



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 507 972 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
28.12.2005 Patentblatt 2005/52

(51) Int Cl.7: **F02M 45/08**, F02M 47/02,
F02M 59/46

(21) Anmeldenummer: **03752691.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2003/000973

(22) Anmeldetag: **25.03.2003**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2003/098028 (27.11.2003 Gazette 2003/48)

(54) **KRAFTSTOFFEINSPRITZVENTIL FÜR BRENNKRAFTMASCHINEN**

FUEL INJECTION VALVE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES

SOUPAPE D'INJECTION DE CARBURANT DE MOTEURS A COMBUSTION INTERNE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR

(30) Priorität: **18.05.2002 DE 10222196**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.02.2005 Patentblatt 2005/08

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

(72) Erfinder:
• **POTZ, Detlev**
verstorben (DE)

- **KUEGLER, Thomas**
70825 Korntal-Muenchingen (DE)
- **KOENINGER, Andreas**
75245 Neulingen-Goebrichen (DE)
- **NUNIC, Predrag**
70469 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 878 623 EP-A- 1 069 308
WO-A-03/069151 DE-A- 4 115 477
DE-A- 10 038 054

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

EP 1 507 972 B1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht von Kraftstoffeinspritzventilen aus, die zwei ineinander geführte Ventalnadeln aufweisen und sonst der Gattung des Patentanspruchs 1 entsprechen. Solche Kraftstoffeinspritzventile sind beispielsweise aus der Offenlegungsschrift DE 41 15 477 AI bekannt. Die beiden Ventalnadeln steuern mit ihrem brennraumseitigen Ende die Öffnung von jeweils wenigstens einer Einspritzöffnung und lassen sich so ansteuern, dass entweder nur die äußere Ventalnadel einen Teil der Einspritzöffnungen aufsteuert, oder dass beide Ventalnadeln öffnen und sämtliche Einspritzöffnungen aufsteuern. Auf diese Weise lässt sich der Einspritzquerschnitt abhängig von der Last der Brennkraftmaschine optimal einstellen. Die Längsbewegung der Ventalnadeln in der Bohrung erfolgt durch das Verhältnis einer auf die Ventalnadeln wirkenden Öffnungskraft und jeweils einer entgegengerichteten Schließkraft. Die Öffnungskraft ergibt sich durch den hydraulischen Druck auf entsprechende Druckflächen an den Ventalnadeln, während die Schließkraft bei den bekannten Kraftstoffeinspritzventilen entweder durch Federn oder ebenfalls durch hydraulische Kräfte erzeugt wird. Das bekannte Kraftstoffeinspritzventil weist hierbei den Nachteil auf, dass sich nicht die Öffnung beider Nadeln in Zeitpunkt und Dauer beliebig steuern lässt. Die äußere Ventalnadel öffnet druckgesteuert gegen die Kraft einer Schließfeder, während die innere Ventalnadel - zusätzlich zur Schließkraft einer Schließfeder - eine Kraft durch den hydraulischen Druck in einem Stellerraum erfährt. Durch ein Magnetventil lässt sich so jedoch nur steuern, ob die innere Ventalnadel bei einem Einspritzzyklus öffnet oder nicht. Die äußere Ventalnadel kann durch das Magnetventil in ihrem Öffnungsverhalten nicht beeinflusst werden. Dies setzt der Steuerung des exakten Einspritzzeitpunkts und der genauen Einspritzmenge eine Grenze, was natürlich auch die weitere Optimierung der Verbrennung erschwert.

Vorteile der Erfindung

[0002] Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 weist demgegenüber den Vorteil auf, dass durch ein einziges Stellerventil Öffnungszeitpunkt und Öffnungsdauer sowohl der äußeren als auch der inneren Ventalnadel steuerbar ist. Hierzu weist das im Gehäuse des Kraftstoffeinspritzventils angeordnete Stellerventil einen Ventierraum auf, in dem ein Ventilihrteil angeordnet ist. Das Ventilihrteil ist zwischen zwei Endpositionen beweglich, wobei das Ventilihrteil in der ersten Endposition bewirkt, dass sowohl der Stellerraum, als auch der Steuerdruckraum mit Kraftstoff unter hohem Druck befüllt sind, so dass sowohl die äußere Ventalnadel als auch die innere Ventalnadel in ihrer Schließstel-

lung verharren. Führt das Ventilihrteil schnell in seine zweite Endposition, so wird nur der Stellerraum in den Leckölraum druckentlastet, während der Steuerdruckraum seinen Druck praktisch beibehält. Hierdurch öffnet nur die äußere Ventalnadel, während die innere Ventalnadel in ihrer Schließstellung verharrt. Sollen beide Ventalnadeln, also sowohl die innere als auch die äußere Ventalnadel aufgesteuert werden, so fährt das Ventilihrteil etwas langsamer von seiner ersten in die zweite Endposition, wodurch jetzt auch der Druck im Steuerdruckraum so weit absinkt, dass zusätzlich zur äußeren Ventalnadel auch die innere Ventalnadel öffnet. Über die Schaltzeit des Stellerventils lässt sich also einstellen, ob der gesamte Einspritzquerschnitt oder nur ein Teil des Einspritzquerschnitts aufgesteuert wird. Es ist eine Steuerung der Koaxial-Variodüse mittels nur eines einzigen Stellerventils möglich.

[0003] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Gegenstandes der Erfindung wird das Ventilihrteil durch einen Aktor bewegt, der vorzugsweise elektrisch betrieben ist. Besonders vorteilhaft ist die Ausbildung des Aktors als Piezo-Aktor, da dieser den Vorzug aufweist, mit nahezu beliebiger Geschwindigkeit schaltbar zu sein. Das durch den Aktor bewegte Ventilihrteil lässt sich so mit unterschiedlicher Geschwindigkeit von der ersten Endposition in die zweite Endposition fahren, wobei sich durch die Schaltgeschwindigkeit der Einspritzquerschnitt einstellen lässt.

[0004] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes der Erfindung sind der Beschreibung und der Zeichnung entnehmbar.

Zeichnung

[0005] In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils dargestellt. Es zeigt

- Figur 1 einen Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil,
- Figur 2 eine Vergrößerung des mit II bezeichneten Ausschnitts von Figur 1,
- Figur 3 eine Vergrößerung von Figur 1 im mit III bezeichneten Ausschnitt,
- Figur 4 den Zeitverlauf von Druck, Nadelhub und Ventilihrteihub beim Aufsteuern nur der äußeren Ventalnadel und
- Figur 5 den zeitlichen Verlauf von Ventilihrteihub, Druck und Nadelhub beim Aufsteuern beider Ventalnadeln.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0006] In Figur 1 ist ein Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil dargestellt. Das Kraftstoffeinspritzventil weist ein Gehäuse 1 auf, das einen Haltekörper 14, einen Steuerkörper 12, eine Zwischenscheibe 9, einen Zwischenkörper 7 und einen

Ventilkörper 3 umfasst, die in dieser Reihenfolge aneinander anliegen. Die einzelnen Bauteile des Gehäuses 1 werden durch eine Spannmutter 5 gegeneinander gepresst und in ihrer Lage zueinander fixiert. Im Ventilkörper 3 ist eine Bohrung 16 ausgebildet, in der eine äußere Ventilnadel 20 längsverschiebbar angeordnet ist. Die äußere Ventilnadel 20 wird in einem brennraumabgewandten Abschnitt in der Bohrung 16 geführt und verjüngt sich dem Brennraum zu unter Bildung einer Druckschulter 27. Die äußere Ventilnadel 20 erstreckt sich bis zu einer am brennraumseitigen Ende der Bohrung 16 ausgebildeten Sitzfläche 24, in welcher mehrere Einspritzöffnungen 30 ausgebildet sind, die die Sitzfläche 24 mit dem Brennraum der Brennkraftmaschine verbinden. Zwischen der äußeren Ventilnadel 20 und der Wand der Bohrung 16 ist ein Ringkanal 28 ausgebildet, der von der Sitzfläche 24 bis zur Höhe der Druckschulter 27 reicht. Auf Höhe der Druckschulter 27 erweitert sich der Ringkanal 28 zu einem Druckraum 26, in den ein im Ventilkörper 3, dem Zwischenkörper 7, der Zwischenscheibe 9, dem Steuerkörper 12 und dem Ventilhalterkörper 14 verlaufender Zulaufkanal 10 mündet. In den Druckraum 26 und damit auch in den Ringkanal 26 kann über den Zulaufkanal 10 Kraftstoff unter hohem Druck eingebracht werden. Die äußere Ventilnadel 20 weist eine Längsbohrung 21 auf, in der eine innere Ventilnadel 22 längsverschiebbar angeordnet ist. Zur Verdeutlichung der Steuerung der Einspritzöffnungen 30 durch die Ventilenadeln 20, 22 zeigt Figur 2 den mit II bezeichneten Ausschnitt von Figur 1 vergrößert. Die Sitzfläche 24 ist konisch ausgebildet und die Einspritzöffnungen 30 gruppieren sich in zwei Einspritzöffnungsreihen, nämlich in eine äußere Einspritzöffnungsreihe 130 und in eine innere Einspritzöffnungsreihe 230. Die äußere Ventilnadel 20 weist an ihrem brennraumseitigen Ende eine konische äußere Ventildichtfläche 32 auf, so dass eine Dichtkante 34 gebildet wird, mit der die äußere Ventilnadel 20 in ihrer Schließstellung an der Sitzfläche 24 zur Anlage kommt. Die äußere Einspritzöffnungsreihe 130, die aus wenigstens zwei Einspritzöffnungen 30 besteht, die bezüglich der Längsachse der Bohrung 16 in einer Radialebene liegen, sind stromabwärts dieser Dichtkante 34 angeordnet. Die innere Ventilnadel 22 weist an ihrem brennraumseitigen Ende eine innere Ventildichtfläche 36 und eine Konusfläche 38 auf, wobei an deren Übergang eine Dichtkante 37 ausgebildet ist, mit der die innere Ventilnadel 22 an der Sitzfläche 24 in ihrer Schließstellung anliegt. Die innere Einspritzöffnungsreihe 230, die ebenfalls aus wenigstens zwei Einspritzöffnungen besteht, die in einer gemeinsamen Radialebene zur Längsachse der Bohrung 16 angeordnet sind, münden stromabwärts der Dichtkante 37 der inneren Ventilnadel 22 in die Sitzfläche 24.

[0007] Das Zusammenspiel der beiden Ventilenadeln 20, 22 zur Steuerung der Einspritzöffnungen 30 ist wie folgt: Soll nur durch die äußere Einspritzöffnungsreihe 130 Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt werden, was insbesondere dann von

Vorteil ist, wenn die Brennkraftmaschine in einem Teillastbereich betrieben werden soll, so hebt zur Einspritzung nur die äußere Ventilnadel 20 von der Sitzfläche 24 ab. Dadurch kann Kraftstoff, der im Ringkanal 28 unter hohem Druck anliegt, zwischen der äußeren Ventildichtfläche 32 und der Sitzfläche 24 zur äußeren Einspritzöffnungsreihe 130 strömen und wird von dort in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt. Die innere Ventilnadel 22 bleibt hierbei in ihrer Schließstellung, d.h. in Anlage an der Sitzfläche 24, so dass die innere Einspritzöffnungsreihe 230 verschlossen bleibt. Soll durch sämtliche Einspritzöffnungen 30 eingespritzt werden, so hebt auch die innere Ventilnadel 22 von der Sitzfläche 24 ab, wodurch auch die innere Einspritzöffnungsreihe 230 freigegeben wird.

[0008] Zur Steuerung der beiden Ventilenadeln 20, 22 dienen die Vorrichtungen, die im Zwischenkörper 7, der Zwischenscheibe 9, dem Steuerkörper 12 und auch im Ventilhalterkörper 14 angeordnet sind. Dieser in Figur 1 mit III bezeichnete Ausschnitt ist in Figur 3 näher dargestellt. Im Zwischenkörper 7 ist koaxial zur Bohrung 16 eine Kolbenbohrung 45 ausgebildet, die im Durchmesser unter Bildung einer Anlagefläche 41 gestuft ausgebildet ist. In der Aufnahmebohrung 35 ist ein äußerer Druckkolben 40 angeordnet, der an der äußeren Ventilnadel 20 anliegt und sich synchron mit dieser in Längsrichtung bewegen kann. An der Außenseite des äußeren Druckkolbens 40 ist eine Ringfläche 39 angeordnet, zwischen der und der Anlagefläche 41 eine Schließfeder 44 unter Druckvorspannung angeordnet ist, die als Schraubendruckfeder ausgebildet ist und den äußeren Druckkolben 40 umgibt. Durch die Stirnfläche 51 des äußeren Druckkolbens 40, die Zwischenscheibe 9 und die Wand der Kolbenbohrung 45 wird ein Steuerraum 50 begrenzt, der über eine Zulaufdrossel 70 mit dem Zulaufkanal 10 verbunden ist, der hier als Hochdruckraum dient, in dem stets Kraftstoff unter hohem Druck anliegt. Neben der Kraft der Schließfeder 44 wirkt also auf den äußeren Druckkolben 40 und damit auf die äußere Ventilnadel 20 die hydraulische Kraft auf die Stirnfläche 51, die durch den Druck im Steuerraum 50 ergibt beaufschlagt wird.

[0009] Der äußere Druckkolben 40 weist eine Führungsbohrung 47 auf, in der ein innerer Druckkolben 42 längsverschiebbar angeordnet ist. Der innere Druckkolben 42 liegt an der inneren Ventilnadel 22 an und bewegt sich stets synchron mit dieser. Durch die Führungsbohrung 47 und die Stirnfläche 53 des inneren Druckkolbens 42 ist ein Steuerdruckraum 52 begrenzt, durch dessen Druck sich eine hydraulische Kraft auf den Druckkolben 42 und damit auch auf die innere Ventilnadel 22 in Richtung der Sitzfläche 24 ergibt.

[0010] Im Ventilhalterkörper 14 ist ein Aufnahmekörper 13 angeordnet, in welchem sich ein Aktor 46 und ein mit diesem verbundenes Druckstück 48 befindet. Durch den Aktor 46, der vorzugsweise als Piezo-Aktor ausgeführt ist, wird das Druckstück 48 in Längsrichtung entgegen oder in Richtung der Kraft einer Feder 49 be-

wegt, die zwischen dem Druckstück 48 und dem Aufnahmekörper 13 angeordnet ist. Das Druckstück 48 ist mit einem Ventilglied 60 verbunden, das in einem Ventilraum 68 angeordnet ist, welcher im Steuerrkörper 12 ausgebildet ist und zusammen mit einem ersten Ventilsitz 62 und einem diesem gegenüberliegenden zweiten Ventilsitz 64 ein Steuerventil 58 bildet. Das Ventilglied 60 ist im wesentlichen als Halbkugel ausgebildet, wobei die halbkugelförmige Ventildichtfläche 66 mit dem ersten Ventilsitz 62 zusammenwirkt, während die flache Seite des Ventilglieds 60 mit dem zweiten Ventilsitz 64 zusammenwirkt, der als Flachsitz ausgebildet ist. Der Ventilraum 68 weist eine Verbindung 59 zu einem im Ventilhaltekörper 14 ausgebildeten Leckölraum 78 auf, wobei die Verbindung 59 durch das Ventilglied 60 durch sein Zusammenwirken mit dem ersten Ventilsitz 62 geöffnet und geschlossen werden kann. Darüber hinaus weist der Ventilraum 68 eine Ablaufdrossel 72 auf, die den Ventilraum 68 mit dem Steuerdruckraum 50 verbindet. Die Ablaufdrossel 72 bleibt hierbei stets offen, unabhängig von der Stellung des Ventilglieds 60. Durch das Zusammenspiel des Ventilglieds 60 mit dem zweiten Ventilsitz 64 wird ein Verbindungskanal 74 gesteuert, der eine Verbindung zwischen dem Ventilraum 68 und dem Steuerdruckraum 52 bildet. Der Verbindungskanal 74 reicht hierbei bis in den Zwischenkörper 7 und mündet seitlich in die Kolbenbohrung 45. Die Verbindung zum Steuerdruckraum 52 wird über eine Querboreung 55 im äußeren Druckkolben 40 hergestellt. Diese Verbindung des Steuerdruckraums 52 zum Verbindungskanal 74 bleibt bei jeder Stellung des äußeren Druckkolbens 40 erhalten. Im Verbindungskanal 74 ist eine Drosselstelle 76 vorgesehen, die den möglichen Kraftstoffstrom durch den Verbindungskanal 74 begrenzen kann und die bei Bedarf auch entfallen kann.

[0011] Die Funktionsweise des Steuerventils 58 ist wie folgt. Zu Beginn des Einspritzzyklus ist das Ventilglied 60 in Anlage am ersten Ventilsitz 62, so dass die Verbindung 59 des Ventilraums 68 zum Leckölraum 78 verschlossen ist. Der Verbindungskanal 74 und die Ablaufdrossel 72 sind geöffnet, so dass der Steuerdruckraum 52 und der Steuerraum 50 hydraulisch mit dem Ventilraum 68 verbunden sind. Durch die Zulaufdrossel 70 herrscht im Steuerraum 50 der Einspritzdruck P_0 , der auch im Hochdruckkanal 10 herrscht. Derselbe Druck P_0 ist aufgrund der offenen Verbindungen natürlich auch im Steuerdruckraum 52 vorhanden. Soll nur durch die äußere Einspritzöffnungsreihe 130 Kraftstoff eingespritzt werden, so schaltet der Aktor 46 über das Druckstück 48 das Ventilglied 60 sehr rasch vom ersten Ventilsitz 62 in Anlage an den zweiten Ventilsitz 64. Dadurch wird die Verbindung des Ventilraums 68 zum Leckölraum 78 geöffnet und der Verbindungskanal 74 verschlossen. Da dieser Schaltvorgang sehr schnell geschieht, fällt der Druck im Steuerdruckraum 52 nur unwesentlich ab. Durch die jetzt vorhandene Verbindung des Ventilraums 68 zum Leckölraum 78, in welchem stets ein sehr niedriger Kraftstoffdruck herrscht, sinkt

der Druck im Druckraum 50, da die Zulaufdrossel 70 und die Ablaufdrossel 72 so aufeinander abgestimmt sind, dass über die Ablaufdrossel 72 mehr Kraftstoff aus dem Steuerraum 50 abfließt als über die Zulaufdrossel 70 aus dem Hochdruckkanal 10 nachfließen kann. Hierdurch erniedrigt sich die hydraulische Kraft auf die Stirnfläche 51 des äußeren Druckkolbens 40, so dass die auf die Druckschulter 27 wirkenden hydraulischen Kräfte im Druckraum 26 die äußere Ventilnadel 20 von der Sitzfläche 24 abhebt, so dass die äußere Einspritzöffnungsreihe 130 freigegeben wird. Die Bewegung der äußeren Ventilnadel 20 und des äußeren Ventilkolbens 40 wird so lange fortgesetzt, bis die Stirnseite 51 des äußeren Ventilkolbens 40 an der Zwischenscheibe 9 zur Anlage kommt. Durch die Bewegung des äußeren Ventilkolbens bezüglich des inneren Ventilkolbens 42, der ortsfest bleibt, vergrößert sich zwar das Volumen des Steuerdruckraums 52 geringfügig, jedoch fällt aufgrund des großen Volumens von Steuerdruckraum 52 und Verbindungskanal 74 auch hierdurch der Druck im Steuerdruckraum nicht wesentlich ab.

[0012] Der zeitliche Verlauf des Ventilgliedweges V , des Drucks p im Steuerdruckraum 52 und des Hubs h der äußeren Ventilnadel 20 und der inneren Ventilnadel 22 ist in Figur 4 dargestellt. Das obere Diagramm der Figur 4 zeigt die Bewegung des Ventilglieds 60, die zu einem Zeitpunkt t_0 einsetzt und die zum Zeitpunkt t_1 am zweiten Ventilsitz 64 zur Anlage kommt. Das mittlere Diagramm gibt den Druck p im Steuerdruckraum 52 wieder, und es zeigt sich ein Druckabfall vom Einspritzdruck p_0 bis zu einem Druckniveau, das oberhalb des Drucks p_1 liegt, wobei der Druck p_1 den Druck bezeichnet, bei dem die innere Ventilnadel 22, angetrieben durch die hydraulische Kraft auf die innere Ventildichtfläche 36, von der Sitzfläche 24 abhebt. Die äußere Ventilnadel 20, deren Hub h im unteren Diagramm der Figur 4 dargestellt ist, beginnt ihre Bewegung kurz nach dem Zeitpunkt t_0 und setzt die Bewegung fort, bis sie ihren Maximalhub erreicht hat. Zum Zeitpunkt t_2 schaltet das Steuerventil 58 erneut und das Ventilglied 60 erreicht zum Zeitpunkt t_3 wieder seine Ausgangsposition am ersten Ventilsitz 62. Der Steuerraum 50 befüllt sich über die Zulaufdrossel 70 mit dem Einspritzdruck des Hochdruckkanals 10 und über den Verbindungskanal 74 baut sich auch im Steuerdruckraum 52 wieder der Druck p_0 auf. Durch den ansteigenden Druck im Steuerraum 50 wird die äußere Ventilnadel 20 zurück in ihre Schließstellung gedrückt.

[0013] Soll durch sämtliche Einspritzöffnungen 30 eingespritzt werden, so schaltet das Steuerventil 58 langsamer als bei der eben geschilderten Einspritzung durch die äußere Einspritzöffnungsreihe 130. Durch die relativ langsame Bewegung des Ventilglieds 60 bleibt für eine gewisse Zeit, wenn sich das Ventilglied 60 zwischen dem ersten Ventilsitz 62 und dem zweiten Ventilsitz 64 befindet, sowohl der Verbindungskanal 74 als auch die Verbindung zum Leckölraum 78 geöffnet, so dass der Druck im Steuerdruckraum 52 unter den Öff-

nungsdruck der inneren Ventalnadel 22, den Druck p_1 , abfällt. Dadurch bewegt sich in der oben beschriebenen Art und Weise der äußere Druckkolben 40 und auch der innere Druckkolben 42, so dass sowohl die äußere Ventalnadel 20 als auch die innere Ventalnadel 22 von der Sitzfläche 24 abheben und sämtliche Einspritzöffnungen 30 freigeben. In Figur 5 ist in der selben Art und Weise wie in Figur 4 der zeitliche Verlauf der maßgebenden Größen dargestellt. Es zeigt das obere Diagramm der Figur 5 den langsameren Verlauf der Bewegung des Ventiltglieds 60, wobei die Bewegung zurück in die Ausgangsposition am ersten Ventilsitz 62 mit der gleichen Geschwindigkeit wie bei Einspritzung im Teillastbereich erfolgen kann. Der Druckverlauf des Drucks p im Steuerdruckraum 52 zeigt einen Abfall des Drucks unter den Druck p_1 , so dass die innere Ventalnadel 22 ihre Hubbewegung zum Zeitpunkt t_1 beginnt. Dies ist im unteren Diagramm der Figur 5 durch die gestrichelte Linie dargestellt. Das Schließen des Kraftstoffeinspritzventils erfolgt analog zum Teillastbereich durch den Wiederaufbau des Drucks im Steuerraum 50 und im Steuerdruckraum 52.

[0014] Als Aktor 46 eignet sich vorzugsweise ein Piezo-Aktor, der einen Hub abhängig von der angelegten Spannung ausführt. Durch eine einfache Spannungsregelung lässt sich so nahezu jeder zeitliche Verlauf bei der Bewegung des Ventiltglieds 60 realisieren. Neben einem Piezo-Aktor kommen auch andere Aktoren in Betracht, beispielsweise schnell schaltende Magnetaktoren, deren Schaltgeschwindigkeit abhängig von der Magnetfeldstärke gesteuert werden kann.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem Gehäuse (1), in dem in einer Bohrung (16) eine längsverschiebbare äußere Ventalnadel (20) und eine in dieser längsverschiebbare innere Ventalnadel (22) angeordnet sind, die mit ihrem brennraumseitigen Ende je wenigstens eine Einspritzöffnung (30) steuern, und mit einem Steuerraum (50), der über eine Zulaufdrossel (70) mit einem Hochdruckraum (10) verbunden ist und durch dessen Druck wenigstens mittelbar eine Schließkraft auf die äußere Ventalnadel (20) ausgeübt wird, und mit einem Steuerdruckraum (52), durch dessen Druck zumindest mittelbar eine Schließkraft auf die innere Ventalnadel (22) ausgeübt wird, und mit einem Leckölraum (78), in dem stets ein niedriger Kraftstoffdruck herrscht, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Gehäuse (1) ein Steuerventil (58) angeordnet ist, das einen Ventilraum (68) und ein darin angeordnetes Ventiltglied (60) aufweist, wobei der Ventilraum (68) eine Verbindung (59) zum Leckölraum (78), eine stets offene Verbindung (72) zum Steuerraum (50) und eine Verbindung (74) zum Steuerdruckraum (52) aufweist, wo-

bei das Ventiltglied (60) im Ventilraum (68) zwischen zwei Endpositionen beweglich ist und in der ersten Endposition die Verbindung (59) zum Leckölraum (78) verschließt und die Verbindung (74) zum Steuerdruckraum (52) öffnet und in der zweiten Endposition die Verbindung (74) zum Steuerdruckraum (52) schließt und die Verbindung (59) zum Leckölraum (78) öffnet.

2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** über die Zulaufdrossel (70) weniger Kraftstoff in den Steuerraum (50) einfließt, als bei entsprechender Stellung des Steuerventils (58) aus dem Steuerraum (50) über eine Ablaufdrossel (72) in den Leckölraum (78) abfließt.
3. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventiltglied (60) durch einen Aktor (46) bewegt wird.
4. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktor (46) das Ventiltglied (60) mit unterschiedlicher Geschwindigkeit von der ersten Endposition in die zweite Endposition bewegen kann.
5. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktor (46) ein Piezo-Aktor ist.
6. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sämtliche Verbindungen (59; 74; 72) zum Ventilraum (68) geöffnet sind, wenn sich das Ventiltglied (60) zwischen der ersten Endposition und der zweiten Endposition befindet.
7. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Ventiltglied (60) so schnell von der ersten Endposition in die zweite Endposition bewegen lässt, dass der Druck im Steuerdruckraum (52) dabei nur unwesentlich abnimmt.

Claims

1. Fuel injection valve for internal combustion engines having a housing (1), in which a longitudinally displaceable outer valve needle (20) and an inner valve needle (22) which can be longitudinally displaced in the latter are arranged in a bore (16), which needles each control at least one injection opening (30) with their combustion space end, and having a control space (50) which is connected via an inflow throttle (70) to a high-pressure space (10) and by means of whose pressure a closing force is exerted at least indirectly on the outer valve needle (20), and having a control-pressure space (52) by

means of whose pressure a closing force is exerted at least indirectly on the inner valve needle (22), and having a leakage oil space (78) in which there always prevails a low fuel pressure, **characterized in that** a control valve (58) which has a valve space (68) and a valve member (60) arranged therein is arranged in the housing (1), the valve space (68) having a connection (59) to the leakage oil space (78), a continuously open connection (72) to the control space (50) and a connection (74) to the control-pressure space (52), the valve member (60) being able to move in the valve space (68) between two end positions and, in the first end position, closing the connection (59) to the leakage oil space (78) and opening the connection (74) to the control-pressure space (52) and, in the second end position, closing the connection (74) to the control-pressure space (52) and opening the connection (59) to the leakage oil space (78).

2. Fuel injection valve according to Claim 1, **characterized in that** less fuel flows into the control space (50) via the inflow throttle (70) than flows out of the control space (50) into the leakage oil space (78) via an outflow throttle (72) for a corresponding position of the control valve (58).
3. Fuel injection valve according to Claim 1, **characterized in that** the valve member (60) is moved by an actuator (46).
4. Fuel injection valve according to Claim 3, **characterized in that** the actuator (46) can move the valve member (60) at different speeds from the first end position into the second end position.
5. Fuel injection valve according to Claim 3 or 4, **characterized in that** the actuator (46) is a piezo actuator.
6. Fuel injection valve according to Claim 1, **characterized in that** all the connections (59; 74; 72) to the valve space (68) are open when the valve member (60) is situated between the first end position and the second end position.
7. Fuel injection valve according to Claim 1, **characterized in that** the valve member (60) can be moved from the first end position into the second end position at such a speed that the pressure in the control-pressure space (52) decreases only insignificantly in the process.

Revendications

1. Injecteur de carburant pour moteurs à combustion interne, comprenant un boîtier (1) logeant dans un

alésage (16), une aiguille d'injection extérieure (20) mobile longitudinalement dans laquelle une aiguille intérieure (22) est mobile longitudinalement, qui chacune avec leur extrémité côté chambre de combustion commandent au moins un orifice d'injection (30), une chambre de commande (50) reliée par un étranglement d'arrivée (70) à une chambre haute pression (10), et dont la pression permet d'exercer au moins indirectement une force de fermeture sur l'aiguille extérieure (20), une chambre de pression de commande (52) dont la pression permet d'exercer au moins indirectement une force de fermeture sur l'aiguille intérieure (22), et une chambre d'huile de fuite (78) dans laquelle règne en permanence une pression de carburant plus faible,

caractérisé en ce que

le boîtier (1) comprend une soupape de commande (58) qui présente une chambre de soupape (68) et un organe de soupape (60) disposé à l'intérieur, la chambre de soupape (68) présentant une liaison (59) vers la chambre d'huile de fuite (78), une liaison ouverte en permanence (72) vers la chambre de commande (50) et une liaison (74) vers la chambre de pression de commande (52), l'organe de soupape (60) étant mobile dans la chambre de soupape (58) entre deux positions d'extrémité et fermant, dans la première position d'extrémité, la liaison (59) vers la chambre d'huile de fuite (78) tandis qu'il ouvre la liaison (74) vers la chambre de pression de commande (52), et fermant, dans la deuxième position d'extrémité, la liaison (74) vers la chambre de pression de commande (52) tandis qu'il ouvre la liaison (59) vers la chambre d'huile de fuite (78).

2. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** par l'étranglement d'arrivée (70), une quantité de carburant plus faible s'écoule dans la chambre de commande (50) que pour une position correspondante de la soupape de commande (58), hors de la chambre de commande (50) par un étranglement d'évacuation (72) dans la chambre d'huile de fuite (78).
3. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'organe de soupape (60) est déplacé par un actionneur (46).
4. Injecteur de carburant selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'actionneur (46) peut déplacer l'organe de soupape (60) avec une vitesse différente de la première position d'extrémité dans la deuxième position d'extrémité.
5. Injecteur de carburant selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé en ce que**

l'actionneur (46) est un actionneur piézoélectrique.

6. Injecteur de carburant selon la revendication 1,
caractérisé en ce que
toutes les liaisons (59 ; 74 ; 72) vers la chambre de 5
soupape (68) sont ouvertes lorsque l'organe de
soupape (60) se trouve entre la première position
d'extrémité et la deuxième position d'extrémité.
7. Injecteur de carburant selon la revendication 1, 10
caractérisé en ce que
l'organe de soupape (60) peut être déplacé de la
première position d'extrémité à la deuxième posi-
tion d'extrémité si rapidement que la pression ré- 15
gnant dans la chambre de pression de commande
(52) ne baisse que de façon minimale pendant cette
phase.

20

25

30

35

40

45

50

55

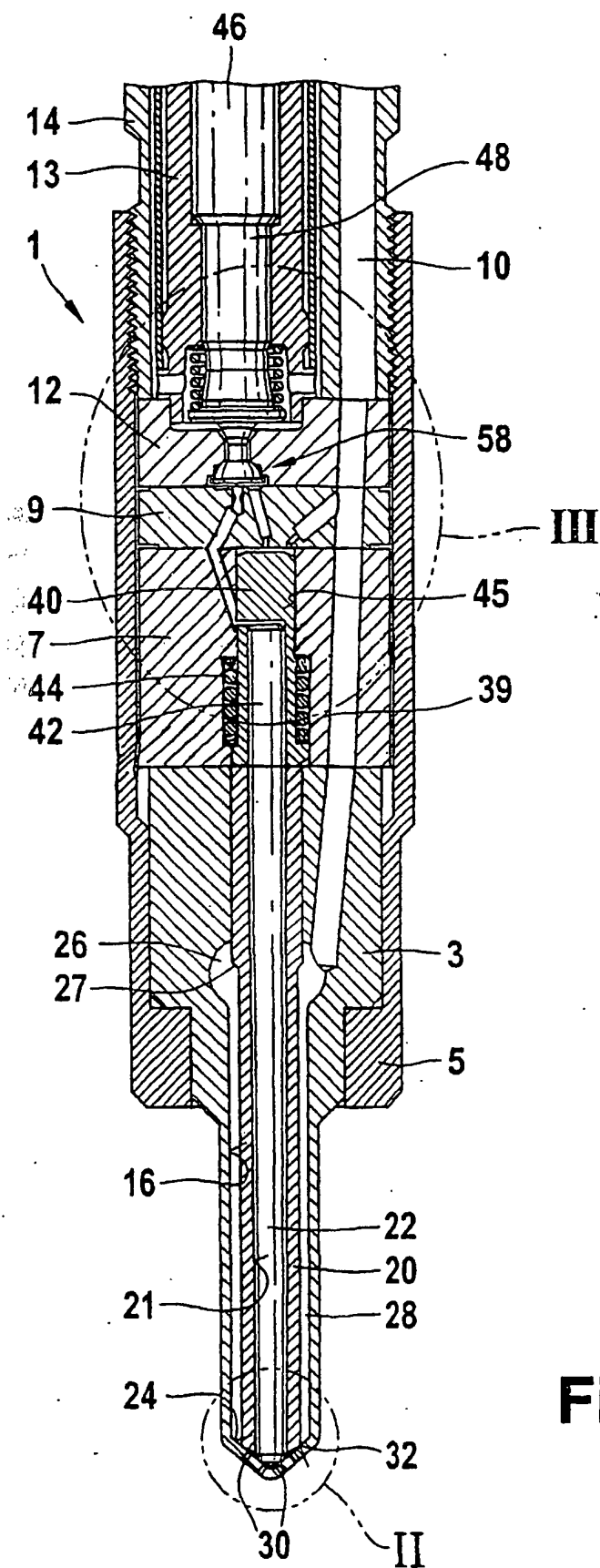


Fig. 1

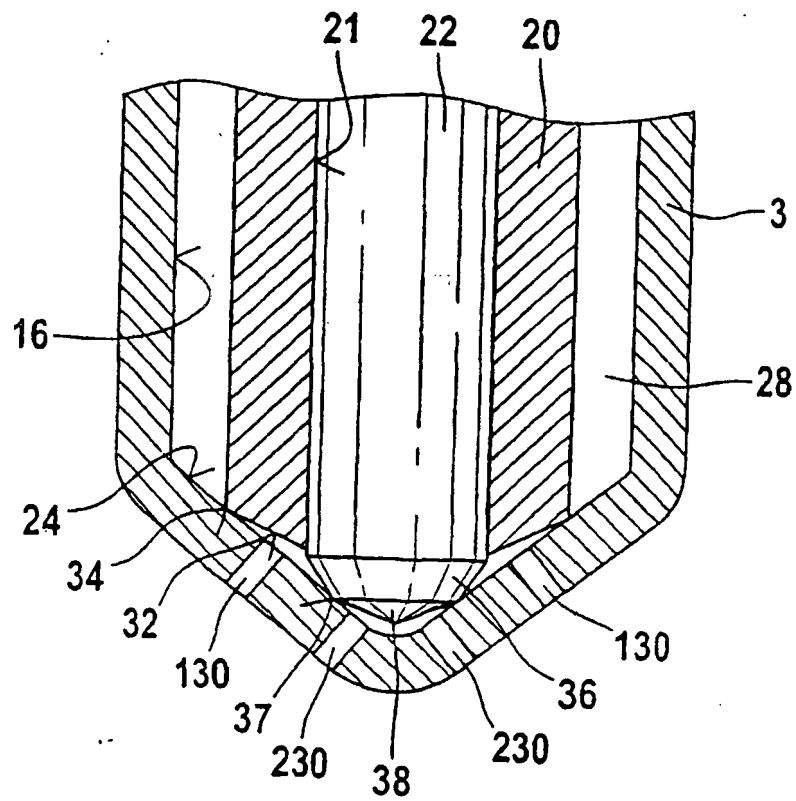


Fig. 2

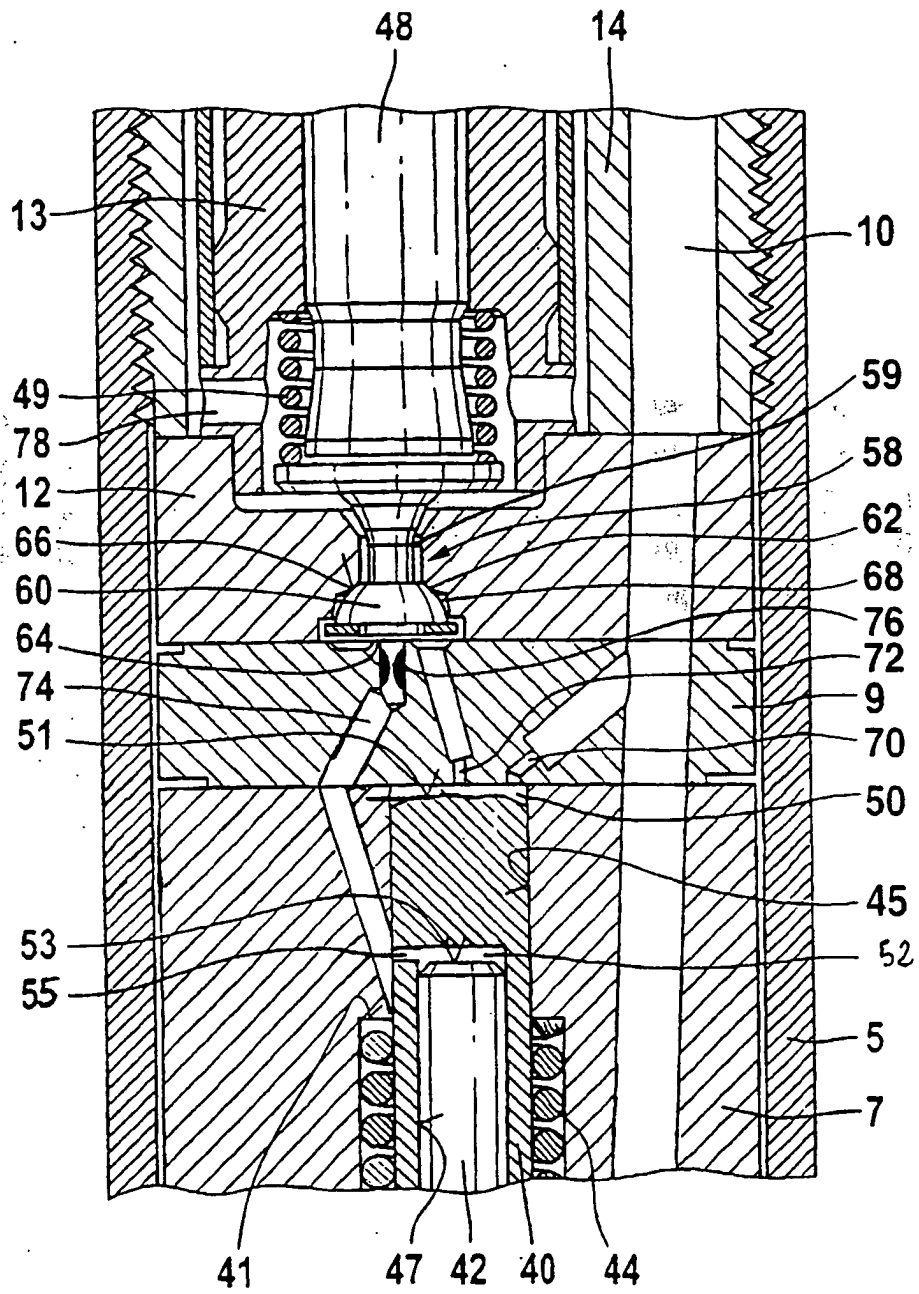


Fig. 3

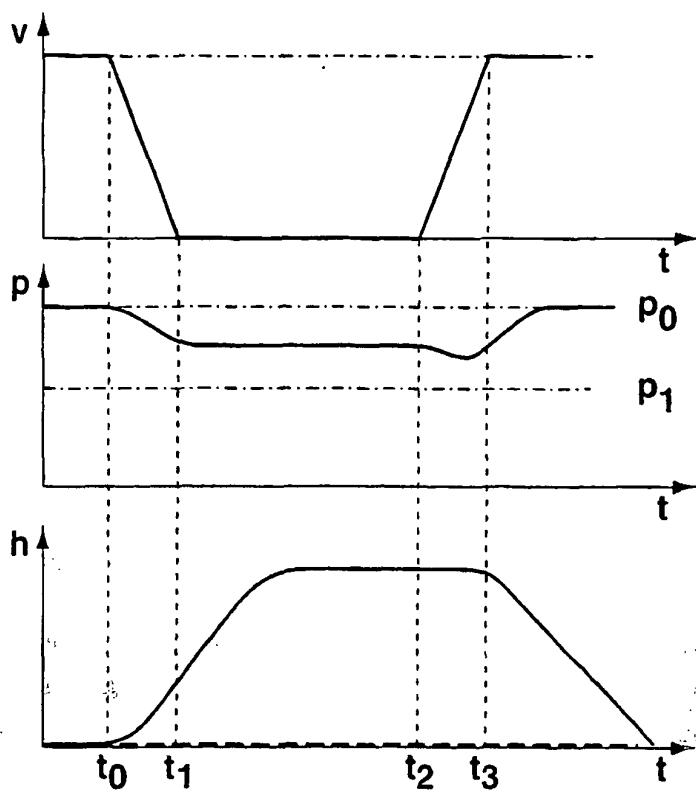


Fig. 4

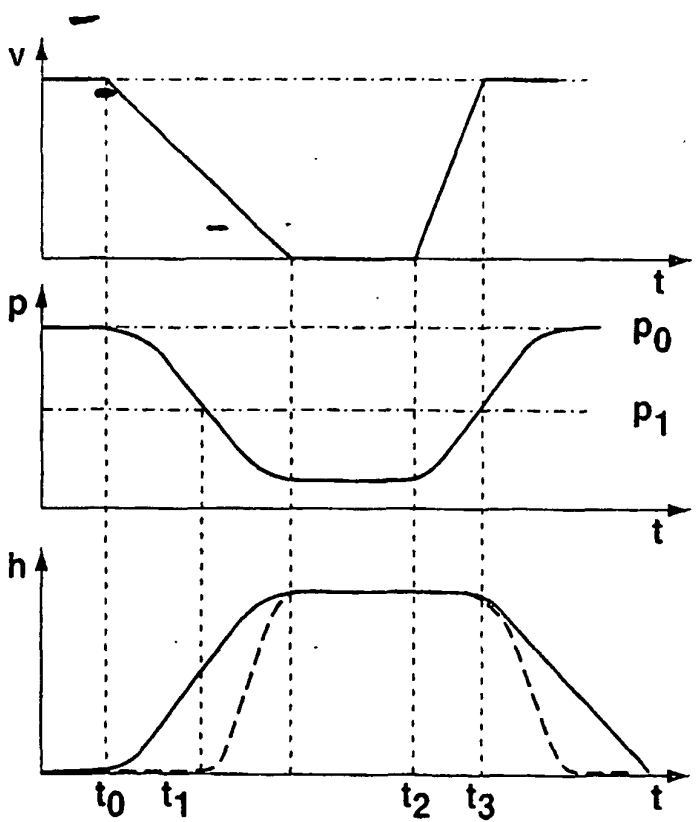


Fig. 5