(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 831 540 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
13.10.2010 Patentblatt 2010/41

(21) Anmeldenummer: **05826446.6**

(22) Anmeldetag: **24.11.2005**

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

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2005/056185

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2006/069865 (06.07.2006 Gazette 2006/27)

(54) **KRAFTSTOFFINJEKTOR MIT DIREKT ANGESTEUERTEM EINSPRITZVENTILGLIED**

FUEL INJECTOR COMPRISING A DIRECTLY TRIGGERED INJECTION VALVE MEMBER

INJECTEUR DE CARBURANT DOTE D'UN OBTURATEUR A COMMANDE DIRECTE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **23.12.2004 DE 102004062006**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.09.2007 Patentblatt 2007/37

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

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 324 905
WO-A1-2006/008201
WO-A1-2006/008201
DE-A1- 10 151 688
US-A- 5 697 554
US-A1- 2001 032 612

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).

EP 1 831 540 B1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] An Verbrennungskraftmaschinen kommen Kraftstoffinjektoren zum Einsatz, mit welchen unter hohem Druck stehender Kraftstoff in die Brennräume der Verbrennungskraftmaschine eingespritzt wird. Derartige Kraftstoffinjektoren, die zum Beispiel bei selbstzündenden Verbrennungskraftmaschinen eingesetzt werden, umfassen ein Injektorgehäuse, welches mit einer außerhalb des Kraftstoffinjektors angeordneten Hochdruckquelle, wie zum Beispiel einem Hochdrucksammelraum (Common-Rail), in Verbindung steht. Der Hochdrucksammelraum seinerseits wird über eine Hochdruckpumpe mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff versorgt.

Stand der Technik

[0002] Ein Kraftstoffinjektor mit einer direkt angesteuerten Düsennadel, bei dem die Düsennadel mit einem drückenden Hub nach innen öffnend angesteuert wird, ist aus WO 2006/008201 A1 oder aus EP 0 324 905 A bekannt. Zur Hubumkehr und Hubübersetzung ist ein erster Übersetzerkolben, ein zweiter Übersetzerkolben und ein Düssennadelkolben jeweils mit einer Ringfläche einem gemeinsamen Steuerraum ausgesetzt, so dass bei einem drückenden Hub des Piezoaktors der Druck im Steuerraum ansteigt und dadurch der zweite Übersetzerkolben und der Düsennadelkolben aus dem Steuerraum herausbewegt wird. Durch die unterschiedlichen Durchmesser des zweiten Übersetzerkolbens und des Düsennadelkolbens steht eine zweistufige Übersetzung des Öffnungshubs der Düsennadel.

[0003] Die DE-Patentanmeldung 10 2004 037125.3 bezieht sich auf einen Common-Rail-Injektor. Dieser umfasst ein Injektorgehäuse mit einem Kraftstoffzulauf, der mit einer zentralen Kraftstoffhochdruckquelle außerhalb des Injektorgehäuses und mit einem Druckraum innerhalb des Injektorgehäuses in Verbindung steht. Aus diesem wird in Abhängigkeit von dem Druck in einem Düsennadelsteuerraum mit Hochdruck beaufschlagter Kraftstoff in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine eingespritzt, wenn eine Düsennadel von ihrem Sitz abhebt. Der Düsennadelsteuerraum steht mit einem Aktordruckraum in Verbindung, der durch einen Aktor, bei dem es sich vorzugsweise um einen Piezoaktor handelt, begrenzt wird. Zwischen dem Aktordruckraum und dem Düsennadelsteuerraum ist eine Drosseleinrichtung angeordnet, die beim Entleeren des Düsennadelsteuerraumes einen kleineren Durchfluss von dem Düsennadelsteuerraum in den Aktordruckraum ermöglicht als beim Befüllen des Düsennadelsteuerraumes von dem Aktordruckraum in den Düsennadelsteuerraum. Die Drosseleinrichtung ist so gestaltet und angeordnet, dass sie nur beim Entleeren des Düsennadelsteuerraumes ihre Drosselwirkung entfaltet und beim Befüllen des Düsennadelsteuerraumes keine Drosselwirkung entfaltet, sondern einen ungehinderten Durchtritt von Kraftstoff gewährleistet. Die Drosseleinrichtung umfasst einen Drosselkolben, der ein Durchgangsloch aufweist,
das einen gedrosselten Durchtritt von Kraftstoff von dem Düsennadelsteuerraum in den Aktordruckraum ermöglicht.

[0004] Bei Kraftstoffinjektoren, bei denen der Druck in einem Steuerraum durch einen Aktor, wie zum Beispiel einen Piezoaktor, gesteuert wird spricht man auch von einer direkten Steuerung, das heißt einer direkten Steuerung des zum Beispiel als Düsennadel ausbildbaren Einspritzventilgliedes.

Darstellung der Erfindung

[0005] Der erfindungsgemäß vorgeschlagene Kraftstoffinjektor zeichnet sich durch einen sehr einfachen und kompakten Aufbau aus. Insbesondere wird durch den Einsatz eines einem Aktor zugeordneten stufenförmig ausgebildeten Kolbens das Öffnen des als Düsennadel ausbildbaren Einspritzventilgliedes sehr einfach erreicht.

[0006] Der Aktor, insbesondere ein Piezoaktor, ist in einem Hohlraum aufgenommen, in welchem eine Leitung von einem Hochdrucksammelraum (Common-Rail) mündet. Der durch den Aktor direkt beaufschlagbare stufenförmig ausgebildete Kolben ist einerseits von einer einen ersten hydraulischen Raum begrenzenden Hülse umschlossen, andererseits ist ein Teil des stufenförmig ausbildbaren Kolbens in einem Steuerkolben geführt. Der stufenförmig ausbildbare Kolben begrenzt mit einer Ringfläche am Durchmesserübergang einen ersten hydraulischen Raum und mit einer in einem geringeren Durchmesser ausgebildeten Stirnfläche einen zweiten hydraulischen Raum innerhalb des Steuerkolbens. Innerhalb des Steuerkolbens ist ein weiterer, dritter hydraulischer Raum ausgebildet, wobei der zweite und der dritte hydraulische Raum über einen Kanal, der eine Drosselstelle enthält, hydraulisch in Verbindung stehen. Im Steuerkolben befindet sich darüber hinaus eine Ausnehmung, in welcher ein Mitnehmer, der am Umfang des als Düsennadel ausbildbaren Einspritzventilgliedes aufgenommen ist, bewegbar ist. Über eine an der unteren Stirnseite des Steuerkolbens sich abstützende Druckfeder wird das als Düsennadel ausbildbare Einspritzventilglied relativ zum Steuerkolben so gestellt, dass der beispielsweise als Scheibe oder Ring ausbildbare mechanische Mitnehmer stets an einem Anschlag der Ausnehmung innerhalb des Steuerkolbens anliegt. Der Aktor, der in dem Hohlraum des Kraftstoffinjektors aufgenommen ist, wird invers angesteuert. Bei einer inversen Ansteuerung eines Piezoaktors ist dieser bestromt und das als Düsennadel ausbildbare Einspritzventilglied befindet sich in seinem geschlossenen Zustand. Die am brennraumseitigen Ende des Kraftstoffinjektors ausgebildeten Einspritzöffnungen sind durch das in seinen Sitz gestellte, als Düsennadel ausbildbare Einspritzventilglied verschlossen. Zum Öffnen des Einspritzventilglieds wird der

Piezoaktor in einen stromlosen Zustand geschaltet, so dass sich die Länge des Piezokristallstapels des Piezoaktors reduziert. Dies führt zu einer Druckentlastung des ersten hydraulischen Raumes, die wiederum zum Öffnen des Einspritzventilglieds führt.

[0007] Bei Druckentlastung des ersten hydraulischen Raumes fährt der Steuerkolben in diesen ein. Gleichzeitig wird durch den stufenförmig ausbildbaren Kolben der zweite hydraulische Raum innerhalb des Steuerkolbens druckentlastet, was das Öffnen des als Düsennadel ausbildbaren Einspritzventilgliedes unterstützt. Bei Druckentlastung des zweiten hydraulischen Raumes wird auch der dritte hydraulische Raum druckentlastet, da dieser mit dem zweiten hydraulischen Raum mit einem Kanal verbunden ist. Der Steuerkolben ist über den mechanischen Mitnehmer mit dem als Düsennadel ausbildbaren Einspritzventilglied verbunden, so dass bei Druckentlastung des ersten hydraulischen Raumes durch Auffahren des stufenförmig ausbildbaren Kolbens bei in den ersten hydraulischen Raum sich hineinbewegendem Steuerkolben das als Düsennadel ausbildbare Einspritzventilglied aufgezogen wird. Das Öffnen der Düsennadel beruht somit auf zwei Effekten, nämlich der Druckentlastung des ersten hydraulischen Raumes bei Auffahren des stufenförmig ausbildbaren Kolbens und das damit einhergehende Aufziehen des als Düsennadel ausbildbaren Einspritzventilgliedes durch den mechanischen Mitnehmer und durch die Druckentlastung der beiden im Steuerkolben ausgebildeten hydraulischen Räume. Aufgrund der Druckabsenkung in den beiden im Steuerkolben ausgebildeten hydraulischen Räumen, das heißt im zweiten und im dritten hydraulischen Raum, erfolgt eine verzögerte Druckabsenkung, so dass das als Düsennadel ausbildbare Einspritzventilglied vom mechanischen Mitnehmer abhebt und weiter selbstständig öffnet, ohne dass der Piezoaktor weiter bewegt werden muss.

[0008] Die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung zeichnet sich durch ihren einfachen Aufbau aus und durch den Umstand, dass der stufenförmig ausbildbare Kolben sowohl den Steuerkolben, in den das als Düsennadel ausbildbare Einspritzventilglied geführt ist, betätigt als auch für eine Druckabsenkung beziehungsweise für einen Druckanstieg in den beiden miteinander verbundenen zweiten und dritten hydraulischen Räumen sorgt. Da der zweite hydraulische Raum und der dritte hydraulische Raum über einen eine Drosselstelle enthaltenen Kanal miteinander gekoppelt sind, erfolgt der Druckabbau im dritten hydraulischen Raum verzögert, verglichen mit dem Druckabbau im zweiten hydraulischen Raum, so dass die Möglichkeit gegeben ist, dass das als Düsennadel ausbildbare Einspritzventilglied sich relativ zum Steuerkolben zu bewegen vermag und insbesondere beim Öffnungsvorgang weiter selbständig öffnet, ohne dass der als Piezoaktor ausbildbare Aktor weiter bewegt werden muss.

Zeichnung

[0009] Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend näher erläutert.

[0010] Die einzige Figur zeigt einen Querschnitt durch den erfindungsgemäß vorgeschlagenen Kraftstoffinjektor.

Ausführungsvarianten

[0011] Ein Kraftstoffinjektor 10 umfasst einen Injektorkörper 12, in welchem ein Hohlraum 84 ausgebildet ist. In den Hohlraum 84 mündet eine Leitung 82, die sich zwischen dem Injektorkörper 12 des Kraftstoffinjektors 10 und einem Hochdrucksammelraum 80 (Common-Rail) erstreckt. An Stelle des Hochdrucksammelraumes 80 (Common-Rail) könnte auch eine andere Hochdruckquelle eingesetzt werden, um den Hohlraum 84 des Kraftstoffinjektors 10 mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff zu versorgen. Innerhalb des Hohlraumes 84 im oberen Bereich des Kraftstoffinjektors 10 ist ein Aktor 14 aufgenommen. Bei dem Aktor 14 handelt es sich bevorzugt um einen Piezoaktor, der eine Anzahl von Piezokristallen umfasst, die stapelförmig übereinander angeordnet sind. Der Aktor 14 steht über eine in der Zeichnung nicht dargestellte elektrische Verbindung mit einer Spannungsquelle in Verbindung. Bei Beaufschlagung des Aktors 14 mit einer Spannung längen sich die einzelnen Piezokristalle eines Piezokristallstapels, bei Beendigung des Anlegens einer Spannung an den Piezokristallstapel des Aktors 14 nimmt der Piezokristallstapel wieder seine ursprüngliche Länge ein. Der Piezokristallstapel ist in der Zeichnung durch Bezugszeichen 16 kenntlich gemacht. Der Piezokristallstapel 16 des Aktors 14 ist von einer als Ringfeder ausgebildeten Feder 18 umschlossen. Sowohl die Feder 18 als auch der Piezokristallstapel 16 ruhen auf einer Stirnfläche 22 eines stufenförmig ausbildbaren Kolbens 20.

[0012] Der ebenfalls im Hohlraum 84 aufgenommene, stufenförmig ausbildbare Kolben 20 ist von einer Steuerraumhülse 26 umschlossen. An der Steuerraumhülse 26 befindet sich eine Beißkante 28, mit welcher die durch eine Feder beaufschlagte Steuerraumhülse 26 an einer Planfläche 72 des Injektorkörpers 12 angestellt ist. Der stufenförmig ausbildbare Kolben 20 umfasst einen ersten Bereich, der in einem ersten Durchmesser 74 ausgebildet ist sowie einen zweiten Bereich, der in einem zweiten Durchmesser 76 ausgebildet ist. Der erste Durchmesser 74 ist größer bemessen als der zweite Durchmesser 76. Aufgrund der Durchmesserdifferenz, in der die beiden Abschnitte des stufenförmig ausbildbaren Kolbens 20 dimensioniert sind, bildet sich innerhalb der den stufenförmig ausbildbaren Kolben 20 umgebenden Steuerraumhülse 26 ein erster hydraulischer Raum 24. Durch diesen ist eine erste Stirnseite 38 eines Steuerkolbens 36 beaufschlagbar.

[0013] Am stufenförmig ausbildbaren Kolben 20 bildet sich aufgrund des Durchmesserunterschiedes zwischen

dem ersten Durchmesser 74 und dem zweiten Durchmesser 76 eine durch Bezugszeichen 32 bezeichnete Ringfläche aus, die den ersten hydraulischen Raum 24 begrenzt, der darüber hinaus durch die Innenumfangsfläche der Steuerraumhülse 26, eine erste Stirnseite 38 des Steuerkolbens 36 und Teile der Planfläche 72 des Injektorkörpers 12 begrenzt wird.

[0014] Der in dem zweiten Durchmesser 76 ausgebildete Bereich des stufenförmig ausbildbaren Kolbens 20 beaufschlagt einen zweiten hydraulischen Raum 34, der im Steuerkolben 36 ausgebildet ist. Der zweite hydraulische Raum 34 ist über einen eine Drosselstelle 42 enthaltenden Kanal mit einem dritten hydraulischen Raum 66 innerhalb des Steuerkolbens 36 hydraulisch verbunden.

[0015] In den dritten hydraulischen Raum 66 ragt eine Stirnfläche 44 eines bevorzugt als Düsennadel ausbildbaren Einspritzventilgliedes 46. Das als Düsennadel ausgebildete Einspritzventilglied 46 ist im Steuerkolben 36 geführt. Im Steuerkolben 36 ist ein Hohlraum 52 ausgebildet, innerhalb dessen sich ein mechanischer Mitnehmer 50 zu bewegen vermag. Der mechanische Mitnehmer 50 kann zum Beispiel als Ring oder als Scheibe ausgebildet werden, die in einer Ringnut 48 am Umfang des als Düsennadel ausbildbaren Einspritzventilgliedes 46 auf genommen ist.

[0016] In der Darstellung gemäß der Figur liegt der mechanische Mitnehmer 50 an einem den Hohlraum 52 begrenzenden Anschlag an. In dieser Position wird der mechanische Mitnehmer 50 dadurch gehalten, dass an einer zweiten Stirnseite 40 des Steuerkolbens 36 eine Feder 54 aufgenommen ist, die sich an einer in einer Nut 58 vorgesehenen Stützscheibe 56 am Außenumfang des als Düsennadel ausbildbaren Einspritzventilgliedes 46 abstützt und das als Düsennadel ausbildbare Einspritzventilglied 46 relativ zum Steuerkolben 36 positioniert. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass eine erste Stirnseite 38 des Steuerkolbens 36 durch den ersten hydraulischen Raum 24 beaufschlagbar ist.

[0017] Der Steuerkolben 36 ist in einem weiteren Hohlraum im Inneren des Injektorkörpers 12 aufgenommen, in welchen vom Hohlraum 84 über einen Hochdruckzulauf 30 Kraftstoff eintritt. Das Druckniveau innerhalb des Hohlraumes 84, des ersten hydraulischen Raumes 24 und des den Steuerkolben 36 umschließenden Hohlraumes ist durch p_1 bezeichnet. Der jeweils im zweiten hydraulischen Raum 34 herrschende Druck ist durch p_2 bezeichnet, während der im dritten hydraulischen Raum 66 herrschende Druck durch p_3 bezeichnet ist.

[0018] Unterhalb der Stützscheibe 56 am Außenumfang des als Düsennadel ausbildbaren Einspritzventilgliedes 46 befinden sich Abflachungen 60, über welche der im Hohlraum, der den Steuerkolben 36 umgibt, enthaltene Kraftstoff einer Düsenspitze 62 zuströmt und über in der Zeichnung nicht dargestellte Einspritzöffnungen in den Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine eingespritzt werden kann, falls die Einspritzöffnungen durch die Düsenspitze 62 des als Düsennadel ausbildbaren Einspritzventilgliedes 46 freigegeben sind. In der Darstellung gemäß der Figur befindet sich die Düsenspitze 62 in einem Düsensitz 64, so dass das Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum der Verbrennungskraftmaschine unterbunden ist.

[0019] Der Steuerkolben 36 weist eine von Kraftstoff umgebene Mantelfläche 68 auf und ist in einer Führung 70, die im Injektorkörper 12 ausgebildet ist, geführt. Mit Bezugszeichen 78 ist die Kraftstoffströmung dargestellt, welche sich vom Hohlraum 84, in dem der Aktor 14 aufgenommen ist, über den Hochdruckzulauf 30 in den Hohlraum ausbildet, in dem der Steuerkolben 36 bewegbar geführt ist.

[0020] Die Funktionsweise des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Kraftstoffinjektors stellt sich wie folgt dar:

[0021] Bei inverser Ansteuerung des Aktors 14 befindet sich das Einspritzventilglied 46 in seiner Schließstellung, wenn der Aktor 14 bestromt ist.

[0022] In der Darstellung gemäß der Zeichnung befindet sich das bevorzugt als Düsennadel ausbildbare Einspritzventilglied 46 in seiner Schließstellung. In diesem Zustand sind die in der Zeichnung nicht dargestellten Einspritzöffnungen in den Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine verschlossen; die Düsenspitze 62 befindet sich im Düsensitz 64. Um das Schließen des Einspritzventilgliedes 46 zu bewirken, ist der bevorzugt als Piezoaktor ausgebildete Aktor 14 mit einer Spannungsquelle verbunden, so dass sich der Piezokristallstapel 16 entsprechend der Anzahl der in diesem vorhandenen Piezokristalle längt und der stufenförmig ausbildbare Kolben 20 druckbeaufschlagt ist. Dadurch wird das im ersten hydraulischen Raum 24 vorhandene Kraftstoffvolumen komprimiert und die erste Stirnseite 38 des Steuerkolbens 36 beaufschlagt. Weiterhin steigt aufgrund der Kompression des Kraftstoffvolumens im zweiten hydraulischen Raum 34 auch der Druck im dritten hydraulischen Raum 66, so dass der Steuerkolben 36 und das in diesem geführte Einspritzventilglied 46 in den Düsensitz 64 gestellt ist. Eine Kraftstoffeinspritzung findet nicht statt.

[0023] Das Öffnen des bevorzugt als Düsennadel ausbildbaren Einspritzventilgliedes 46 erfolgt durch Aufhebung der Spannungsbeaufschlagung des Aktors 14. Die einzelnen Piezokristalle innerhalb des Piezokristallstapels 16 nehmen bei Aufhebung der Spannungsbeaufschlagung des Aktors 14 wieder ihre ursprüngliche Gestalt an, das heißt der stufenförmig ausbildbare Kolben 20 bewegt sich nach oben, wodurch eine Druckentlastung des ersten hydraulischen Raumes 24 hervorgerufen wird. Aufgrund der Druckentlastung des ersten hydraulischen Raumes 24 fährt der Steuerkolben 36 mit seiner ersten Stirnseite 38 in den ersten hydraulischen Raum 24 ein. Während der auf den ersten hydraulischen Raum 24 gerichteten Vertikalbewegung des Steuerkolbens 36 liegt der am Umfang des Einspritzventilgliedes 46 aufgenommene mechanische Mitnehmer 50 am unteren Anschlag des Hohlraums 52 an. Fährt der Steuerkolben 36 in vertikale Richtung nach oben, wird das als Düsennadel ausbildbare Einspritzventilglied 46 durch

den vom Steuerkolben 36 umschlossenen mechanischen Mitnehmer 50 nach oben gezogen und die Düsenspitze 62 des als Düsennadel ausbildbaren Einspritzventilgliedes 46 wird aus ihrem Düsensitz 64 bewegt, so dass die Einspritzöffnungen am brennraumseitigen Ende des Kraftstoffinjektors 10 - in der Zeichnung nicht dargestellt - freigegeben werden und eine Einspritzung von Kraftstoff in den Brennraum erfolgt. Beim Öffnen des Düsensitzes 64, das heißt einer Vertikalbewegung des als Düsennadel ausbildbaren Einspritzventilgliedes 46 aus dem Düsensitz 64 bei Aufwärtsbewegung des Steuerkolbens 36, wird darüber hinaus der zweite hydraulische Raum 34 druckentlastet. Dies erfolgt dadurch, dass bei Aufhebung der Spannungsbeaufschlagung des Aktors 14 sich der im zweiten Durchmesser 76 ausgebildete Bereich des stufenförmig ausbildbaren Kolbens 20 aus dem zweiten hydraulischen Raum 34 herausbewegt. Da der zweite hydraulische Raum 34 und der dritte hydraulische Raum 66 über einen eine Drosselstelle 42 enthaltenen Kanal hydraulisch miteinander verbunden sind, stellt sich im dritten hydraulischen Raum 66 bei Druckentlastung des zweiten hydraulischen Raumes 34 ein verzögerter Druckabbau ein. Der auf diese Weise realisierte verzögerte Druckabbau im dritten hydraulischen Raum 66 hat zur Folge, dass sich das bevorzugt als Düsennadel ausbildbare Einspritzventilglied 46 relativ zum Steuerkolben 36 bewegt. In diesem Falle hebt der mechanische Mitnehmer 50 vom unteren Anschlag des Hohlraumes 52 ab. Die Länge der Relativbewegung, die sich zwischen dem Steuerkolben 36 und dem bevorzugt als Düsennadel ausbildbaren Einspritzventilgliedes 46 darstellt, hängt von der Erstreckung des Hohlraumes 52 in axialer Richtung des Einspritzventilgliedes 46 ab. Aufgrund des Hubweges, den der am Einspritzventilglied 46 arretierte mechanische Mitnehmer 50 im Hohlraum 52 auszuführen vermag, ist eine Relativbewegung des bevorzugt als Düsennadel ausbildbaren Einspritzventilgliedes 46 bezogen auf den Steuerkolben 36 beim Öffnen möglich und ein selbständiges Öffnen des Einspritzventilgliedes 46 erreichbar, ohne dass der Aktor 14 weiter zu bewegen ist.

[0024] Durch die jeweilige Dimensionierung der Drosselstelle 42, die im Kanal zwischen dem zweiten und dem dritten hydraulischen Raum 34, 66 vorgesehen ist, kann die Verzögerung des Druckabbaus im dritten hydraulischen Raum 66 eingestellt werden.

[0025] Durch die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung kann erreicht werden, dass beim Öffnen des als Düsennadel ausbildbaren Einspritzventilgliedes 46 das Öffnen einerseits durch den Druckabbau im ersten hydraulischen Raum 24 und durch Einfahren des Steuerkolbens 36 in diesen erfolgt, wobei aufgrund des mechanischen Mitnehmers 50 das Einspritzventilglied 46 durch den Steuerkolben 36 nach oben gezogen wird und des verzögerten Druckabbaus im dritten hydraulischen Raum 66 das Öffnungsverhalten des Kraftstoffinjektors des Einspritzventilgliedes 46 in optimaler Weise an den Lastzustand der Verbrennungskraflxnaschine angepasst werden kann. Der aus der Zeichnung hervorgehende Aufbau des Kraftstoffinjektors 10 besticht durch seine Einfachheit, da das bevorzugt als Düsennadel ausbildbare Einspritzventilglied 46 sowie der stufenförmig ausbildbare Kolben 20 in ein und demselben Steuerkolben 36 geführt sind. Der Steuerkolben 36 seinerseits ist mit seiner Mantelfläche 68 in einer Führung 70 des Injektorgehäuses 12 geführt und zentriert.

[0026] Die Befüllung des ersten hydraulischen Raumes 24 innerhalb des Kraftstoffinjektors 10 erfolgt über Spaltströmungen zwischen der Steuerraumhülse 26 und dem stufenförmig ausbildbaren Kolben 20, da der Hohlraum 84, in dem die genannten Komponenten aufgenommen sind, mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagt ist. Der Steuerkolben 36 ist durch die Führungsfläche 70 innerhalb des Injektorkörpers 12 des Kraftstoffinjektors 10 geführt. Hinsichtlich der Befüllung des zweiten hydraulischen Raumes 34 und des dritten hydraulischen Raumes 66 ist festzuhalten, dass deren Befüllung über den im unteren Bereich des Kraftstoffinjektors 10 ausgebildeten Hohlraum erfolgt, dem unter hohem Druck stehender Kraftstoff in Richtung des Pfeils 78 vom Hohlraum 84 aus zuströmt. Über die Spalte zwischen dem Einspritzventilglied 46 und dem Steuerkolben 36 sowie den die Drosselstelle 42 enthaltenden Kanal werden die hydraulischen Räume 34 beziehungsweise 66 mit Kraftstoff beaufschlagt.

[0027] Durch das Federelement 54, welches sich zwischen der zweiten Stirnseite 40 des Steuerkolbens 36 und der Stützscheibe 56 des Einspritzventilgliedes 46 erstreckt, wird eine Ausgangsposition der relativ zu einander bewegbaren Komponenten 36 und 46 definiert. Durch das Federelement 54 ist der am Umfang des als Düsennadel ausbildbaren Einspritzventilgliedes 46 angebrachte mechanische Mitnehmer 50 stets an den unteren Anschlag des Hohlraumes 52 innerhalb des Steuerkolbens 36 gestellt. Da die hydraulisch wirksame Fläche gemäß des zweiten Durchmessers 76 des stufenförmig ausbildbaren Kolbens 20 kleiner bemessen ist als die hydraulisch wirksame Fläche des stufenförmigen Kolbens 20, d.h. die innere Ringfläche 32 des stufenförmig ausbildbaren Kolbens 20 entsprechend des ersten Durchmessers 74 und des zweiten Durchmessers 76, führt zunächst der Steuerkolben 36 eine Öffnungsbewegung aus und nimmt das Einspritzventilglied 46 über den mechanischen Mitnehmer 50 mit. Bei einer sich anschließenden Druckentlastung des dritten hydraulischen Raumes 66 hebt der mechanische Mitnehmer 50 von seinem in der Zeichnung dargestellten Anschlag am unteren Ende des Steuerkolbens 36 ab, so dass eine weitere Öffnung des Einspritzventilglieds 46 erfolgt. Unter Bezugszeichen 86 sind die unterhalb des Düsensitzes 64 in einen nicht dargestellten Brennraum der Verbrennungskraftmaschine mündenden Einspritzöffnungen bezeichnet.

Bezugszeichenliste

[0028]

10 Kraftstoffinjektor
12 Injektorkörper
14 Aktor (Piezoaktor)
16 Piezokristallstapel
18 Ringfeder um Aktor 14
20 stufenförmig ausbildbarer Kolben
22 Stirnfläche
24 erster hydraulischer Raum (p_1)
26 Steuerraumhülse
28 Beißkante
30 Hochdruckzulauf
32 innere Ringfläche vom Kolben 20
34 zweiter hydraulischer Raum (p_2)
36 Steuerkolben
38 erste Stirnseite des Steuerkolbens 36
40 zweite Stirnseite des Steuerkolbens 36
42 Drosselstelle
44 Stirnfläche Einspritzventilglied
46 Einspritzventilglied (Düsennadel)
48 Ringnut
50 mechanischer Mitnehmer
52 Hohlraum
54 Federelement
56 Stützscheibe
58 Nut für Stützscheibe
60 Abflachungen
62 Düsenspitze
64 Düsensitz
66 dritter hydraulischer Raum (p_3)
68 Mantelfläche Steuerkolben 36
70 Führungsfläche Injektorkörper 12
72 Planfläche Injektorkörper 12
74 erster Durchmesser stufenförmig ausbildbarer Kolben 20
76 zweiter Durchmesser stufenförmig ausbildbarer Kolben 20
78 Kraftstoffströmung
80 Hochdrucksammelraum (Common-Rail)
82 Leitung
84 Hohlraum
86 Einspritzöfnungen

Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor mit einem Injektorkörper (12), mit einem Kraftstoffzulauf (30), der mit einer Kraftstoffhochdruckquelle (80) außerhalb des Injektorkörpers (12) in Verbindung steht, mit einem Aktor (14), der in einem Hohlraum (84) aufgenommen ist, von dem ein Hochdruckzulauf (30) zu einem Einspritzventilglied (46) verläuft und abhängig vom Druck in einem ersten hydraulischen Raum (24) Kraftstoff in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine eingespritzt wird, wenn das Einspritzventilglied (46) aus einem Sitz (64) abhebt, wobei der Aktor (14) einen, den ersten hydraulischen Raum (24) begrenzenden, stufenförmig ausgebildeten Kolben (20) unmittelbar beaufschlagt, der einen Steuerkolben (36) betätigt, in dem das Einspritzventilglied (46) geführt ist, wobei der stufenförmig ausgebildete Kolben (20) in einem ersten Durchmesser (74) und einem zweiten Durchmesser (76) ausgeführt ist, und wobei der erste Durchmesser (74) den zweiten Durchmesser (76) übersteigt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchmesserunterschied zwischen dem ersten Durchmesser (74) und dem zweiten Durchmesser (76) eine Ringfläche (32) ausbildet, die den ersten hydraulischen Raum (24) begrenzt, dass der Steuerkolben (36) in einer Führung (70) des Injektorkörpers (12) geführt ist und einen zweiten hydraulischen Raum (34) sowie einen dritten hydraulischen Raum (66) aufweist, die miteinander hydraulisch verbunden sind, und dass der zweite Durchmesser (76) des stufenförmig ausgebildeten Kolbens (20) den zweiten hydraulischen Raum (34) beaufschlagt.

2. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der ersten hydraulische Raum (24) weiterhin von einer Hülse (26) umgriffen ist.

3. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Einspritzventilglied (46) ein mechanischer Mitnehmer (50) angeordnet ist, der in einem Hohlraum (52) des Steuerkolbens (36) zwischen einem ersten und einem zweiten Hubanschlag bewegbar geführt ist.

4. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen einer zweiten Stirnseite (40) des Steuerkolbens (36) und dem Einspritzventilglied (46) ein Federelement (54) angeordnet ist, welches das Einspritzventilglied (46) relativ zum Steuerkolben (36) in eine definierte Ausgangslage stellt.

5. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Spannungsbeaufschlagung des Aktors (14) durch gleichzeitige Druckbeaufschlagung des ersten hydraulischen Raumes (24) und des zweiten hydraulischen Raumes (34) über den stufenförmig ausgebildeten Kolben (20) das im Steuerkolben (36) geführte Einspritzventilglied (46) in seinen Sitz (64) gedrückt wird.

6. Kraftstoffinjektor gemäß der Ansprüche 4 und 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Beendigung der Spannungsbeaufschlagung des Aktors (14) der erste und der zweite hydraulische Raum (24, 34) gleichzeitig druckentlastet werden und der dritte hydraulische Raum (66) verzögert druckentlastet wird, wobei der Steuerkolben (36) einen mechanischen Mitnehmer (50) umgreift und das Einspritzventilglied (46) aus seinem Sitz (64) bewegt.

7. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 6, **dadurch ge-**

kennzeichnet, dass bei verzögerter Druckentlastung des dritten hydraulischen Raumes (66) das Einspritzventilglied (46) entsprechend der Erstrekkung eines Hohlraumes (52) im Steuerkolben (36) in dem der mechanische Mitnehmer (50) geführt ist, selbsttätig weiter öffnet.

8. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste hydraulische Raum (24) und der zweite hydraulische Raum (34) über einen eine Drosselstelle (42) enthaltenden Kanal miteinander verbunden sind.

9. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Injektorkörper (12) eine Planfläche (72) ausgeführt ist, auf welcher sich die den stufenförmig ausgebildeten Kolben (20) umgebende Hülse (26) mit einer Beißkante (28) abstützt.

10. Kraftstoffinjektor gemäß einem oder mehrerer der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Öffnen des Einspritzventilgliedes (46) bei Aufhebung der Spannungsbeaufschlagung des Aktors (14) durch die Druckentlastung des ersten hydraulischen Raumes (24), bei Mitnahme des Einspritzventilgliedes (46) durch den Steuerkolben (36) und durch verzögerte Druckentlastung des dritten hydraulischen Raumes (66) im Steuerkolben (36) erfolgt, während der sich das Einspritzventilglied (46) selbsttätig relativ zum Steuerkolben (36) in Öffnungsrichtung bewegt.

Claims

1. Fuel injector having an injector body (12), having a fuel inlet (30) which is connected to a high-pressure fuel source (80) outside the injector body (12), having an actuator (14) which is held in a cavity (84) and from which a high-pressure inlet (30) runs to an injection valve member (46) and, as a function of the pressure in a first hydraulic chamber (24), fuel is injected into a combustion chamber of an internal combustion engine when the injection valve member (46) lifts up from a seat (64), with the actuator (14) acting directly on a stepped piston (20) which delimits the first hydraulic chamber (24) and which actuates a control piston (36) in which the injection valve member (46) is guided, with the stepped piston (20) being formed with a first diameter (74) and a second diameter (76), and with the first diameter (74) being greater than the second diameter (76), **characterized in that** the diameter difference between the first diameter (74) and the second diameter (76) forms an annular surface (32) which delimits the first hydraulic chamber (24), **in that** the control piston (36) is guided in a guide (70) of the injector body (12) and has a second hydraulic chamber (34) and a third hydraulic chamber (66) which are hydraulically connected to one another, and **in that** the second diameter (76) of the stepped piston (20) acts on the second hydraulic chamber (34).

2. Fuel injector according to Claim 1, **characterized in that** the first hydraulic chamber (24) is also surrounded by a sleeve (26).

3. Fuel injector according to Claim 1, **characterized in that** a mechanical driver (50) is arranged on the injection valve member (46), which mechanical driver is guided in a cavity (52) of the control piston (36) so as to be movable between a first and a second stroke stop.

4. Fuel injector according to Claim 1, **characterized in that** a spring element (54) is arranged between a second end side (40) of the control piston (36) and the injection valve member (46), which spring element (54) places the injection valve member (46) into a defined initial position relative to the control piston (36).

5. Fuel injector according to Claim 1, **characterized in that**, when a voltage is applied to the actuator (14), by means of simultaneous pressurization of the first hydraulic chamber (24) and of the second hydraulic chamber (34) by means of the stepped piston (20), the injection valve member (46) which is guided in the control piston (36) is pressed into its seat (64).

6. Fuel injector according to Claims 4 and 5, **characterized in that**, when the application of voltage to the actuator (14) is ended, the first and the second hydraulic chambers (24, 34) are simultaneously relieved of pressure and the third hydraulic chamber (66) is relieved of pressure in a delayed fashion, with the control piston (36) engaging around a mechanical driver (50) and moving the injection valve member (46) out of its seat (64).

7. Fuel injector according to Claim 6, **characterized in that**, during the delayed release of pressure from the third hydraulic chamber (66), the injection valve member (46) automatically opens further corresponding to the extent of a cavity (52), in which the mechanical driver (50) is guided, in the control piston (36).

8. Fuel injector according to Claim 1, **characterized in that** the first hydraulic chamber (24) and the second hydraulic chamber (34) are connected to one another by means of a duct which contains a throttle point (42).

9. Fuel injector according to Claim 2, **characterized in that** a planar surface (72) is formed on the injector

body (12), on which planar surface (72) the sleeve (26) which surrounds the stepped piston (20) is supported by means of a biting edge (28).

10. Fuel injector according to one or more of the preceding claims, **characterized in that** the opening of the injection valve member (46) when the application of voltage to the actuator (14) is ended is caused by the release of pressure from the first hydraulic chamber (24), with the injection valve member (46) being driven by the control piston (36), and by delayed release of pressure from the third hydraulic chamber (66) in the control piston (36), while the injection valve member (46) moves in the opening direction relative to the control piston (36) automatically.

Revendications

1. Injecteur de carburant muni d'un corps d'injecteur (12), avec une amenée de carburant (30) qui est en liaison avec une source de carburant haute pression (80) en dehors du corps d'injecteur (12), avec un actionneur (14) qui est reçu dans une cavité (84), depuis laquelle une amenée haute pression (30) s'étend jusqu'à un organe de soupape d'injection (46) et en fonction de la pression dans un premier espace hydraulique (24), du carburant est injecté dans une chambre de combustion d'un moteur à combustion interne, quand l'organe de soupape d'injection (46) se soulève d'un siège (64), l'actionneur (14) sollicitant directement un piston (20) limitant le premier espace hydraulique (24), réalisé sous forme étagée, qui actionne un piston de commande (36) dans lequel l'organe de soupape d'injection (46) est guidé, le piston (20) réalisé sous forme étagée étant réalisé dans avec un premier diamètre (74) et un deuxième diamètre (76), et le premier diamètre (74) étant supérieur au deuxième diamètre (76), **caractérisé en ce que** la différence de diamètre entre le premier diamètre (74) et le deuxième diamètre (76) constitue une surface annulaire (32) qui limite le premier espace hydraulique (24), **en ce que** le piston de commande (36) est guidé dans un guide (70) du corps d'injecteur (12) et présente un deuxième espace hydraulique (34) ainsi qu'un troisième espace hydraulique (66), qui sont connectés hydrauliquement l'un à l'autre, et **en ce que** le deuxième diamètre (76) du piston (20) réalisé sous forme étagée sollicite le deuxième espace hydraulique (34).

2. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le premier espace hydraulique (24) est en outre entouré par une douille (26).

3. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**un dispositif d'entraînement mécanique (50) est disposé sur l'organe de soupape d'injection (46), lequel est guidé de manière déplaçable dans une cavité (52) du piston de commande (36) entre une première et une deuxième butée de fin de course.

4. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**un élément de ressort (54) est disposé entre un deuxième côté frontal (40) du piston de commande (36) et l'organe de soupape d'injection (46), lequel élément de ressort amène l'organe de soupape d'injection (46) dans une position de départ définie par rapport au piston de commande (36).

5. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** dans le cas d'une sollicitation en tension de l'actionneur (14), par sollicitation en pression simultanée du premier espace hydraulique (24) et du deuxième espace hydraulique (34) par le biais du piston (20) réalisé sous forme étagée, l'organe de soupape d'injection (46) guidé dans le piston de commande (36) est pressé dans son siège (64).

6. Injecteur de carburant selon les revendications 4 et 5, **caractérisé en ce qu'**à la fin de la sollicitation en tension de l'actionneur (14), le premier et le deuxième espace hydraulique (24, 34) sont simultanément détendus en pression et le troisième espace hydraulique (66) est détendu en pression de manière retardée, le piston de commande (36) venant en prise autour d'un dispositif d'entraînement mécanique (50) et déplaçant l'organe de soupape d'injection (46) hors de son siège (64).

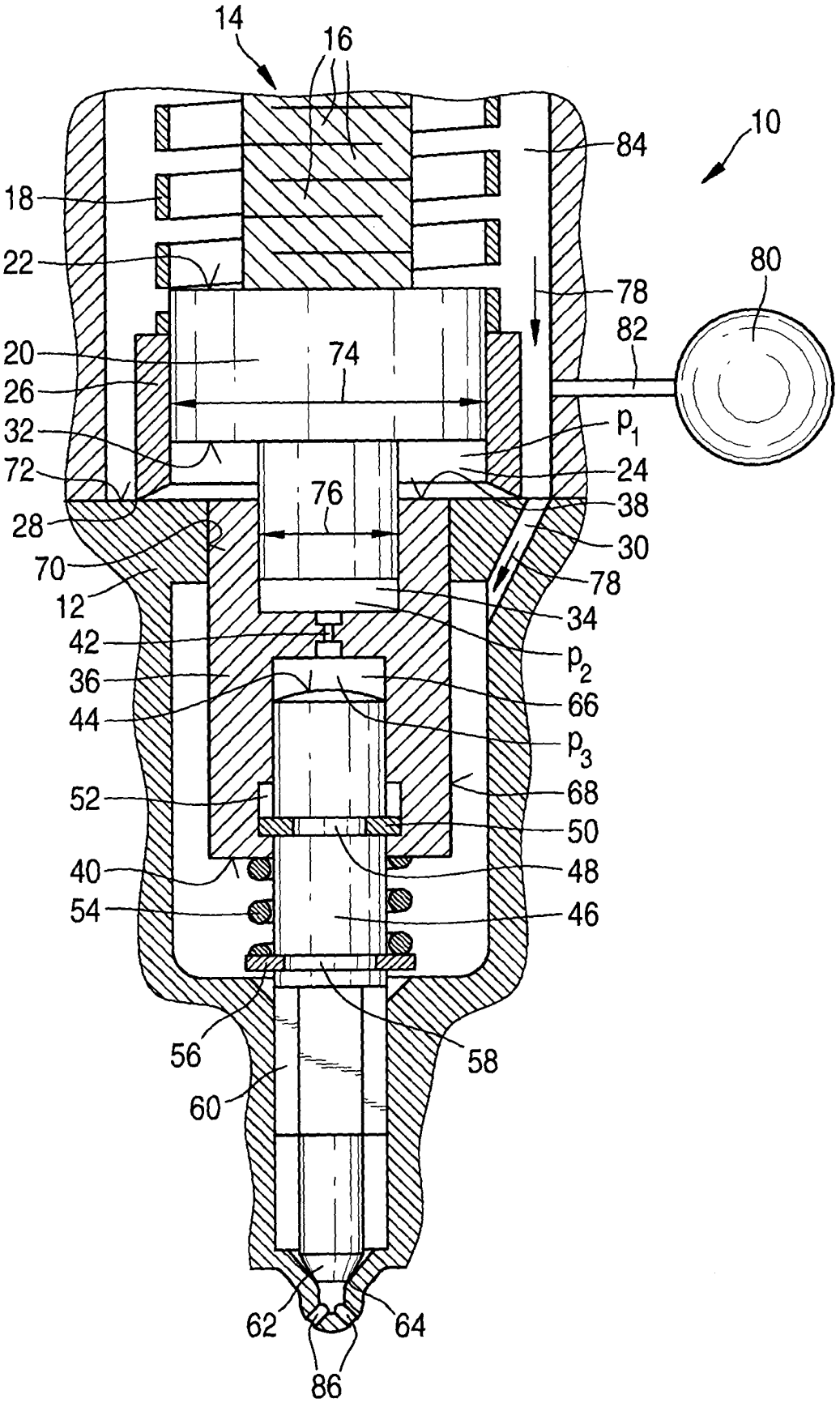
7. Injecteur de carburant selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** dans le cas d'une détente de pression retardée du troisième espace hydraulique (66), l'organe de soupape d'injection (46) est ouvert automatiquement davantage en fonction de l'étendue d'une cavité (52) dans le piston de commande (36) dans lequel est guidé le dispositif d'entraînement mécanique (50).

8. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le premier espace hydraulique (24) et le deuxième espace hydraulique (34) sont connectés l'un à l'autre par le biais d'un canal contenant un point d'étranglement (42).

9. Injecteur de carburant selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'on réalise sur le corps d'injecteur (12) une surface plane (72) sur laquelle s'appuie, par une arête d'attaque (28), la douille (26) entourant le piston (20) réalisé sous forme étagée.

10. Injecteur de carburant selon l'une quelconque ou plusieurs des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'ouverture de l'organe de soupape

d'injection (46) lors de la suppression de la sollicitation en tension de l'actionneur (14) s'effectue par la détente de pression du premier espace hydraulique (24), lors de l'entraînement de l'organe de soupape d'injection (46) par le piston de commande (36) et par la détente de pression retardée du troisième espace hydraulique (66) dans le piston de commande (36), tandis que l'organe de soupape d'injection (46) se déplace automatiquement par rapport au piston de commande (36) dans la direction d'ouverture.


14
16
10
84
18
22
80
78
82
20
74
26
32
p_1
72
24
76
38
28
30
70
78
12
34
42
p_2
36
66
44
p_3
52
68
50
40
48
54
46
56
58
60
62
64
86

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 2006008201 A1 **[0002]**
- EP 0324905 A **[0002]**
- DE 102004037125 **[0003]**