in seine Ausgangsposition, nachdem ein
Einspritzvorgang beendet wurde.

[0010] Ebenfalls zweckmäßig ist, dass in dem Feder-
raum eine Steuerhülsenfeder angeordnet ist, die die
Steuerhülse in Anlage eine Zwischenplatte drängt. Vor-
teilhafterweise erfolgt hierdurch eine dichtende Verbin-
dung zwischen der Steuerhülse und der Zwischenplatte,
wodurch der erste Stellerraum ebenfalls abgedichtet
wird.

[0011] In einer Ausführungsform des Piezoinjektors
besteht zwischen dem Leckagestift und der Leckagestift-
bohrung ein erstes Paarungsspiel, das die erste Leckage
ermöglicht. Dabei beträgt das erste Paarungsspiel we-
niger als 2 µm. Vorteilhafterweise haben Experimente
und Modellrechnungen ergeben, dass ein solches erstes
Paarungsspiel zu einer ausreichend kleinen ersten Le-
ckage führt.

[0012] In einer weiteren Ausführungsform des Piezo-
injektors ist zwischen dem Steuerkolben und der Steuer-
hülse ein zweites Paarungsspiel vorgesehen, dass die
zweite Leckage ermöglicht. Auch hier haben Modellrech-
nungen und Experimente gezeigt, dass ein derart ge-
messenes zweites Paarungsspiel zu einer zweiten Le-
ckage geeigneter Größe führt.

[0013] In einer Ausführungsform des Piezoinjektors
besteht zwischen der Düsennadel und dem Steuerkol-
ben ein drittes Paarungsspiel, dass die dritte Leckage
ermöglicht. Dabei beträgt das zweite Paarungsspiel zwi-
schen 4 und 8 µm.

[0014] Vorteilhafterweise hat sich in Modellrechnun-
gen und Experimenten gezeigt, dass ein dritte Paarungs-
spiel dieser Größenordnung zu einer geeigneten dritten
Leckage führt.

[0015] Besonders bevorzugt ist der Piezoaktor als ein
vollaktiver Piezostapel ausgebildet. Vorteilhafterweise
kann der Piezoaktor hermetisch vom Kraftstoff getrennt
sein und muss keine besondere Kraftstoffbeständigkeit
aufweisen.

[0016] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der
Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 den erfindungsgemäßen Piezoinjektor mit in
die Düse integriertem hydraulischen Direktan-
trieb der Düsennadel, teilweise im Schnitt
Figur 2 eine Vergrößerung von A aus Figur 1, nämlich
eine Schnittansicht durch den Stellerteil des
in die Düse integrierten hydraulischen Direkt-
antriebs der Düsennadel.

[0017] Figur 1 zeigt einen erfindungsgemäßen Piezo-
injektor teilweise im Schnitt dargestellt. Der Piezoinjektor
100 kann zum Einspritzen von Kraftstoff in eine Brenn-
kraftmaschine dienen. Der Piezoinjektor 100 kann bei-
spielsweise zum Einspritzen von Dieselmotorkraftstoff in einer
Common-Rail-Brennkraftmaschine dienen.

[0018] Der Piezoinjektor 100 weist ein Injektorgehäuse
110 auf. Das Injektorgehäuse 110 kann aus einem weit-
gehend beliebigen Werkstoff bestehen, da die thermi-
schen Ausdehnungseigenschaften des Injektorgehäu-
ses 110 unerheblich sind. Insbesondere muss das Injek-
torgehäuse 110 nicht aus Invar bestehen.

[0019] Im Injektorgehäuse 110 ist eine Hochdruckboh-
rung 120 angeordnet, der über einen Hochdruckan-
schluss unter hohem Druck stehender Kraftstoff zuge-
führt werden kann. Die Hochdruckbohrung 120 verläuft
in Längsrichtung durch das Injektorgehäuse 110 bis zu
einem nachfolgend zu erörternden Hochdruckbereich
130 in einem unteren Abschnitt 140, dem Düsenkörper,
des Piezoinjektors 100. Ein oberer Abschnitt 150 des Pi-
ezoinjektors 100, der Injektorkörper 150, weist ferner ei-
nen Leckageanschluss 160 auf.

[0020] Weiter weist das Injektorgehäuse 110 im obe-
ren Abschnitt 150 des Piezoinjektors 100 einen Aktor-
raum 170 auf, in dem ein Piezoaktor 180 angeordnet ist.
Der Piezoaktor 180 weist in etwa eine zylindrische Form
auf und kann über einen elektrischen Anschluss 190 mit
einer elektrischen Spannung beaufschlagt werden, um
die Länge des Piezoaktors 180 in Längsrichtung zu än-
dern.

[0021] Im unteren Abschnitt, dem Düsenkörper 140,
weist der Piezoinjektor 100 eine Steuerkolbenbohrung
200 auf, in der eine Steuerhülse 220 angeordnet ist. Die
Steuerhülse 220 weist eine in Richtung des Piezoaktors
180 weisende erste Stirnseite 240 auf. Mit dieser ersten
Stirnseite 240 grenzt die Steuerhülse 220 dichtend an
eine Zwischenplatte 260 an. Eine zweite dem Piezoaktor
180 abgewandte Stirnseite 280 der Steuerhülse 220 wird
über eine Steuerhülsenfeder 300 beaufschlagt. Diese
Steuerhülsenfeder 300 beaufschlagt die Steuerhülse
220 mit einer Kraft, die die Steuerhülse 220 in dichten-
dem Kontakt mit der Zwischenplatte 260 drängt. Die
Steuerhülsenfeder 300 ist dabei in einem Federraum 320
angeordnet, der durch die Steuerkolbenbohrung 200 ge-
bildet ist.

[0022] In der Steuerhülse 220 ist ein Steuerkolben 340
mit kleinem Spiel, von etwa 6 µm, eingepasst. Der Steu-

erkolben 340 weist einen in Richtung des Piezoaktors 180 weisende erste Stirnseite 360 auf. Die erste Stirnseite 360 des Steuerkolben 340, die Zwischenplatte 260 und die Steuerhülse 220 bildet einen ersten Steuerraum 380.

[0023] In der an die Steuerhülse 220 angrenzenden Zwischenplatte 260 ist eine Leckagestiftbohrung 400 ausgebildet. In dieser Leckagestiftbohrung 400 ist ein Leckagestift 420 zwischen dem Piezoaktor 180 und dem Steuerkolben 340 mit sehr kleinem Spiel eingepasst. Die Länge des Leckagestifts 420 ist dabei so bemessen, dass eine Erhöhung der Länge des Piezoaktors 180 über den Leckagestift 420 auf die erste Stirnseite 360 des Steuerkolbens 340 übertragen wird. Der Leckagestift 420 ist dabei mit einem ersten Paarungsspiel 640 von ungefähr einem μm in der Leckagestiftbohrung 400 eingepasst, so dass auch bei einem hohen Raildruck eine ausreichend kleine Kraftstoffleckage, 1. Leckage 645 aus dem Steuerraum 380 möglich ist.

[0024] In dem Steuerkolben 300 ist eine zylindrische Bohrung 440 ausgebildet, mittels welcher ein innerer Zylindermantel im Steuerkolben 340 vorgesehen ist. Eine Düsennadel 460 ist mit ihrem dem Piezoaktor 180 zugewandten oberen Ende 480 in der zylindrischen Bohrung 440 des Steuerkolbens 340 mit engem Paarungsspiel, 3. Paarungsspiel, von etwa $4\ \mu\text{m}$, eingepasst. Ein zweiter Steuerraum 500 wird somit durch den inneren Zylindermantel der zylindrischen Bohrung 440 und einer ersten Stirnseite 520 der Düsennadel 460 in der zylindrischen Bohrung 440 des Steuerkolbens gebildet.

[0025] In dem Steuerkolben 340 sind zwei Verbindungsbohrungen 540, 560 ausgebildet, die den ersten Steuerraum 380 und den zweiten Steuerraum 500 verbinden. Diese Verbindungsbohrungen 540, 560 sind so ausgebildet, dass sie Druckänderungen zwischen dem ersten Steuerraum 380 und dem zweiten Steuerraum 500 übertragen. Es sei angemerkt, dass die Anzahl der Verbindungsbohrungen 540, 560 nicht auf zwei beschränkt ist, es auch lediglich eine Verbindungsbohrung sein kann bzw. es mehr als zwei Verbindungsbohrungen sein können, solange die Druckübertragung zwischen den beiden Steuerräumen 380 und 500 gewährleistet ist.

[0026] Auf der ersten Stirnseite 360 des Steuerkolbens 380 entgegengesetzten Stirnseite 580 des Steuerkolbens 340 ist eine weitere Feder 600 angeordnet, die den Steuerkolben 340 beaufschlagt. Diese Feder 600 beaufschlagt den Steuerkolben 340 mit einer in Richtung des ersten Steuerraums 380 wirkenden Kraft.

[0027] Die Feder 600 ist ebenso wie die Steuerhülsenfeder 300 im Federraum 320 angeordnet. Dieser Federraum 320 ist mit dem Hochdruckbereich 130 verbunden. Somit befindet sich im Federraum 320 im Betrieb des Piezoinjektors 100 stets Kraftstoff mit dem in der Hochdruckbohrung 120 und im Hochdruckbereich 130 herrschenden Druck.

[0028] Weiter ist im unteren Abschnitt 140 des Piezoinjektors 100 der Hochdruckbereich 130 angeordnet, in der die Hochdruckbohrung 120 mündet. Im Hochdruck-

bereich 130 ist die Düsennadel 460 angeordnet, deren oberes Ende 480 in der zylindrischen Bohrung 440 geführt ist, wie vorstehend beschrieben.

[0029] Im geschlossenen Zustand des Piezoinjektors 100 liegt die Düsennadel 460 an einer unteren Spitze des unteren Abschnitts 140 des Piezoinjektors an. Der Piezoaktor 180 ist entladen und weist seine minimale Länge auf. Der Piezoinjektor 100 führt keine Kraftstoffeinspritzung durch.

[0030] Wird der Piezoaktor 180 über den elektrischen Anschluss 190 geladen und dadurch die Länge des Piezoaktors 180 erhöht, so übt der Piezoaktor 180 über den Leckagestift 420 eine Kraft auf den Steuerkolben 340 aus, durch die der Steuerkolben 340 in Richtung des Federraums 320 bewegt wird. Dadurch erhöht sich das Volumen des ersten Steuerraums 380, wodurch der Druck im ersten Steuerraum 380 abnimmt. Dieser Druckabfall im ersten Steuerraum 380 wird über die Verbindungsbohrungen 540, 560 im Steuerkolben 340 direkt auf die Stirnseite 520 der Düsennadel 460 und somit auf den zweiten Steuerraum 500 übertragen. Wenn der Druckabfall im zweiten Steuerraum 500 einen bestimmten Wert überschreitet, nimmt folglich die Schließkraft die auf die Düsennadel 460 wirkt, ab. Der weiterhin auf das untere Ende der Düsennadel 460 wirkende hohe Druck des Hochdruckbereichs 130 bewirkt in der Folge eine Bewegung der Düsennadel 460 nach oben in Richtung des zweiten Steuerraums 500. Dadurch wird der Piezoinjektor 100 geöffnet, um Kraftstoff einzuspritzen.

[0031] Durch das Verhältnis des Durchmessers des Steuerkolbens 340 und damit des Durchmessers des ersten Steuerraum 380 zum oberen Düsennadeldurchmesser an ihrer Stirnseite 520 und damit zum Durchmesser des zweiten Steuerraums 500 wird das Übersetzungsverhältnis Piezoaktorhub - Düsennadelhub festgelegt.

[0032] Nach dem Öffnen der Düsennadel 460 kann der Hub der Düsennadel 460 über eine Variation der Länge des Piezoaktors 180 gesteuert werden. Die Länge des Piezoaktors 180 wiederum kann über eine Variation der dem Piezoaktor 180 über den elektrischen Anschluss zugeführten Energie verändert werden.

[0033] Wird der Piezoaktor 180 anschließend entladen und damit verkürzt, so bewirken der im Federraum 320 wirkende Raildruck zusammen mit der ebenfalls wirkenden Kraft der Steuerhülsenfeder 300 auf den Steuerkolben 340 eine Bewegung desselben in Richtung zurück zu seiner Ausgangsposition, sprich in Richtung des ersten Steuerraums 380. Dadurch erhöht sich der Druck im ersten Steuerraum 380 und über die zwischen dem ersten Steuerraum 380 und dem zweiten Steuerraum 500 bestehenden Verbindungsbohrungen 540, 560, auch der Druck im zweiten Steuerraum 500. Dies hat ein Zurückbewegen der Düsennadel 460 an das untere Ende des unteren Teils des Piezoinjektors 100 zur Folge, durch die der Piezoinjektor 100 geschlossen und die Kraftstoffeinspritzung beendet wird.

[0034] Die durch die Steuerkolbenfeder 300 auf den

Steuerkolben 340 ausgeübte Federkraft stellt sicher, dass der Steuerkolben 340 im geschlossenen Zustand des Piezoinjektors 100 stets am Leckagestift 420 anliegt und der durch den Piezoaktor 180, den Leckagestift 420 und dem Steuerkolben 340 gebildete Antrieb spielfrei ist. Dies hat zur Folge, dass wechselnde thermische Randbedingungen, Längenänderungen des Piezoaktors 180 und Verschleißerscheinungen in den Kontaktbereichen keinen merklichen Einfluss auf die durch den Piezoinjektor 100 gegebene Einspritzmengen haben.

[0035] Der Leckagestift 420 ist mit einem ersten Paarungsspiel 640 in die Leckagestiftbohrung 400 eingepasst. Wegen des ersten Paarungsbeispiels 640 findet eine erste Leckage 645 aus dem ersten Steuerraum 380 entlang des Leckagestifts 420 in einem oberhalb des Leckagestifts 420 angeordneten Bereich des Piezoinjektors 100 statt, von wo die erste Leckage 645 über den Leckageanschluss 160 entweichen kann. Wegen des im ersten Steuerraums 380 herrschenden hohen Drucks muss das erste Paarungsspiel 640 klein gewählt werden, um eine kleine erste Leckage 645 zu erhalten. Das erste Paarungsspiel bestätigt dabei weniger als 3 µm, besonders bevorzugt ungefähr 1 µm.

[0036] Der Steuerkolben 340 ist mit einem zweiten Paarungsspiel 660 in die Steuerhülse 220 eingepasst. Ist der Druck im ersten Steuerraum 380 geringer als der Druck im Federraum 320, so kommt es wegen des zweiten Paarungsspiels 660 zu einer zweiten Leckage 665 vom Federraum 320 entlang des Steuerkolbens 340 in den ersten Steuerraum 380. Das zweite Paarungsspiel 660 zwischen dem Steuerkolben 340 und der Steuerhülse 220 beträgt bevorzugt zwischen 3 und 10 µm, besonders bevorzugt zwischen 4 und 8 µm, um eine ausreichende zweite Leckage 665 zu ermöglichen.

[0037] Die Düsennadel 460 ist mit ihrem oberen Teil 480 mit einem dritten Paarungsspiel 680 in die zylindrische Bohrung 440 im Steuerkolben 340 eingepasst. Ist der Druck im zweiten Steuerraum 500 geringer als der Druck im Federraum 320, so kann es entlang der Feder 600 und der Düsennadel 460 durch das dritte Paarungsspiel 680 zu einer dritten Leckage 685 aus dem Federraum 320 in den zweiten Steuerraum 500 kommen. Das dritte Paarungsspiel 680 beträgt bevorzugt zwischen 3 µm und 10 µm, besonders bevorzugt zwischen 4 µm und 8 µm.

[0038] Im geschlossenen Zustand des Piezoinjektors 100 kommt es durch die erste Leckage 645 entlang des Leckagestifts 420 zu einem Abfluss von Kraftstoff aus dem ersten Steuerraum 380. Damit dieser Kraftstoffabfluss aus dem ersten Steuerraum 380 nicht zu einem Druckabfall im ersten Steuerraum 380 führt, der ein unbeabsichtigtes Öffnen der Düsennadel 460 zur Folge hätte, muss der durch die erste Leckage 645 bewirkte Kraftstoffverlust durch die zweite Leckage 665, und die dritte Leckage 685 ausgeglichen werden. Folglich muss die Summe aus der zweiten Leckage 665 und der dritten Leckage 685 mindestens so groß wie die erste Leckage 645 sein.

[0039] Im geöffneten Zustand der Düsennadel 460 und damit des Piezoinjektors 100 kommt es durch die zweite Leckage 665 und die dritte Leckage 685 zu einem Zufluss von Kraftstoff in den ersten Steuerraum 380 und den zweiten Steuerraum 500. Der Zufluss von Kraftstoff bewirkt eine Druckerhöhung im ersten Steuerraum 380 und dem zweiten Steuerraum 500. Die Druckzunahme muss jedoch so klein sein, dass es nicht zu einem unbeabsichtigten vorzeitigen Schließen der Düsennadel 460 und damit des Piezoinjektors 100 kommt.

[0040] Die zweite Leckage 665 und die dritte Leckage 685 sind auch notwendig, um ein ungewolltes Öffnen der Düsennadel 460 bei sehr steilen Druckanstiegen im Hochdruckbereich zu verhindern.

Patentansprüche

1. Piezoinjektor mit einem Aktorraum (170), in dem ein Piezoaktor (180) angeordnet ist, wobei der Piezoinjektor einen oberen Abschnitt, den Injektorkörper (150) und einen unteren Abschnitt, den Düsenkörper (140) umfasst, einer Steuerkolbenbohrung (200), die in dem Düsenkörper (140) ausgebildet ist, wobei in der Steuerkolbenbohrung (200) eine Steuerhülse (220) angeordnet ist, in welcher Steuerhülse (220) ein Steuerkolben (340) aufgenommen ist, wobei die Steuerhülse (220) mit einer dem Piezoaktor (180) zugewandten ersten Stirnseite (240) dichtend an einer Zwischenplatte (260) angrenzt, wobei der Steuerkolben (340) eine dem Piezoaktor (180) zugewandte erste Stirnseite (360) aufweist, wobei die erste Stirnseite (360) des Steuerkolbens (340) und der dem Piezoaktor (180) zugewandte Abschnitt der Steuerhülse (220) einen ersten Steuerraum (380) bilden, einer Düsennadel (460) mit einer zweiten Stirnseite (520), wobei die Düsennadel (460) in einer zentralen, zylindrischen Bohrung (440) im Steuerkolben (340) verschiebbar geführt ist, wobei die zentrale Bohrung (440) im Steuerkolben (340) und die zweite Stirnseite (520) der Düsennadel (460) einen zweiten Steuerraum (500) bilden, mindestens einer Verbindungsbohrung (540, 560) zwischen dem ersten Steuerraum (380) und dem zweiten Steuerraum (500), die in dem Steuerkolben (340) derart vorgesehen ist, dass sie eine Druckänderung zwischen dem ersten (380) und dem zweiten Steuerraum (500) überträgt, und mit einem Leckagestift (420), der zwischen dem Piezoaktor (180) und der ersten Stirnseite (360) des Steuerkolbens (340) in einer Leckagestiftbohrung (400) in der Zwischenplatte (260) angeordnet ist, und einen Aktorhub unmittelbar auf den Steuerkolben (340) überträgt, wobei an dem dem ersten Steuerraum (380) abgewandten Ende des Steuerkolbens (340) und der Steuerhülse (220) ein Federraum (320) vorgesehen

ist.

2. Piezoinjektor nach Anspruch 1, wobei eine erste Leckage (645) aus dem ersten Steuerraum (380) heraus ermöglicht ist, wobei eine zweite Leckage (665) aus einem Hochdruckbereich (130) in den ersten Steuerraum (380) ermöglicht ist, wobei eine dritte Leckage (685) aus dem Hochdruckbereich (130) in den zweiten Steuerraum (500) ermöglicht ist, wobei die Summe aus der zweiten Leckage (665) und der dritten Leckage (685) mindestens so groß ist wie die erste Leckage (645), wobei die Summe aus der zweiten Leckage (665) und der dritten Leckage (685) so gering ist, dass bei geöffneter Düsennadel (460) ein durch die zweite (665) und die dritte Leckage (685) bewirkter Druckanstieg in dem zweiten Steuerraum (500) nicht zu einem Schließen der Düsennadel (460) führt.
3. Piezoinjektor nach Anspruch 2, wobei der Piezoinjektor (100) eine Hochdruckbohrung (120) aufweist, wobei die Hochdruckbohrung (120) mit dem Hochdruckbereich (130) verbunden ist, wobei der Hochdruckbereich (130) mit dem Federraum (320) verbunden ist.
4. Piezoinjektor nach einem der Ansprüche 2 oder 3, wobei in dem Federraum (320) eine Steuerkolbenfeder (600) angeordnet ist, die den Steuerkolben (340) mit einer in Richtung des ersten Steuerraums (380) wirkenden Kraft in Anlage an den Leckagestift (420) drängt.
5. Piezoinjektor nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei in dem Federraum (320) eine Steuerhülsefeder (300) angeordnet ist, die die Steuerhülse (220) in Anlage an die Zwischenplatte (260) drängt.
6. Piezoinjektor nach einem der Ansprüche 2 bis 5, wobei zwischen dem Leckagestift (420) und der Leckagestiftbohrung (400) ein erstes Paarungsspiel (640) besteht, wobei das erste Paarungsspiel (640) die erste Leckage (645) ermöglicht, wobei das erste Paarungsspiel (640) weniger als zwei μm beträgt.
7. Piezoinjektor nach einem der Ansprüche 2 bis 6, wobei zwischen dem Steuerkolben (340) und der Steuerhülse (220) ein zweites Paarungsspiel (660) besteht, wobei das zweite Paarungsspiel (660) die zweite Leckage (665) ermöglicht, wobei das zweite Paarungsspiel (660) zwischen vier und acht μm beträgt.
8. Piezoinjektor nach einem der Ansprüche 2 bis 7, wobei zwischen der Düsennadel (460) und dem Steuerkolben (340) ein drittes Paarungsspiel (680) besteht,

wobei das dritte Paarungsspiel (680) die dritte Leckage (685) ermöglicht, wobei das dritte Paarungsspiel (680) zwischen zwei und acht μm beträgt.

9. Piezoinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Piezoaktor (180) als vollaktiver Piezo-Stapel ausgebildet ist.

10 Claims

1. Piezo injector having an actuator chamber (170) in which a piezo actuator (180) is arranged, wherein the piezo injector comprises an upper section, the injector body (150), and a lower section, the nozzle body (140), having a control piston bore (200) which is formed in the nozzle body, wherein a control sleeve (220) is arranged in the control piston bore (200), in which control sleeve (220) there is accommodated a control piston (340), wherein the control sleeve (220), by way of a first face side (240) facing toward the piezo actuator (180), sealingly adjoins an intermediate plate (260), wherein the control piston (340) has a first face side (360) facing toward the piezo actuator (180), wherein the first face side (360) of the control piston (340) and that section of the control sleeve (220) which faces toward the piezo actuator (180) form a first control chamber (380), having a nozzle needle (460) with a second face side (520), wherein the nozzle needle (460) is guided displaceably in a central, cylindrical bore (440) in the control piston (340), wherein the central bore (440) in the control piston (340) and the second face side (520) of the nozzle needle (460) form a second control chamber (500), having at least one connecting bore (540, 560) between the first control chamber (380) and the second control chamber (500), which at least one connecting bore is provided in the control piston (340) so as to transmit a change in pressure between the first (380) and the second control chamber (500), and having a leakage pin (420) which is arranged between the piezo actuator (180) and the first face side (360) of the control piston (340) in a leakage pin bore (400) in the intermediate plate (260) and which transmits an actuator stroke directly to the control piston (340), wherein a spring chamber (320) is provided at that end of the control piston (340) and of the control sleeve (220) which faces away from the first control chamber (380).
2. Piezo injector according to Claim 1, wherein a first leakage (645) out of the first control chamber (380) is permitted, wherein a second leakage (665) out of a high-pres-

sure region (130) into the first control chamber (380) is permitted,
 wherein a third leakage (685) out of the high-pressure region (130) into the second control chamber (500) is permitted,
 wherein the sum of the second leakage (665) and the third leakage (685) is at least as great as the first leakage (645),
 wherein the sum of the second leakage (665) and the third leakage (685) is so small that, when the nozzle needle (460) is open, a pressure increase effected in the second control chamber (500) by the second (665) and the third leakage (685) does not lead to a closure of the nozzle needle (460).

3. Piezo injector according to Claim 2, wherein the piezo injector (100) has a high-pressure bore (120), wherein the high-pressure bore (120) is connected to the high-pressure region (130), wherein the high-pressure region (130) is connected to the spring chamber (320) .
4. Piezo injector according to either of Claims 2 or 3, wherein, in the spring chamber (320), there is arranged a control piston spring (600) which forces the control piston (340) into abutment against the leakage pin (420) with a force which acts in the direction of the first control chamber (380).
5. Piezo injector according to one of Claims 2 to 4, wherein, in the spring chamber (320), there is arranged a control sleeve spring (380) which forces the control sleeve (220) into abutment against the intermediate plate (260).
6. Piezo injector according to one of Claims 2 to 5, wherein there is a first pairing clearance (640) between the leakage pin (420) and the leakage pin bore (400), wherein the first pairing clearance (640) permits the first leakage (645), wherein the first pairing clearance (640) is less than two μm .
7. Piezo injector according to one of Claims 2 to 6, wherein there is a second pairing clearance (660) between the control piston (340) and the control sleeve (220), wherein the second pairing clearance (660) permits the second leakage (665), wherein the second pairing clearance (660) is between four and eight μm .
8. Piezo injector according to one of Claims 2 to 7, wherein there is a third pairing clearance (680) between the nozzle needle (460) and the control piston (340), wherein the third pairing clearance (680) permits the third leakage (685), wherein the third pairing clearance (680) is between two and eight μm .
9. Piezo injector according to one of the preceding

claims, wherein the piezo actuator (180) is in the form of a fully active piezo stack.

5 Revendications

1. Injecteur piézoélectrique comprenant une chambre d'actionneur (170) dans laquelle un actionneur piézoélectrique (180) est disposé,
 l'injecteur piézoélectrique comportant une partie supérieure, le corps d'injecteur (150), et une partie inférieure, le corps de buse (140),
 un alésage de piston de commande (200) qui est formé dans le corps de buse (140), une douille de commande (220) étant disposée dans l'alésage de piston de commande (200), douille de commande (220) dans laquelle un piston de commande (340) est logé, la douille de commande (220) étant adjacente de manière étanche à une plaque intermédiaire (260), par un premier côté frontal (240) tourné vers l'actionneur piézoélectrique (180),
 le piston de commande (340) comprenant un premier côté frontal (360) tourné vers l'actionneur piézoélectrique (180),
 le premier côté frontal (360) du piston de commande (340) et la partie, tournée vers l'actionneur piézoélectrique (180), de la douille de commande (220) formant une première chambre de commande (380),
 une aiguille d'injection (460) comprenant un deuxième côté frontal (520), l'aiguille d'injection (460) étant guidée de manière coulissante dans un alésage cylindrique central (440) dans le piston de commande (340),
 l'alésage central (440) dans le piston de commande (340) et le deuxième côté frontal (520) de l'aiguille d'injection (460) formant une deuxième chambre de commande (500),
 au moins un alésage de liaison (540, 560) entre la première chambre de commande (380) et la deuxième chambre de commande (500), lequel est prévu dans le piston de commande (340) de telle sorte qu'il transmet une variation de pression entre la première (380) et la deuxième chambre de commande (500), et comprenant une tige de fuite (420), laquelle est disposée entre l'actionneur piézoélectrique (180) et le premier côté frontal (360) du piston de commande (340) dans un alésage de tige de fuite (400) dans la plaque intermédiaire (260), et transmet une course d'actionneur directement au piston de commande (340),
 une chambre de ressort (320) étant prévue à l'extrémité, opposée à la première chambre de commande (380), du piston de commande (340) et de la douille de commande (220).
2. Injecteur piézoélectrique selon la revendication 1, une première fuite (645) hors de la première chambre de commande (380) étant permise,

- une deuxième fuite (665) hors d'une région haute pression (130) dans la première chambre de commande (380) étant permise, une troisième fuite (685) hors de la région haute pression (130) dans la deuxième chambre de commande (500) étant permise, 5
la somme de la deuxième fuite (665) et de la troisième fuite (685) étant au moins égale à la première fuite (645),
la somme de la deuxième fuite (665) et de la troisième fuite (685) étant suffisamment faible pour que, 10
lorsque l'aiguille d'injection (460) est ouverte, une augmentation de pression provoquée par la deuxième (665) et la troisième fuite (685) dans la deuxième chambre de commande (500) ne mène pas à une 15
fermeture de l'aiguille d'injection (460).
3. Injecteur piézoélectrique selon la revendication 2, l'injecteur piézoélectrique (100) comprenant un alésage haute pression (120), l'alésage haute pression (120) étant relié à la région haute pression (130), la région haute pression (130) étant reliée à la chambre de ressort (320). 20
4. Injecteur piézoélectrique selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, 25
un ressort de piston de commande (600) étant disposé dans la chambre de ressort (320), lequel pousse le piston de commande (340) en appui contre la tige de fuite (420) par une force agissant en direction 30
de la première chambre de commande (380) .
5. Injecteur piézoélectrique selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, 35
un ressort de douille de commande (300) étant disposé dans la chambre de ressort (320), lequel pousse la douille de commande (220) en appui contre la plaque intermédiaire (260).
6. Injecteur piézoélectrique selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, 40
un premier jeu d'appariement (640) existant entre la tige de fuite (420) et l'alésage de tige de fuite (400),
le premier jeu d'appariement (640) permettant la première fuite (645), le premier jeu d'appariement (640) 45
étant de moins de deux μm .
7. Injecteur piézoélectrique selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, un deuxième jeu d'appariement (660) existant entre le piston de commande (340) et la douille de commande (220), 50
le deuxième jeu d'appariement (660) permettant la deuxième fuite (665),
le deuxième jeu d'appariement (660) étant compris entre quatre et huit μm . 55
8. Injecteur piézoélectrique selon l'une quelconque des revendications 2 à 7,
- un troisième jeu d'appariement (680) existant entre l'aiguille d'injection (460) et le piston de commande (340),
le troisième jeu d'appariement (680) permettant la troisième fuite (685),
le troisième jeu d'appariement (680) étant compris entre deux et huit μm .
9. Injecteur piézoélectrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, l'injecteur piézoélectrique (180) étant réalisé sous forme d'empilement piézoélectrique entièrement actif.

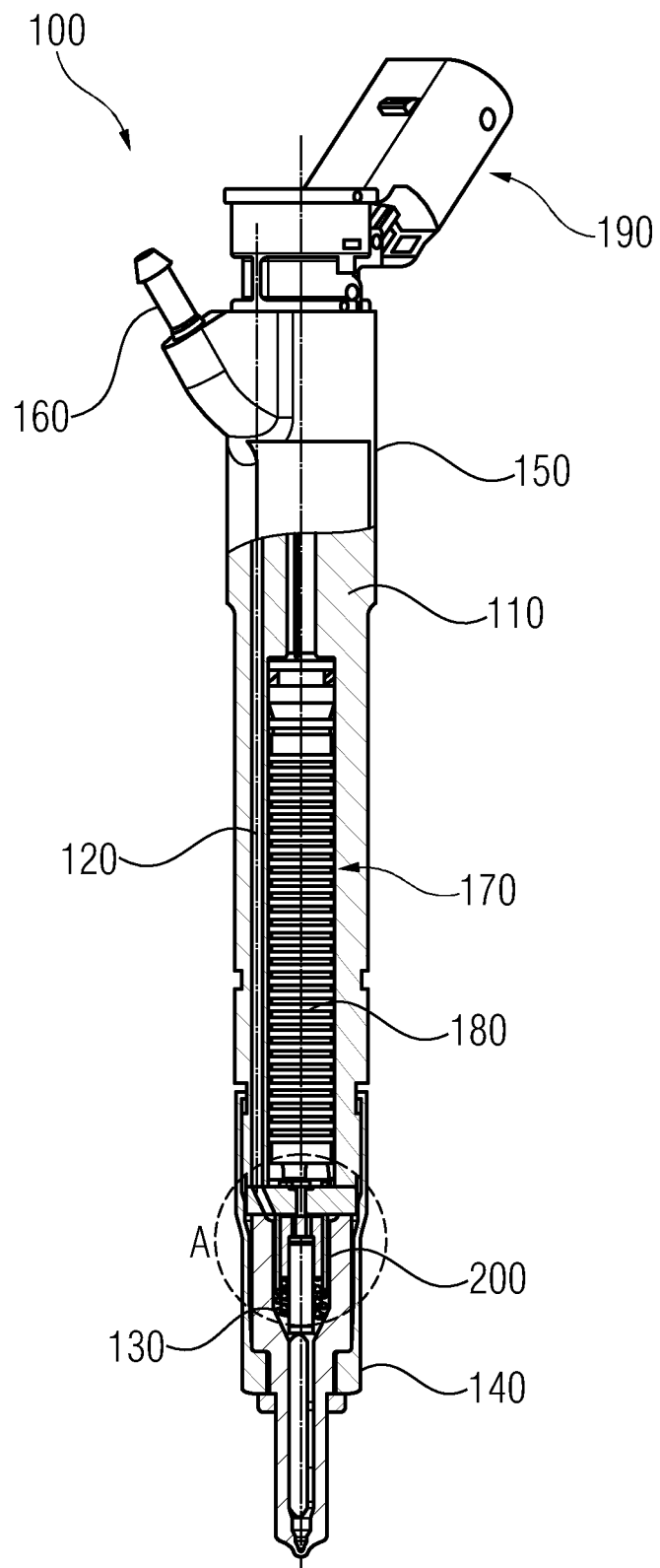


FIG 1

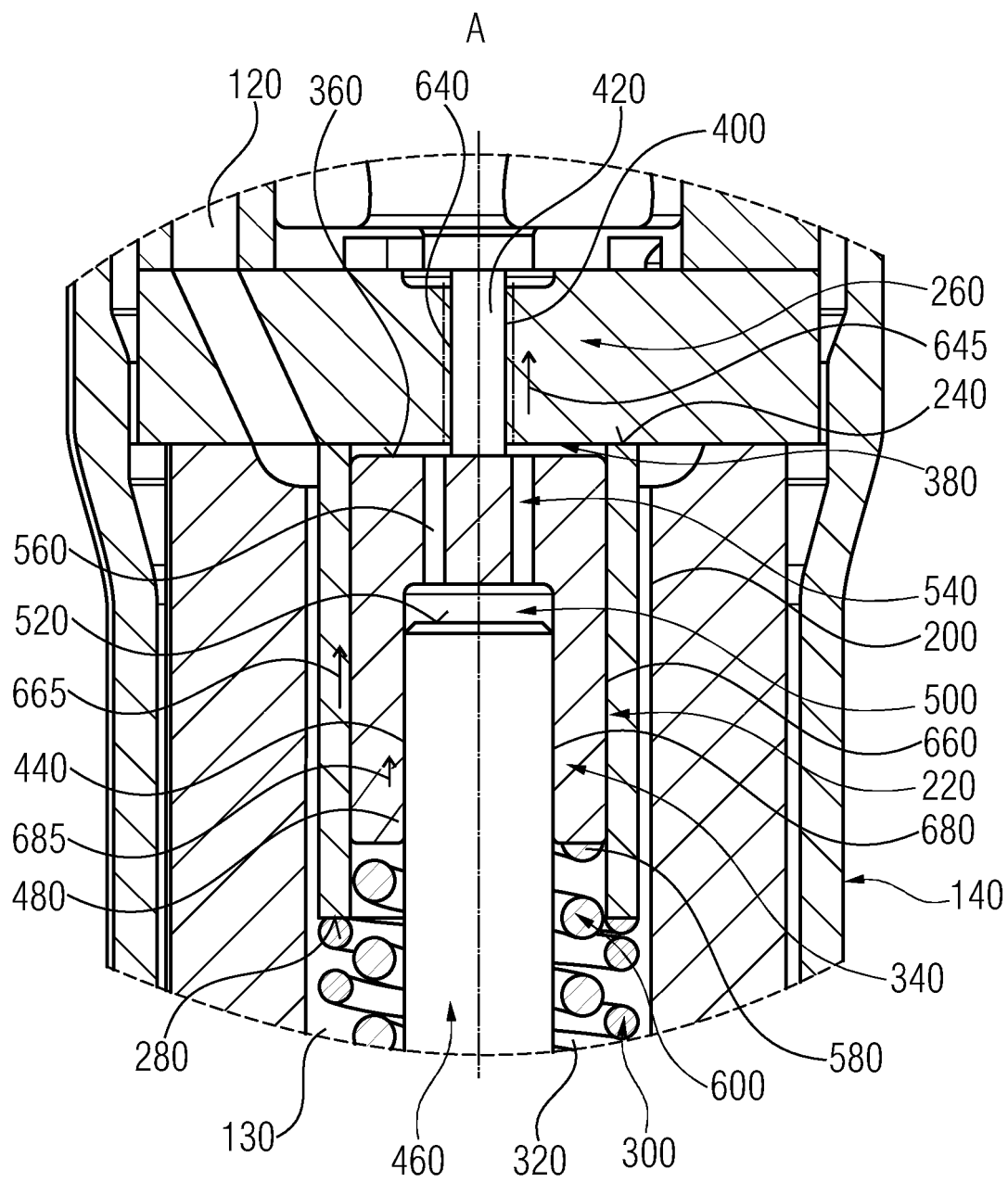


FIG 2

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 102009002554 A1 [0003]