

(19)



(11)

EP 2 032 834 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
21.09.2011 Patentblatt 2011/38

(51) Int Cl.:
F02M 61/16 *(2006.01)* **F02M 63/00** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **07728518.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2007/054063

(22) Anmeldetag: **25.04.2007**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/141094 (13.12.2007 Gazette 2007/50)

(54) **KRAFTSTOFF-EINSPRITZVORRICHTUNG FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE**

FUEL INJECTION DEVICE FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

DISPOSITIF D'INJECTION DE CARBURANT POUR UN MOTEUR À COMBUSTION INTERNE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE
SI SK TR**

(30) Priorität: **09.06.2006 DE 102006026877**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.03.2009 Patentblatt 2009/11

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

(72) Erfinder:
• **BREDOW, Falko**
71686 Remseck (DE)
• **KATZ, Martin**
70469 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 907 017 EP-A1- 1 519 035
WO-A-02/25096 DE-A1- 10 160 191
DE-A1- 19 954 802 US-A1- 2003 116 640

EP 2 032 834 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

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung für eine Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Vom Markt her bekannt ist eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung, mit der der Kraftstoff direkt in einen ihr zugeordneten Brennraum einer Brennkraftmaschine eingespritzt werden kann. Hierzu ist in einem Gehäuse ein Ventilelement angeordnet, welches im Bereich einer Kraftstoff-Austrittsöffnung eine insgesamt in Öffnungsrichtung des Ventilelements wirkende Druckfläche aufweist. Am entgegengesetzten Ende des Ventilelements ist eine in Schließrichtung wirkende Steuerfläche vorhanden, welche einen Steuerraum begrenzt. Die in Schließrichtung wirkende Steuerfläche ist insgesamt größer als die bei geöffnetem Ventilelement in Öffnungsrichtung wirkende Druckfläche.

[0003] Bei geschlossener Kraftstoff-Einspritzvorrichtung liegt an einem Bereich der in Öffnungsrichtung wirkenden Druckfläche und an der in Schließrichtung wirkenden Steuerfläche ein hoher Kraftstoffdruck an, wie er beispielsweise von einer Kraftstoff-Sammelleitung (Rail) bereitgestellt wird. Zum Öffnen des Ventilelements wird der an der Steuerfläche anliegende Druck abgesenkt, bis die in Öffnungsrichtung wirkende hydraulische Kraft resultierende an der Druckfläche die in Schließrichtung wirkende Kraft übersteigt. Hierdurch wird ein Öffnen des Ventilelements bewirkt.

[0004] Zur Reduzierung der Leckagemenge bei Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen wurde bereits in WO 2007/012510 A1 vorgeschlagen, ein Ventilelement zum Öffnen und Schließen von Kraftstoff-Eintrittsöffnungen zweiteilig auszuführen und beide Teile dem Hochdruck des von der Kraftstoff-Sammelleitung gelieferten Einspritzdrucks auszusetzen. Bei dieser Art von Kraftstoffinjektoren sind die in Öffnungsrichtung und in Schließrichtung wirkenden Flächen dem gleichen Hochdruck ausgesetzt, so dass die auf das Ventilelement wirkende Schließkraft für ein schnelles Schließen der Kraftstoff-Austrittsöffnungen ausreicht.

[0005] Aus DE 101 60 191 A1 ist ein Servo-Ventil mit einem ersten Ventilkolben und einem zweiten Ventilkolben bekannt, welche über einen Koppelraum antriebsgekoppelt sind. Der Koppelraum ist über ein Rückschlagventil mit einem Hochdruckanschluss verbunden, um eine Druckschwelle aufzubauen, bis zu welcher der Koppelraum aus der Absteuermenge gefüllt werden kann. Dadurch wird die Absteuermenge nicht ungenutzt in die Niederdruckseite abgeleitet.

[0006] Ein hydraulischer Druckverstärker für eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung ist aus US 2003/0116640 A1 bekannt, bei dem zwischen einem ersten größeren Kolben und einem zweiten kleineren Kolben ein Leckagespalt vorhanden ist. Ein Rückschlagventil dient da-

bei als Druckhalteventil, das ein Abströmen des unter hohem Druck eingeschlossenen Kraftstoffs verhindern soll.

5 Offenbarung der Erfindung

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass die Schließkraft zum Schließen der Düsenadel erhöht wird und dass sie zuverlässig arbeitet.

[0008] Diese Aufgabe wird durch eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen genannt. Wichtige Merkmale der Erfindung finden sich ferner in der nachfolgenden Beschreibung und in der Zeichnung. Dabei sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Merkmale auch in ganz unterschiedlichen Kombinationen für die Erfindung wesentlich sein können, ohne dass hierauf explizit hingewiesen wird.

[0009] Bei der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzvorrichtung mit dem vorgesehenen Rückschlagventil tritt beim Schließvorgang in dem den Steuerkolben umgebenden Hochdruckraum ein größerer Druck als im Koppelraum auf. Dadurch wirkt im Hochdruckraum eine Schließkraft auf den Steuerkolben, die größer ist als die in Öffnungsrichtung im Koppelraum auf den Steuerkolben wirkende Kraft. Durch das Rückschlagventil kann weiterhin der Koppelraum nach einem Schließvorgang des Ventilelements entlastet werden. Dem liegt folgende Überlegung zugrunde: Bei geöffnetem Ventilelement und der damit einhergehenden Druckabsenkung im Koppelraum kommt es aufgrund unvermeidbarer Leckagen zu einem Zufluss von Hydraulikfluid in den Koppelraum. Dies bedeutet, dass sich beim Schließen des Ventilelements im Koppelraum mehr Fluid befindet als vor dem Öffnen. Das erfindungsgemäß vorgesehene Rückschlagventil verhindert nun, dass der Steuerkolben dann, wenn die Düsenadel am Ventilsitz in Anlage kommt, auf einem "Fluidpolster" aufsitzt, welches vor dem Öffnen des Ventilelements noch nicht vorhanden war. Im ungünstigsten Fall würde sich dieses Fluidpolster bei jedem Öffnungs- und Schließvorgang des Ventilelements vergrößern, bis ein Öffnen des Ventilelements überhaupt nicht mehr möglich wäre. Durch das Rückschlagventil wird also die Zuverlässigkeit im Betrieb der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzvorrichtung, vor allem die Reproduzierbarkeit von Ausgangs- und Endzustand, deutlich verbessert.

[0010] In einer ersten vorteilhaften Weiterbildung wird vorgeschlagen, dass ein Ventilelement des Rückschlagventils von einer Feder in seine Schließposition beaufschlagt wird. Zum einen wird durch eine solche Feder das Ventilelement auch im drucklosen Ruhezustand der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung sicher gehalten. Zum anderen gestattet eine solche Feder die Einstellung einer bestimmten Öffnungs-Druckdifferenz, wodurch ein si-

chere Schließen der Düsennadel gewährleistet wird.

[0011] Besonders vorteilhaft ist es, wenn ein Ventilelement des Rückschlagventils einen solchen maximalen Hub aufweist, dass ein vorgegebener maximaler zeitlicher Abstand zwischen einem Schließen und einem nachfolgenden Öffnen des Ventilelements eingehalten werden kann. Vor allem für Mehrfacheinspritzungen innerhalb eines Arbeitsspiels sind sehr kurze zeitliche Abstände zwischen einem Schließen und einem Öffnen des Ventilelements erforderlich. Durch eine Begrenzung des maximalen Hubs des Rückschlagventilelements wird gewährleistet, dass das Rückschlagventil schnell schließen kann, wenn der Druck im hydraulischen Koppelraum zu Beginn eines Öffnungsvorgangs abzusinken beginnt.

[0012] Ein Spalt zwischen dem Steuerkolben und einem den Koppelraum zu einem Hochdruckraum begrenzenden Gehäuseabschnitt kann so ausgelegt sein, dass ein Öffnen der Düsennadel verzögert erfolgt. Hierdurch wird die Kleinstmengenfähigkeit der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzvorrichtung verbessert: Bei einer Öffnungsbewegung des Steuerkolbens gelangt nämlich durch den Spalt Fluid in den Koppelraum, der zu einer verzögerten Reaktion der Düsennadel führt. Dies ist anders beim Schließen, wo spätestens dann, wenn der Steuerkolben an der Düsennadel in Anlage kommt, ein sofortiges Schließen der Düsennadel erzwungen wird.

[0013] Die Präzision bei der Kraftstoff-Einspritzung und die Reproduzierbarkeit werden nochmals verbessert, wenn die Mündung des Verbindungskanals zum Hochdruckraum hin so ausgebildet ist, dass Druckwellen reduziert werden. Hierdurch wird der Tatsache Rechnung getragen, dass Druckwellen im Hochdruckraum aufgrund von dessen vergleichsweise großem Volumen dort eine eher geringe Rolle spielen, was für den ein vergleichsweise kleines Volumen aufweisenden Verbindungskanal und den Druckraum unmittelbar stromaufwärts vom Ventilsitz nicht gilt. Durch eine entsprechende Ausgestaltung der Mündung können die im Hochdruckraum auftretenden Druckwellen zumindest in Richtung des Verbindungskanals reduziert beziehungsweise gedämpft werden. Eine einfache Möglichkeit hierzu besteht darin, die Mündung trichterförmig auszubilden. Hierdurch wird erreicht, dass auf die Mündung auftreffende Druckwellen "totlaufen".

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0014] Nachfolgend wird ein besonders bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung einer Brennkraftmaschine mit einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung;

Figur 2 eine schematisierte und teilweise geschnittene Darstellung der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung

von Figur 1; und

Figur 3 eine detailliertere Darstellung eines Bereichs der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung von Figur 1.

Ausführungsformen der Erfindung

[0015] In Figur 1 trägt eine Brennkraftmaschine insgesamt das Bezugszeichen 10. Sie dient vorliegend zum Antrieb eines nicht gezeigten Kraftfahrzeugs. Eine Hochdruckfördereinrichtung 12 fördert Kraftstoff aus einem Kraftstoff-Vorratsbehälter 14 in einen Kraftstoff-Druckspeicher 16 ("Rail"). In diesem ist der Kraftstoff, beispielsweise Diesel oder Benzin, unter sehr hohem Druck gespeichert. An das Rail 16 sind mittels eines Hochdruckanschlusses 18 mehrere Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen 20 angeschlossen, die den Kraftstoff direkt in ihnen zugeordnete Brennräume 22 einspritzen. Die Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen 20 weisen jeweils auch einen Niederdruckanschluss 24 auf, über den sie mit einem Niederdruckbereich, vorliegend mit dem Kraftstoff-Vorratsbehälter 14 verbunden sind.

[0016] Wie aus Figur 2 ersichtlich ist, umfasst die Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 20 ein Gehäuse 26 mit einem Düsenkörper 28, einem Hauptkörper 30 und einem Endkörper 32. Im Gehäuse 26 ist in dessen Längsrichtung eine stufenförmige Ausnehmung 34 vorhanden, in der ein nadelartiges Ventilelement 36 aufgenommen ist. Dieses ist zweiteilig: Es besteht aus einem Steuerkolben 38 und einer Düsennadel 40.

[0017] Die Düsennadel 40 weist Druckflächen 42 auf, die einen Druckraum 44 begrenzen und deren hydraulische Kraftresultierende in Öffnungsrichtung der Düsennadel 40 zeigt. An ihrem in Figur 2 unteren Ende arbeitet die Düsennadel 40 auf in Figur 2 nicht näher dargestellte Art und Weise mit einem gehäuseseitigen Ventilsitz (ohne Bezugszeichen) zusammen. Auf diese Weise können Kraftstoff Austrittsöffnungen 46 vom Druckraum 44 getrennt oder mit diesem verbunden werden. Die Düsennadel 40 weist einen Abschnitt 48 mit kleinerem und einen Abschnitt 50 mit größerem Durchmesser auf. Mit dem Abschnitt 50 ist die Düsennadel 40 im Düsenkörper 28 längsverschieblich geführt.

[0018] Der Steuerkolben 38 ist im Hauptkörper 30 aufgenommen. Ein in Figur 2 oberer Endbereich des Steuerkolbens 38 ist als Führung ausgearbeitet, der im Endkörper 32 aufgenommen und geführt ist. Eine Feder 52 stützt sich an einer durch einen Ringbund (ohne Bezugszeichen) gebildeten Schulter am Steuerkolben 38 ab und beaufschlagt diesen in Schließrichtung. Die in Figur 2 obere axiale Endfläche des Steuerkolbens 38 bildet eine in Schließrichtung des Ventilelements 36 wirkende hydraulische Steuerfläche 54. Sie begrenzt zusammen mit dem Endkörper 32 einen hydraulischen Stellraum 56.

[0019] Der Stellraum 56 ist über eine Zulaufdrossel 58 im Endkörper 32 mit einem Hochdruckraum 60 verbunden, der aufgrund seines großen Volumens auch als

Speicherraum bezeichnet werden kann und der mit dem Hochdruckanschluss 18 verbunden ist. Der Steuerraum 56 ist darüber hinaus durch eine Ablaufdrossel 62, die in den Endkörper 32 eingearbeitet ist, mit einem elektromagnetisch betätigten 2/2-Wege-Schaltventil 64 verbunden. Je nach Schaltstellung verbindet oder sperrt dieses die Ablaufdrossel 62 zu dem Niederdruckanschluss 24 hin. Der Hochdruckraum 60 ist ferner, in noch darzustellender Art und Weise, über einen Verbindungskanal 66 mit dem Druckraum 44 verbunden.

[0020] Zwischen dem Düsenkörper 28 und dem Hauptkörper 30 ist ein scheibenförmiges Führungselement 68 verklemmt. Dessen genauer Aufbau geht aus Figur 3 hervor: Danach umfasst das Führungselement 68 eine stufenförmige Durchgangsbohrung (ohne Bezugszeichen), deren in Figur 3 oberer Bereich einen Führungsabschnitt 70 bildet. In diesem ist ein in den Figuren 2 und 3 unterer Endbereich 72 des Steuerkolbens 38 im Gleitsitz geführt. Der Durchmesser des Endbereichs 72 ist etwas größer als der Durchmesser des Abschnitts 50 der Düsennadel 40, jedoch kleiner als der Durchmesser des Steuerkolbens 38 in jenem Bereich, der im Endkörper 32 geführt ist. Diese Durchmesserhältnisse sind für die Funktion der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 10 wichtig. Aus Figur 3 ist ersichtlich, dass der Steuerkolben 38 unterhalb vom Endbereich 72 noch einen Endzapfen 74 aufweist, dessen Durchmesser kleiner ist als jener des Endbereichs 72 und auch kleiner als der zum Steuerkolben 38 benachbarte Bereich der Düsennadel 40. Etwa auf axialer Höhe dieses Endzapfens 74 erstreckt sich von der Durchgangsbohrung im Führungselement 68 nach radial einwärts ein umlaufender Ringbund 76, der einen Anschlag für die Düsennadel 40 bildet, da seine lichte Weite kleiner ist als der Außendurchmesser des zu ihm benachbarten Endbereichs der Düsennadel 40. Der Anschlag 76 ist jedoch nicht unbedingt erforderlich.

[0021] Der zwischen dem Endzapfen 74, dem Endbereich 72, der Düsennadel 40 und dem Führungselement 68 gebildete Ringraum wird als Koppelraum 78 bezeichnet. Er ist, wie weiter unten noch näher erläutert werden wird, Teil eines hydraulischen Kopplers 80, durch den die Bewegungen des Steuerkolbens 38 und der Düsennadel 40 miteinander gekoppelt sind. Der hydraulische Koppler 80 umfasst auch ein Rückschlagventil 82 mit einem als Kugel ausgebildeten Ventilelement 84, welches von einer Ventildfeder 86 in eine Schließstellung beaufschlagt wird. In geöffnetem Zustand verbindet das Rückschlagventil 82 den hydraulischen Koppelraum 78 mit dem Hochdruckraum 60. Das Rückschlagventil 82 ist so ausgerichtet, dass es vom Koppelraum 78 weg zum Hochdruckraum 60 hin öffnet.

[0022] Ein im Führungselement 68 liegender Abschnitt des Verbindungskanals 66 umfasst eine Strömungsdrossel 88. Ein Mündungsbereich 90 des Verbindungskanals 66 zum Hochdruckraum 60 hin ist trichterförmig ausgebildet.

[0023] Die Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 20 funktioniert folgendermaßen: Im Ausgangszustand, bei strom-

losem Schaltventil 64, ist der hydraulische Steuerraum 56 vom Niederdruckanschluss 24 getrennt und über die Zulaufdrossel 58 mit dem Hochdruckanschluss 18 und somit mit dem Rail 16 verbunden. Im hydraulischen Steuerraum 56 liegt somit der gleiche Druck an wie im Hochdruckraum 60. Dieser herrscht im stationären Ausgangszustand über den Verbindungskanal 66 auch im Druckraum 44. Aufgrund einer gewissen Leckage zwischen dem Führungsabschnitt 70 des Führungselements 68 und dem Endbereich 72 des Steuerkolbens 38 sowie Leckage zwischen der Düsennadel 40 und dem Düsenkörper 28 im Abschnitt 50 liegt dieser Druck auch im Koppelraum 78 an. Insgesamt ergibt sich in dieser Konstellation eine in Schließrichtung des Ventilelements 36 wirkende Kraft, welche dieses gegen den Ventilsitz im Bereich der Kraftstoff-Austrittsöffnungen 46 drückt.

[0024] Wird nun das Schaltventil 64 bestromt, wird die Ablaufdrossel 62 mit dem Niederdruckanschluss 24 verbunden. Hierdurch sinkt der Druck im hydraulischen Steuerraum 56 ab. Im Koppelraum 78 herrscht dagegen zunächst noch der hohe Ausgangsdruck. Daher ergibt sich in der Summe nun eine in Öffnungsrichtung auf den Steuerkolben 38 einwirkende Kraft. Dieser beginnt somit, sich entgegen der Kraft der Feder 52 in den Figuren 2 und 3 nach oben zu bewegen. Damit sinkt durch die Volumenvergrößerung der Druck im Koppelraum 78, wohingegen im Druckraum 44 immer noch der hohe Ausgangsdruck herrscht. In der Summe wirkt daher nun auch auf die Düsennadel 40 eine in Öffnungsrichtung wirkende Kraft, aufgrund der sich die Düsennadel 40 in den Figuren 2 und 3 nach oben zu bewegen beginnt, sie hebt also von ihrem Ventilsitz im Bereich der Kraftstoff-Austrittsöffnungen 46 ab. Somit kann Kraftstoff vom Rail 16 über den Hochdruckanschluss 18, den Hochdruckraum 60, den Verbindungskanal 66, den Druckraum 44 und über die Kraftstoff-Austrittsöffnungen 46 in den Brennraum 22 eingespritzt werden. Aufgrund der Strömungsdrossel 88 im Verbindungskanal 76 ergibt sich dabei im Druckraum 44 ein geringerer Druck als im Hochdruckraum 60.

[0025] Da auch im Koppelraum 78 zumindest zeitweise ein geringerer Druck herrscht als im Hochdruckraum 60, gelangt eine gewisse Kraftstoffmenge durch den Führungsspalt zwischen Führungsabschnitt 70 und Endbereich 72 vom Hochdruckraum 60 und zwischen Düsennadel 40 und Düsenkörper 28 im Abschnitt 50 vom Druckraum 44 in den Koppelraum 78. Durch eine bewusste Dimensionierung des besagten Führungsspalt kann die vom Hochdruckraum 60 in den Koppelraum 78 überströmende Kraftstoffmenge eingestellt werden, was wiederum eine bewusste Einstellung des Öffnungsverhaltens des Ventilelements 36 ermöglicht. Je größer der Führungsspalt ist, desto "gedämpfter" sinkt der Druck im Koppelraum 78, und umso verzögerter reagiert die Düsennadel 40. Dies ist vor allem dann hilfreich, wenn von der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 20 gefordert wird, dass sie auch Kleinstmengen einzuspritzen in der Lage sein soll.

[0026] Zur Beendigung einer Einspritzung wird das

Schaltventil 64 wieder in seine geschlossene Stellung gebracht, in welcher die Verbindung des hydraulischen Steuer-raums 56 mit dem Niederdruckanschluss 24 gesperrt ist. Über die Zulauf-drossel 58 steigt der Druck im hydraulischen Steuer-raum 56 an. Hierdurch wird der Steuerkolben 38 wieder in Schließrichtung bewegt, da der Druck im Koppelraum 78 zunächst noch geringer ist als im hydraulischen Steuer-raum 56. In der Folge steigt der Druck im Koppelraum 78 wegen der Volumenverkleinerung wieder an, was letztlich zu einer insgesamt in Schließrichtung der Düsennadel 40 auf diese einwirkenden Kraft führt. Die Bewegung der Düsennadel 40 ist zu Ende, wenn diese mit ihrem in Figur 2 unteren Ende wieder am gehäuseseitigen Ventilsitz anliegt und somit kein Kraftstoff mehr durch die Kraftstoff-Austrittsöffnungen 46 austreten kann. Da, wie oben bereits erwähnt wurde, zwischenzeitlich Kraftstoff vom Hochdruckraum 60 und vom Druckraum 44 in den Koppelraum 78 gelangt ist, stößt der Steuerkolben 38 am Ende seiner Schließbewegung auf ein "Kraftstoffpolster", was zu einer dynamischen Druckerhöhung im Koppelraum 78 auf einen Druck führt, der größer ist als der Druck im Hochdruckraum 60. In der Folge öffnet das Rückschlagventil 82, so dass der in den Koppelraum 78 eingedrungene Kraftstoff in den Hochdruckraum 60 entweichen kann. Am Ende seiner Schließbewegung gelangt daher der Steuerkolben 38 wieder in Anlage an die Düsennadel 40.

[0027] Soll von der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 20 Kraftstoff durch mehrere kurz hintereinander liegende Einspritzungen eingespritzt werden, muss das Ventilelement 36 wieder öffnen können, unmittelbar nachdem es in seiner Schließstellung angelangt war. Voraussetzung hierfür ist, dass der Koppelraum 78, nachdem im Koppelraum 78 vorhandener "überschüssiger" Kraftstoff über das Rückschlagventil 82 in den Hochdruckraum 60 abgeführt wurde, möglichst schnell wieder ein abgeschlossenes Volumen bildet, welches die Düsennadel 40 an die Öffnungsbewegung des Steuerkolbens 38 koppelt. Dies wird erreicht, indem der Hub des Ventilelements 84 des Rückschlagventils 82 auf einen sehr geringen maximalen Hub begrenzt wird. Fällt der Druck im Koppelraum 78 also aufgrund einer Öffnungsbewegung des Steuerkolbens 38 wieder ab, muss das Ventilelement 84 nur einen geringen Hub zurücklegen, bis es wieder in seiner geschlossen Stellung ist und somit der Koppelraum 78 ein abgeschlossenes Volumen bilden kann.

[0028] Die Ausgestaltung des Mündungsbereichs 90 des Verbindungskanals 66 in Form eines sich zum Hochdruckraum 60 hin erweiternden Trichters hat folgende Wirkung: Aufgrund des Öffnens und Schließens des Ventilelements 36 kommt es im Hochdruckraum 60 zu Druckschwankungen, welche jedoch aufgrund der Größe des Hochdruckraums 60 dort kaum spürbar sind. Der Verbindungskanal 66 und der Druckraum 44 haben jedoch ein deutlich kleineres Volumen als der Hochdruckraum 60, so dass sich Druckschwankungen dort verstärkt auswirken und somit die Einspritzgenauigkeit reduzieren würden. Hier greift der trichterförmig ausgestaltete Mündungsbereich 90 an: Durch diesen werden auf den Mündungsbereich 90 auftreffende Druckwellen "zerstreut" beziehungsweise reduziert, so dass die Druckschwankungen nur vermindert in den Verbindungskanal 66 hinein übertragen werden. Daher kann der Kraftstoff mit der hier vorgestellten Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 20 mit besonders hoher Genauigkeit zugemessen werden.

dungsbereich 90 an: Durch diesen werden auf den Mündungsbereich 90 auftreffende Druckwellen "zerstreut" beziehungsweise reduziert, so dass die Druckschwankungen nur vermindert in den Verbindungskanal 66 hinein übertragen werden. Daher kann der Kraftstoff mit der hier vorgestellten Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 20 mit besonders hoher Genauigkeit zugemessen werden.

10 Patentansprüche

1. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (20) für eine Brennkraftmaschine (10) mit einem Gehäuse (26) und einem in dem Gehäuse (26) angeordneten Ventilelement (36), welches mit einem im Bereich mindestens einer Kraftstoff-Austrittsöffnung (46) liegenden Ventilsitz zusammenarbeitet, wobei mindestens ein Steuerkolben (38) und eine Düsennadel (40) des Ventilelements (36) über einen hydraulischen Koppler (80) miteinander gekoppelt sind, wobei zwischen einem Endzapfen (74) und einem Endbereich (72) des Steuerkolbens (38), der Düsennadel (40) und einem Führungselement (68) ein Ringraum ausgebildet ist, welcher einen Kopplerraum (78) des hydraulischen Kopplers (80) bildet, wobei der Steuerkolben (38) eine in Schließrichtung des Ventilelements (36) wirkende hydraulische Steuerfläche (54) aufweist, welche zusammen mit einem Endkörper (32) des Gehäuses (26) einen hydraulischen Steuer-raum (56) begrenzt, wobei der Steuer-raum (56) über eine Zulauf-drossel (58) im Endkörper (32) mit einem Hochdruckraum (60), der mit einem Hochdruckanschluss (18) verbunden ist, und durch eine Ablauf-drossel (62) im Endkörper (32) mit einem elektromagnetisch betätigten 2/2-Wege-Schaltventil (64), welches je nach Schaltstellung die Ablauf-drossel (62) zu einem Niederdruckanschluss (24) hin verbindet oder sperrt, verbunden ist, und wobei ein Verbindungskanal (66) vorgesehen ist, welcher vom Hochdruckraum (60) zu dem im Bereich der Kraftstoff-Austrittsöffnung (42) liegenden Ventilsitz führt, wobei der Koppelraum (78) ein mit diesem verbundenes Rückschlagventil (82) umfasst, welches in geöffnetem Zustand den Koppelraum (78) mit dem Hochdruckraum (60) verbindet, derart, dass das Rückschlagventil (82) vom Koppelraum (78) weg zum Hochdruckraum (60) hin öffnet.
2. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Ventilelement (84) des Rückschlagventils (82) von einer Feder (86) in seine Schließposition beaufschlagt wird.
3. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventilelement (84) des Rückschlagventils (82) einen solchen maximalen Hub aufweist, dass ein vorgegebener zeitlicher Abstand zwischen einem Schließen und ei-

nem nachfolgenden Öffnen des Ventilelements (36) der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (20) eingehalten werden kann.

4. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Spalt (70) zwischen dem Steuerkolben (38) und einem den Koppelraum (78) zu einem Hochdruckraum (60) begrenzenden Gehäuseabschnitt (70) so ausgelegt ist, dass ein Öffnen der Düsenadel (40) verzögert erfolgt.
5. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Mündungsbereich (90) des Verbindungskanals (66) zum Hochdruckraum (60) hin so ausgebildet ist, dass Druckwellen reduziert werden.
6. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mündungsbereich (90) trichterförmig ist.

Claims

1. Fuel injection device (20) for an internal combustion engine (10), having a housing (26) and having a valve element (36) which is arranged in the housing (26) and which interacts with a valve seat situated in the region of at least one fuel outlet opening (46), wherein at least one control piston (38) and a nozzle needle (40) of the valve element (36) are coupled to one another by means of a hydraulic coupler (80), wherein an annular chamber is formed between an end peg (74) and an end region (72) of the control piston (38), the nozzle needle (40) and a guide element (68), which annular chamber forms a coupler chamber (78) of the hydraulic coupler (80), wherein the control piston (38) has a hydraulic control surface (54) which acts in the closing direction of the valve element (36) and which, together with an end body (32) of the housing (26), delimits a hydraulic control chamber (56), wherein the control chamber (56) is connected via an inflow throttle (58) in the end body (32) to a high-pressure chamber (60) which is connected to a high-pressure port (18), and said control chamber is connected by means of an outflow throttle (62) in the end body (32) to a solenoid-actuated 2/2 directional control switching valve (64) which, depending on the switching position, connects the outflow throttle (62) to or blocks the outflow throttle (62) in the direction of a low-pressure port (24), and wherein a connecting duct (66) is provided which leads from the high-pressure chamber (60) to the valve seat situated in the region of the fuel outlet opening (42), wherein the coupler chamber (78) comprises a check valve (82) which is connected thereto and which, in the open state, connects the

coupler chamber (78) to the high-pressure chamber (60) in that the check valve (82) opens away from the coupler chamber (78) in the direction of the high-pressure chamber (60).

2. Fuel injection device according to Claim 1, **characterized in that** a valve element (84) of the check valve (82) is loaded into its closed position by a spring (86).
3. Fuel injection device according to Claim 2, **characterized in that** the valve element (84) of the check valve (82) has a maximum stroke which is such that a predefined time interval between a closing and a subsequent opening of the valve element (36) of the fuel injection device (20) can be maintained.
4. Fuel injection device according to one of the preceding claims, **characterized in that** a gap (70) between the control piston (38) and a housing portion (70) which delimits the coupler chamber (78) with respect to a high-pressure chamber (60) is designed such that an opening of the nozzle needle (40) takes place in a delayed fashion.
5. Fuel injection device according to Claim 1, **characterized in that** an opening-out region (90) of the connecting duct (66) into the high-pressure chamber (60) is designed such that pressure waves are reduced.
6. Fuel injection device according to Claim 5, **characterized in that** the opening-out region (90) is funnel-shaped.

Revendications

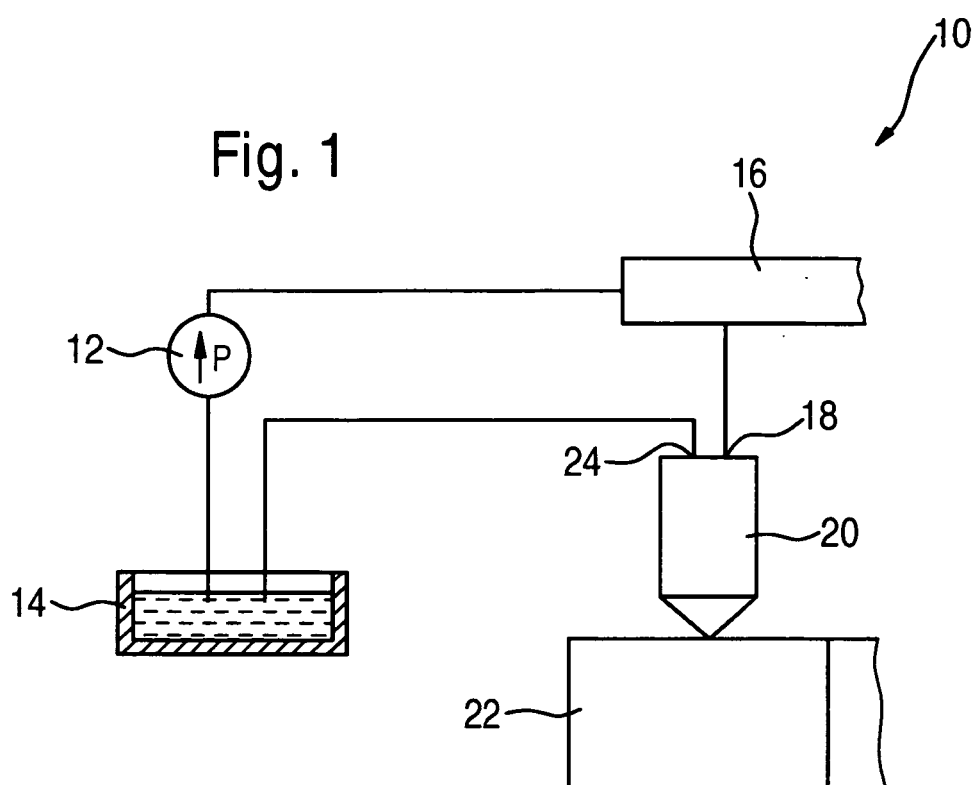
1. Dispositif d'injection de carburant (20) pour un moteur à combustion interne (10) comprenant un boîtier (26) et un élément de soupape (36) disposé dans le boîtier (26), qui coopère avec un siège de soupape se trouvant dans la région d'au moins une ouverture de sortie de carburant (46), au moins un piston de commande (38) et une aiguille de buse (40) de l'élément de soupape (36) étant accouplés l'un à l'autre par le biais d'un coupleur hydraulique (80), entre un tourillon d'extrémité (74) et une région d'extrémité (72) du piston de commande (38), l'aiguille de buse (40) et un élément de guidage (68) étant réalisé un espace annulaire qui forme un espace de couplage (78) du coupleur hydraulique (80), le piston de commande (38) présentant une surface de commande hydraulique (54) agissant dans la direction de fermeture de l'élément de soupape (36), qui, conjointement avec un corps d'extrémité (32) du boîtier (26) limite un espace de commande hydraulique (56), l'espace de commande (56) étant connecté par le

biais d'un étranglement d'amenée (58) dans le corps d'extrémité (32) à un espace haute pression (60), qui est connecté à un raccord haute pression (18), et, par un étranglement de sortie (62) dans le corps d'extrémité (32), à une soupape de commutation à 2/2 voies (64) à commande électromagnétique, qui, en fonction de la position de commutation, relie l'étranglement de sortie (62) à un raccord basse pression (24) ou le bloque, et un conduit de connexion (66) étant prévu, lequel conduit de l'espace haute pression (60) vers le siège de soupape situé dans la région de l'ouverture de sortie de carburant (42), l'espace de couplage (78) comprenant un clapet anti-retour (82) connecté à celui-ci, qui, dans l'état ouvert, relie l'espace de couplage (78) à l'espace haute pression (60), de telle sorte que le clapet anti-retour (82) s'ouvre à l'écart de l'espace de couplage (78) vers l'espace haute pression (60).

2. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'un** élément de soupape (84) du clapet anti-retour (82) est sollicité par un ressort (86) dans sa position de fermeture. 20
3. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'élément de soupape (84) du clapet anti-retour (82) présente une course maximale telle qu'un intervalle de temps prédéfini entre une fermeture et une ouverture subséquente de l'élément de soupape (36) du dispositif d'injection de carburant (20) puisse être conservé. 25 30
4. Dispositif d'injection de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'une** fente entre le piston de commande (38) et une portion de boîtier (70) limitant l'espace de couplage (78) par rapport à un espace haute pression (60) est conçue de telle sorte qu'il se produise une ouverture de l'aiguille de buse (40) de manière retardée. 35 40
5. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'une** région d'embouchure (90) du conduit de connexion (66) à l'espace haute pression (60) est réalisée de telle sorte que les ondes de pression soient réduites. 45
6. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la région d'embouchure (90) est en forme d'entonnoir. 50

55

Fig. 1



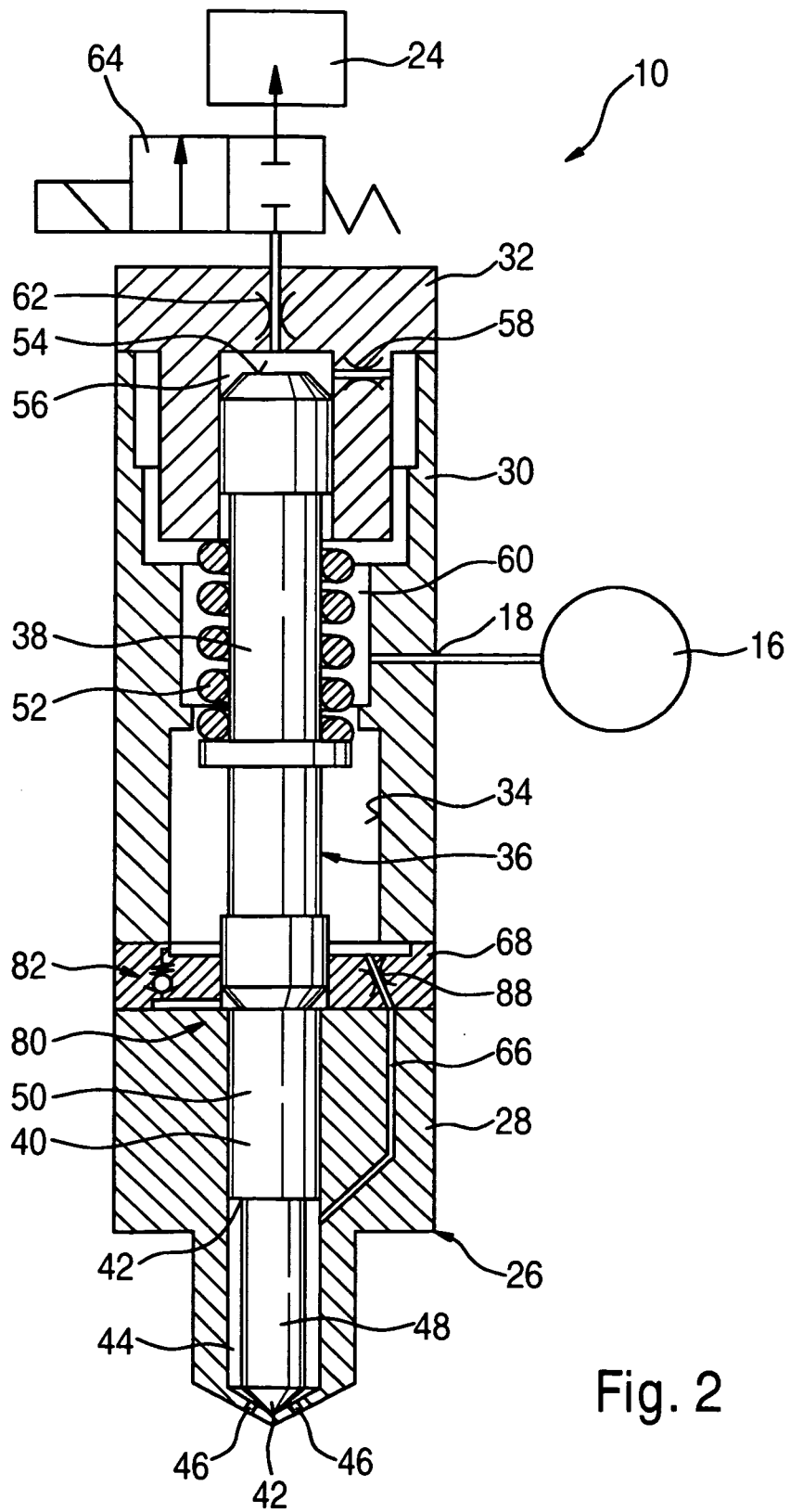
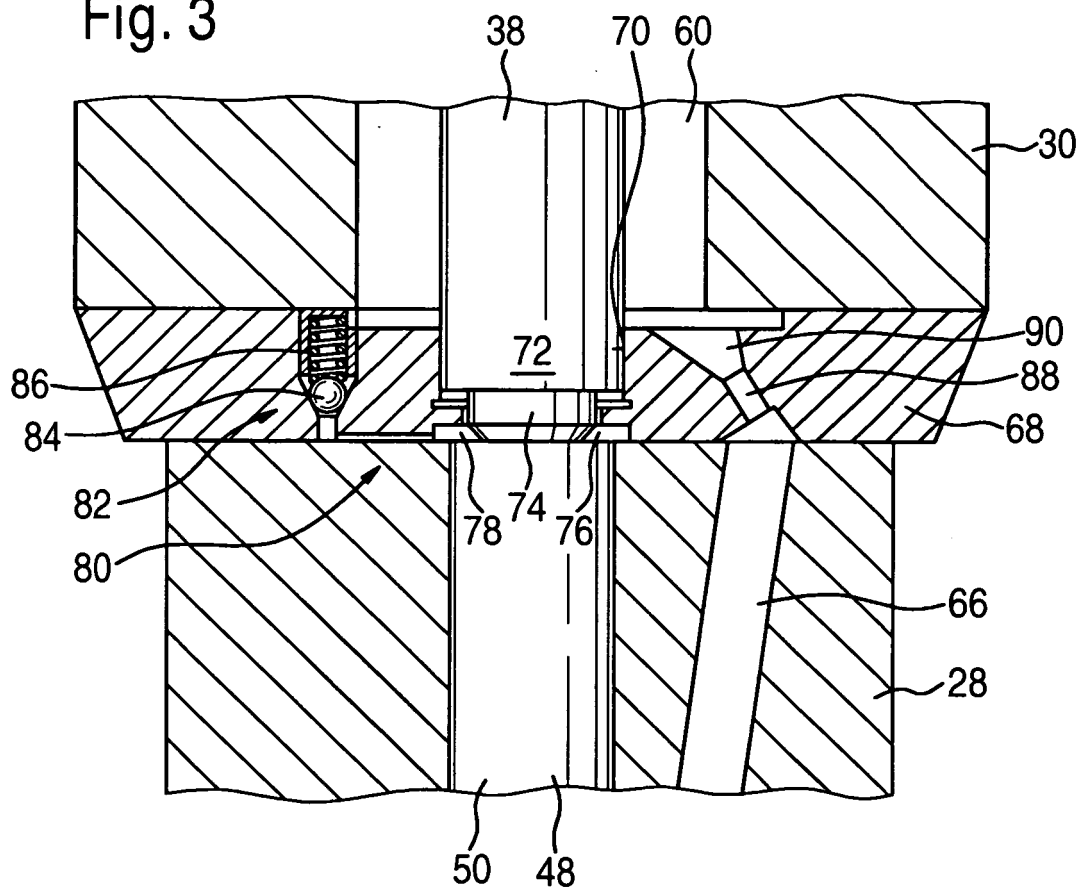


Fig. 2

Fig. 3



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 2007012510 A1 [0004]
- DE 10160191 A1 [0005]
- US 20030116640 A1 [0006]