

(19)



(11)

EP 1 387 939 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
16.01.2008 Patentblatt 2008/03

(51) Int Cl.:
F02M 47/02 (2006.01) F02M 45/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **02726069.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2002/001036

(22) Anmeldetag: **22.03.2002**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2002/090754 (14.11.2002 Gazette 2002/46)

(54) **KRAFTSTOFFEINSPRITZVENTIL FÜR BRENNKRAFTMASCHINEN**

FUEL INJECTION VALVE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES

SOUPAPE D'INJECTION DE CARBURANT POUR MOTEURS A COMBUSTION

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **08.05.2001 DE 10122241**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.02.2004 Patentblatt 2004/07

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

(72) Erfinder:
• **BOEHLAND, Peter**
71672 Marbach (DE)
• **KANNE, Sebastian**
70372 Stuttgart (DE)
• **NENTWIG, Godehard**
70597 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 878 623 EP-A- 0 978 649
EP-A- 1 069 308 DE-A- 10 038 054
DE-C- 19 756 986

EP 1 387 939 B1

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).

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Zur Senkung der Emissionen und zur Steigerung des Wirkungsgrads von Brennkraftmaschinen mit direkter Kraftstoffeinspritzung ist es ein Ziel, den Kraftstoff möglichst fein zerstäubt in den Brennraum der Brennkraftmaschine einzuspritzen. Hierzu wird zum einen der Einspritzdruck erhöht, mit dem der Kraftstoff durch das Kraftstoffeinspritzventil eingespritzt wird. Zum anderen wird die Anzahl der Spritzlöcher des Kraftstoffeinspritzventils erhöht, so daß der Durchmesser der einzelnen Spritzlöcher gesenkt werden kann. Das Ziel dieser Maßnahme ist es, die Strahlenenergie bei Einspritzstrahlen zu erhöhen bei gleichzeitiger Verringerung des Tropfendurchmessers. Sollen sehr kleine Mengen gefördert werden, so werden bei hohen Drücken am Kraftstoffeinspritzventil die Einspritzzeiten sehr kurz. Dies hat einen heftigen Verbrennungsverlauf mit entsprechend großer Geräuscentwicklung zur Folge.

[0002] Beispielsweise aus der europäischen Patentanmeldung EP 0 470 348 A1 ist ein Kraftstoffeinspritzventil mit variablem Einspritzquerschnitt bekannt, bei dem zwei Reihen von Einspritzöffnungen ausgebildet sind. Diese Einspritzöffnungen werden von einer inneren Ventilmadel und einer die Ventilmadel umgebenden Hülse gesteuert, wobei sowohl die Hülse als auch die Innennadel von Schließfedern beaufschlagt sind, die diese in Anlage an einen Ventilsitz drücken, wodurch die Einspritzöffnungen verschlossen werden. Wird Kraftstoff unter hohem Druck in entsprechende Druckräume eingebracht, so werden die Hülse und die Innennadel vom Kraftstoffdruck in diesen Druckräumen beaufschlagt. Je nach Druck des eingeführten Kraftstoffs hebt nur die Innennadel vom Ventilsitz ab und gibt die erste Reihe von Einspritzöffnungen frei oder es heben sukzessiv die Innennadel und die Hülse vom Ventilsitz ab, so daß beide Reihen von Einspritzöffnungen nacheinander aufgesteuert werden. Das Öffnen der Innennadel bzw. der Hülse erfolgt also druckgesteuert, so daß das sukzessive Aufsteuern von Innennadel und äußerer Hülse durch eine geschickte Auslegung der Druckflächen und der Kraft der Schließfedern erreicht wird.

[0003] EP 0 978 649 zeigt ein anderes kraftstoffeinspritzventil mit variablem Einspritzquerschnitt.

[0004] Darüber hinaus sind aus dem Stand der Technik hubgesteuerte Kraftstoffeinspritzsysteme bekannt, bei denen eine Ventilmadel eine Druckfläche aufweist, die ständig mit Kraftstoff unter hohem Druck in Öffnungsrichtung beaufschlagt wird. Die Gegenkraft wird nicht durch eine Schließfeder erzeugt, sondern hydraulisch durch einen Ventilkolben, der auf die Ventilmadel wirkt und der durch den Kraftstoffdruck in einem Steuerraum wiederum eine Schließkraft auf die Ventilmadel ausübt. Als Beispiel sei hier die Schrift DE 198 27 267 A1 genannt. Durch Veränderung des Kraftstoffdrucks im Steuerraum ändert sich die Schließkraft auf die Ventilmadel,

so daß diese durch die hydraulische Kraft auf die Druckfläche bewegt wird. Solche hubgesteuerten Kraftstoffeinspritzsysteme werden in vielen modernen Brennkraftmaschinen eingesetzt, insbesondere für selbstzündende Brennkraftmaschinen in Personenkraftwagen.

[0005] Eine Verbindung beider Systeme, also des variablen Einspritzquerschnitts und des hubgesteuerten Einspritzsystems, wäre für eine weitere Optimierung des Verbrennungsprozesses besonders vorteilhaft. Bisher war dies jedoch nicht ohne großen Aufwand möglich, den variablen Einspritzquerschnitt ohne weiteres auf die hubgesteuerten Systeme zu übertragen. Hierzu sind komplizierte Dichtkanten oder zusätzliche Steuerventile nötig, die aufwendig zu fertigen und kostenintensiv sind.

Vorteile der Erfindung

[0006] Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 weist demgegenüber den Vorteil auf, daß mit einem hubgesteuerten Einspritzsystem zwei Reihen von Einspritzöffnungen sukzessiv aufsteuerbar sind und so eine Einspritzverlaufsformung möglich ist, ohne daß zusätzliche Steuerkanten oder Steuerventile nötig sind. In der äußeren Ventilmadel ist eine innere Ventilmadel geführt, wobei sowohl die äußere Ventilmadel als auch die innere Ventilmadel wenigstens eine Einspritzöffnung steuert. Im Kraftstoffeinspritzventil ist ein kraftstoffgefüllter Steuerraum ausgebildet, durch dessen Druck die Ventilmadeln zumindest mittelbar in Richtung des Ventilsitzes beaufschlagt werden. Wird der Druck im Steuerraum verändert, so verändert sich auch die Schließkraft durch die Ventilmadeln, so daß eine Ansteuerung der Einspritzöffnungen möglich ist.

[0007] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird durch die Öffnungshubbewegung der äußeren Ventilmadel eine Drosselverbindung gebildet, so daß die innere Ventilmadel nicht mehr vom Druck im Steuerraum beaufschlagt wird. Hierdurch wird die Schließkraft auf die innere Ventilmadel in einfacher Weise reduziert, ohne daß eine Steuerkante oder ein weiteres Ventil notwendig wäre.

[0008] In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist die äußere Ventilmadel mit einer äußeren Kolbenstange verbunden, deren Stirnfläche vom Druck im Steuerraum beaufschlagt ist und dadurch die Schließkraft auf das Ventiltglied erzeugt. Hierdurch lassen sich die Funktion der Ventilmadel und der druckbeaufschlagten Kolbenstange in vorteilhafter Weise voneinander trennen und so jeweils optimal gestalten.

[0009] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird die Drosselverbindung zwischen der Stirnseite der Kolbenstange und einer ortsfesten Grundfläche gebildet, so daß in einfacher und damit gut zu fertigenden Weise die Drosselverbindung ausgebildet werden kann.

[0010] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist auch die innere Ventilmadel mit einer inneren Kolbenstange verbunden, deren Stirnseite ebenfalls vom Druck

im Druckraum beaufschlagt ist und so die Schließkraft auf die innere Ventilmadel erzeugt. Dadurch läßt sich auch hier die Funktion von Ventilmadel und Kolbenstange trennen.

[0011] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist die innere Kolbenstange in der äußeren Kolbenstange geführt, so daß beide Kolbenstangen coaxial zueinander angeordnet sind. Hierdurch läßt sich die Verbindung der äußeren Kolbenstange zur äußeren Ventilmadel und der inneren Ventilmadel zur inneren Kolbenstange in vorteilhafter Weise einfach realisieren.

[0012] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung kommt die innere Kolbenstange bei der Öffnungshubbewegung der inneren Ventilmadel an einer an der Innenseite der äußeren Kolbenstange ausgebildeten Anschlagfläche zur Anlage. Hierdurch wird der Hubanschlag der inneren Ventilmadel in einfacher Art und Weise realisiert, ohne daß ein Hubanschlag am Gehäuse des Kraftstoffeinspritzventils ausgebildet sein muß.

[0013] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist die äußere Kolbenstange an ihrem brennraumabgewandten Ende einen nach innen kragenden Bereich auf. Hierdurch wird durch die äußere Ventilmadel, den nach innen kragenden Bereich und die innere Ventilmadel ein innerer Steuerraum begrenzt, der mit dem Steuerraum verbunden, wobei die Verbindung in Form einer Verbindungsbohrung ausgebildet ist. Hierdurch läßt sich der Druckausgleich zwischen dem Steuerraum und dem inneren Steuerraum und damit die Schließkraft auf die innere Ventilmadel bei der Öffnungshubbewegung durch Gestaltung der Verbindungsbohrung abstimmen, so daß ein definiertes sukzessives Öffnen von äußerer Ventilmadel und innerer Ventilmadel stattfindet und damit die gewünschte Einspritzverlaufsformung.

[0014] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist die innere Ventilmadel eine Druckfläche auf, die erst nachdem die äußere Ventilmadel vom Ventilsitz abgehoben hat vom Druck im Druckraum beaufschlagt wird. Hierdurch ergibt sich nur dann eine Öffnungskraft auf die innere Ventilmadel, wenn eine Einspritzung erfolgen soll. Dadurch wirkt zwischen den Einspritzungen keine Öffnungskraft auf die innere Ventilmadel und diese verschließt die ihr zugeordneten Einspritzöffnungen stets sicher.

[0015] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird der Druck im Steuerraum durch eine durch ein Ventil steuerbare Verbindung mit einem Leckölraum eingestellt. So ist nur dieses eine 2/2-Ventil für die Drucksteuerung notwendig, da die Zulaufdrossel unverändert bleibt.

[0016] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung verschließt die äußere Kolbenstange bei der Öffnungshubbewegung der äußeren Ventilmadel die Zulaufdrossel zumindest teilweise. Hierdurch kommt es zu einer weiteren Absenkung des Drucks im Steuerraum, so daß die Schließkraft auf die innere Ventilmadel weiter abnimmt. Durch eine entsprechende Auslegung der öffnenden Kräfte auf die Ventilmadeln läßt sich erreichen,

daß die innere Ventilmadel erst nachdem die äußere Ventilmadel die Zulaufdrossel verschlossen hat, eine Öffnungshubbewegung ausführt und so die Einspritzöffnungen sukzessiv aufgesteuert werden. Auf diese Weise ist die Einspritzrate zu Beginn der Einspritzung kleiner als während der Haupteinspritzung, bei der sämtliche Einspritzöffnungen freigegeben sind, so daß eine Einspritzverlaufsformung erreicht wird.

[0017] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes der Erfindung sind der Beschreibung der Zeichnung und den Ansprüchen entnehmbar.

Zeichnung

[0018] In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils dargestellt. Es zeigt

- Figur 1 einen Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil,
- Figur 2 eine Vergrößerung von Figur 1 im mit II bezeichneten Bereich,
- Figur 3 eine Vergrößerung von Figur 1 im mit III bezeichneten Bereich,
- Figur 4 den gleichen Ausschnitt wie Figur 3, wobei die äußere Kolbenstange in einer anderen Schaltung ist.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0019] In Figur 1 ist ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils im Längsschnitt dargestellt. Das Kraftstoffeinspritzventil umfaßt ein Gehäuse 1, das mehrteilig aufgebaut sein kann. Das Gehäuse 1 weist an seinem brennraumseitigen Endbereich eine Bohrung 3 auf, in der eine kolbenförmige äußere Ventilmadel 10 angeordnet ist. Die äußere Ventilmadel 10 wird in einem brennraumabgewandten Abschnitt in der Bohrung 3 dichtend geführt und verjüngt sich unter Bildung einer Druckschulter 9 dem Brennraum zu. Am brennraumseitigen Ende geht die äußere Ventilmadel 10 in eine konische Druckfläche 101 und schließlich in eine ebenfalls konische Ventildichtfläche 11 über, wobei die Dichtfläche 11 in Schließstellung der äußeren Ventilmadel 10 an einem am brennraumseitigen Ende der Bohrung 3 ausgebildeten Ventilsitz 13 zur Anlage kommt. In Figur 2 ist eine vergrößerte Darstellung des mit II bezeichneten Ausschnitts von Figur 1 im Bereich des Ventilsitzes 13 dargestellt. Durch eine radiale Erweiterung der Bohrung 3 ist auf Höhe der Druckschulter 9 ein Druckraum 5 im Gehäuse 1 ausgebildet, der sich als ein die äußere Ventilmadel 10 umgebender Ringkanal bis zum Ventilsitz 13 fortsetzt. Im Ventilsitz 13 sind mehrere Einspritzöffnungen 7 ausgebildet, die in einer ersten Einspritzöffnungsreihe 107 und in einer axial dazu versetzt angeordneten zweiten Einspritzöffnungsreihe 207 angeordnet sind. Bei Anlage der äußeren Ventilmadel 10 am Ventilsitz 13 verschließt diese alle Einspritz-

öffnungen 7 gegen den Druckraum 5, so daß aus diesem kein Kraftstoff zu den Einspritzöffnungen 7 gelangen kann.

[0020] In der äußeren Ventilnadel 10 ist eine innere Ventilnadel 12 angeordnet, die kolbenförmig ausgebildet ist und die an ihrem brennraumseitigen Ende eine konische Druckfläche 112 und eine Ventildichtfläche 14 aufweist. Kommt die innere Ventilnadel 12 am Ventilsitz 13 zur Anlage, so berührt die Ventildichtfläche 14 den Ventilsitz 13 zwischen der ersten Einspritzöffnungsreihe 107 und der zweiten Einspritzöffnungsreihe 207. Durch das Zusammenspiel der äußeren Ventilnadel 10 und der inneren Ventilnadel 12 lassen sich die Einspritzöffnungsreihen 107, 207 mit dem Druckraum 5 verbinden. Liegt die äußere Ventilnadel 10 mit der Ventildichtfläche 11 am Ventilsitz 13 an, so werden beide Einspritzöffnungsreihen 107, 207 gegen den Druckraum 5 verschlossen. Hebt nur die äußere Ventilnadel 10 vom Ventilsitz 13 ab, während die innere Ventilnadel 12 mit der Ventildichtfläche 14 am Ventilsitz 13 anliegt, so wird nur die erste Einspritzöffnungsreihe 107 mit dem Druckraum 5 verbunden, während die zweite Einspritzöffnungsreihe 207 durch die innere Ventilnadel 12 verschlossen bleibt. Erst wenn auch die innere Ventilnadel 12 vom Ventilsitz 13 abhebt, wird die zweite Einspritzöffnungsreihe 207 mit dem Druckraum 5 verbunden.

[0021] Über einen im Gehäuse 1 verlaufenden Zulaufkanal 15 ist der Druckraum 5 mit einem Hochdruckanschluß 17 verbunden, der mit einer in der Zeichnung nicht dargestellten Kraftstoffhochdruckquelle verbunden ist. Die Kraftstoffhochdruckquelle liefert hierbei bei Betrieb der Brennkraftmaschine einen vorgegebenen Kraftstoffhochdruck, so daß im Zulaufkanal 15 und somit auch im Druckraum 5 stets dieser Kraftstoffdruck herrscht und einen Kraftstoffhochdruckbereich bildet.

[0022] Brennraumabgewandt zur Bohrung 3 ist im Gehäuse 1 eine als Sackbohrung ausgeführte Kolbenbohrung 18 ausgebildet, die eine Grundfläche 19 aufweist. In der Kolbenbohrung 18 ist eine äußere Kolbenstange 20 längsverschiebbar angeordnet, die mit ihrer dem Brennraum zugewandten Stirnseite an der äußeren Ventilnadel 10 anliegt und die mit ihrer brennraumabgewandten Stirnseite 21 einen am Ende der Kolbenbohrung 18 ausgebildeten Steuerraum 24 begrenzt. Durch eine radiale Erweiterung der Kolbenbohrung 18 ist am brennraumseitigen Endbereich der Kolbenstange 20 ein Federraum 8 im Gehäuse 1 ausgebildet, in dem eine Feder 42 unter Druckvorspannung angeordnet ist. Die Feder 42 stützt sich am brennraumabgewandten Ende ortsfest ab und liegt an ihrem brennraumzugewandten Ende an einem Federteller 44 an, der mit der äußeren Kolbenstange 20 verbunden ist, so daß die Feder 42 eine Kraft in Richtung auf den Ventilsitz 13 auf die äußere Kolbenstange 20 und damit auch auf die äußere Ventilnadel 10 ausübt.

[0023] In der äußeren Kolbenstange 20 ist eine innere Kolbenstange 22 angeordnet, die in der äußeren Kolbenstange 20 längsverschiebbar ist. An ihrem brennraum-

zugewandten Ende liegt die innere Kolbenstange 22 an der inneren Ventilnadel 12 an, so daß sich die innere Kolbenstange 22 und die innere Ventilnadel 12 synchron bewegen. Figur 3 zeigt eine Vergrößerung von Figur 1 im Bereich des Steuerraums 24. Der Steuerraum 24 wird von der Grundfläche 19, der Wand der Kolbenbohrung 18 und der Stirnseite 21 der äußeren Kolbenstange 20 begrenzt. Die äußere Kolbenstange 20 weist an ihrem brennraumabgewandten Ende einen nach innen kragenden Bereich 27 auf, so daß durch die äußere Kolbenstange 20 und die brennraumabgewandte Stirnseite 31 der inneren Kolbenstange 22 ein innerer Steuerraum 29 begrenzt wird, der über eine Verbindungsbohrung 28 in der äußeren Kolbenstange 20 mit dem Steuerraum 24 verbunden ist. Im Inneren der äußeren Kolbenstange 20 ist eine Anschlagfläche 23 ausgebildet, die die Längsbewegung der inneren Kolbenstange 22 begrenzt. In Schließstellung des Kraftstoffeinspritzventils, also wenn sowohl die innere Ventilnadel 12 als auch die äußere Ventilnadel 10 am Ventilsitz 13 anliegen, verbleibt ein axialer Abstand zwischen der Anschlagfläche 23 und der brennraumabgewandten Stirnseite 31 der inneren Kolbenstange 22.

[0024] Der Steuerraum 24 ist über eine Zulaufdrossel 25 mit dem Zulaufkanal 15 verbunden. Darüber hinaus ist der Steuerraum 24 über eine Ablaufdrossel 25 mit einem im Gehäuse 1 ausgebildeten Leckölraum 30 verbunden. Im Leckölraum 30 ist ein längsbeweglicher Magnetanker 34 angeordnet, der an seinem dem Steuerraum 24 zugewandten Ende eine Dichtkugel 32 aufweist. Der Magnetanker 34 wird durch eine Schließfeder 38 beaufschlagt, die den Magnetanker 34 in Richtung des Steuerraums 24 drückt. Weiter ist im Leckölraum 30 ein Elektromagnet 36 angeordnet, der bei geeigneter Bestromung eine anziehende Kraft auf den Magnetanker 34 ausübt und ihn vom Steuerraum 24 entgegen der Kraft der Schließfeder 38 wegbewegt. Ist der Elektromagnet 36 nicht bestromt, so wird der Magnetanker 34 von der Schließfeder 38 in Richtung des Steuerraums 24 gedrückt, und die Dichtkugel 32 verschließt die Ablaufdrossel 26. Bei Bestromung des Elektromagneten 36 wird der Magnetanker 34 vom Steuerraum 24 wegbewegt und die Dichtkugel 32 gibt die Ablaufdrossel 26 frei. In dieser Stellung kann Kraftstoff aus dem Steuerraum 24 in den Leckölraum 30 über die Ablaufdrossel 26 abfließen. Der Magnetanker 34, die Dichtkugel 32 und der Elektromagnet 36 bilden so ein Ventil 33.

[0025] Die Funktionsweise des Kraftstoffeinspritzventils ist wie folgt: Im geschlossenen Zustand des Kraftstoffeinspritzventils, also wenn kein Kraftstoff durch die Einspritzöffnungen 7 in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird, verschließt die Dichtkugel 32 die Ablaufdrossel 26. Durch die Zulaufdrossel 25 herrscht im Steuerraum 24 der gleiche Kraftstoffdruck wie im Zulaufkanal 15. Hierdurch ergibt sich eine hydraulische Kraft auf die Stirnseite 21 der äußeren Kolbenstange 20 und auf die Stirnseite 31 der inneren Kolbenstange 22, die diese auf die äußere Ventilnadel 10 bzw.

der innere Ventilmadel 12 übertragen, so daß die Ventilmadeln 10, 12 in Anlage am Ventilsitz 13 gedrückt werden und die Einspritzöffnungen 7 verschließen. Das Größenverhältnis der Stirnseite 21 zu der Druckschulter 9 bzw. der Druckfläche 101 der äußeren Ventilmadel 10 ist so ausgelegt, daß in diesem Zustand des Kraftstoffeinspritzventils die hydraulische Kraft auf die Stirnseite 21 der äußeren Kolbenstange 20 überwiegt. Soll eine Einspritzung von Kraftstoff in den Brennraum geschehen, so wird der Elektromagnet 36 bestromt, wodurch sich der Magnetanker 34 und damit auch die Dichtkugel 32 von der Ablaufdrossel 26 wegbewegen und über die Ablaufdrossel 26 den Steuerraum 24 mit dem Leckölraum 30 verbinden. Die Durchflußwiderstände von Zulaufdrossel 25 und Ablaufdrossel 26 sind so ausgelegt, daß der Kraftstoffdruck hierdurch im Steuerraum 24 abfällt, und zwar so weit, daß die äußere Ventilmadel 10 durch die Druckfläche 101 und die Druckschulter 9 eine größere hydraulische Kraft erfährt als die jetzt noch auf die Stirnseite 21 der äußeren Kolbenstange 20 wirkende hydraulische Kraft im Steuerraum 24.

[0026] Sobald die äußere Ventilmadel 10 vom Ventilsitz 13 abhebt gibt sie die erste Einspritzöffnungsreihe 107 frei, durch die jetzt Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird. Dadurch wird nun auch die Druckfläche 112 der inneren Ventilmadel 12 vom Kraftstoffdruck des Druckraums 5 beaufschlagt, so daß die innere Ventilmadel 12 eine Öffnungskraft erfährt. Der verbleibende Kraftstoffdruck im Steuerraum 24 ist jedoch so hoch, daß die hydraulische Kraft auf die Stirnseite 31 der inneren Kolbenstange 22 weiterhin ausreicht, die innere Ventilmadel 12 entgegen der Öffnungskraft in Schließstellung zu halten. Im Zuge der Öffnungshubbewegung kommt die äußere Kolbenstange 20 schließlich an der Grundfläche 19 zur Anlage, wodurch der Steuerraum 24 durch eine zusätzliche Drosselstelle 45, die sich zwischen der Stirnseite 21 der äußeren Kolbenstange 20 und der Grundfläche 19 bildet, weitgehend gegen die Ablaufdrossel 26 verschlossen wird. Diese Stellung der äußeren Kolbenstange 20 ist in der Figur 4 dargestellt. Hierdurch wird der weitere Zufluß von Kraftstoff aus dem Steuerraum 24 zur Ablaufdrossel 26 vermindert, und der Druck im inneren Steuerraum 29 fällt weiter ab. Aufgrund des jetzt niedrigeren hydraulischen Drucks im inneren Steuerraum 29 bewegt sich, getrieben durch die hydraulische Kraft auf die Druckfläche 112, auch die innere Ventilmadel 12 und damit auch die innere Kolbenstange 22 vom Ventilsitz 13 weg, so daß die zweite Einspritzöffnungsreihe 207 aufgesteuert wird. Die innere Kolbenstange 22 bewegt sich dabei in axialer Richtung, bis sie an der Anschlagfläche 23 der äußeren Kolbenstange 20 zur Anlage kommt. Durch das sukzessive Aufsteuern der beiden Einspritzöffnungsreihen 107 und 207 erreicht man so eine Einspritzverlaufsformung, bei der zu Beginn der Einspritzung zwar mit vollem Druck, jedoch nur durch ein Teil der Einspritzöffnungen 7 Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird, während bei der Haupteinspritzung durch sämtliche Einspritz-

öffnungen 7 beider Einspritzöffnungsreihen 107 und 207 eingespritzt wird und damit auch mit einer höheren Einspritzrate. Um den Einspritzvorgang zu beenden, wird die Bestromung des Elektromagneten 36 beendet und angetrieben durch die Schließfeder 38 verschließt die Dichtkugel 32 am Magnetanker 34 die Ablaufdrossel 26, so daß sich durch den durch die Zulaufdrossel 25 nachströmenden Kraftstoff erneut der Kraftstoffdruck des Zulaufkanals 15 im Steuerraum 24 aufbaut und sowohl die äußere Kolbenstange 20 als auch die innere Kolbenstange 22 in Richtung des Ventilsitzes 13 drückt, so daß die innere Ventilmadel 12 und die äußere Ventilmadel 10 zurück in die Schließstellung bewegt werden.

[0027] Es kann auch vorgesehen sein, nur durch die erste Einspritzöffnungsreihe 107 Kraftstoff einzuspritzen. Hierzu wird das Ventil 33, das durch den Elektromagneten 34, den Magnetanker 34 und die Dichtkugel 32 gebildet wird, wieder geschlossen, ehe der Kraftstoffdruck im Steuerraum 24 so weit abgesunken ist, daß sich die innere Ventilmadel 12 öffnet. Die Ablaufdrossel 26 ist dann bereits wieder geschlossen ehe die die äußere Kolbenstange 20 mit der Stirnfläche 21 an der Grundfläche 19 der Kolbenbohrung 18 zur Anlage kommt. Hierdurch ergibt sich zwischen der Stirnfläche 21 und der Grundfläche 19 ein hydraulisches Polster, das die Öffnungsbewegung der äußeren Kolbenstange 20 dämpft und einen Druckabfall im Steuerraum 24 verhindert, so daß die innere Kolbenstange 22 stets eine ausreichende Schließkraft auf die innere Ventilmadel 12 ausübt.

[0028] Es kann auch vorgesehen sein, daß die äußere Kolbenstange 20 bei der Öffnungshubbewegung der äußeren Ventilmadel 10 die Zulaufdrossel 25 teilweise überdeckt, so daß der Querschnitt der Zulaufdrossel 25 reduziert wird, diese aber nicht völlig verschlossen wird. Dies kann beispielsweise durch einen verbleibenden Ringspalt zwischen der äußeren Kolbenstange 20 und der Wand der Kolbenbohrung 18 realisiert werden. Die Verbindung des Steuerraum 24 mit der Ablaufdrossel 26 wird beispielsweise durch in radialer Richtung verlaufende Nuten an der Stirnseite 21 der äußeren Kolbenstange 20 sichergestellt. Hierdurch ist der Kraftstoffzufluß durch die Zulaufdrossel 25 in den Steuerraum 24 deutlich verringert, so daß der Kraftstoffdruck im Steuerraum 24 und, über die Verbindungsbohrung 28, auch im inneren Steuerraum 29 weiter abfällt und die innere Kolbenstange 22 und damit die innere Ventilmadel 12 in der oben beschriebenen Weise öffnet.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem Gehäuse (1), in dem in einer Bohrung (3) eine kolbenförmige äußere Ventilmadel (10) längsverschiebbar angeordnet ist, die mit einem am brennraumseitigen Ende der Bohrung (3) ausgebildeten Ventilsitz (13) zur Steuerung wenigstens einer Einspritzöffnung (7) zusammenwirkt, und mit einem im

- Gehäuse (1) ausgebildeten Steuerraum (24), wobei der Druck im Steuerraum (24) durch ein Ventil (33) regelbar ist und wobei durch den Druck im Steuerraum (24) wenigstens mittelbar eine Schließkraft in Richtung des Ventilsitzes (13) auf die äußere Ventilnadel (10) ausgeübt wird, und mit wenigstens einer an der äußeren Ventilnadel (10) ausgebildeten Druckfläche (9; 101), die durch den Druck in einem zwischen der äußeren Ventilnadel (10) und der Wand der Bohrung (3) ausgebildeten und bis zum Ventilsitz (13) reichenden Druckraum (5) beaufschlagt ist, so daß sich eine der Schließkraft entgegengerichtete Öffnungskraft auf die äußere Ventilnadel (10) ergibt, **dadurch gekennzeichnet, daß** in der äußeren Ventilnadel (10) eine innere Ventilnadel (12) geführt ist, die wenigstens eine zusätzliche Einspritzöffnung (7) am Ventilsitz (13) steuert und die vom Druck im Steuerraum (24) zur Ansteuerung der Einspritzöffnung zumindest mittelbar in Richtung des Ventilsitzes (13) beaufschlagt wird.
2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** durch die Öffnungshubbewegung der äußeren Ventilnadel (10) eine Drosselverbindung (45) gebildet wird, so daß die innere Ventilnadel (12) nicht mehr wenigstens mittelbar vom Druck im Steuerraum (24) beaufschlagt ist.
 3. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die äußere Ventilnadel (10) mit einer äußeren Kolbenstange (20) verbunden ist, die sich synchron mit der äußeren Ventilnadel (10) bewegt und die eine der äußeren Ventilnadel (10) abgewandte Stirnfläche (21) aufweist, welche vom Druck im Steuerraum (24) beaufschlagt ist und so die Schließkraft auf die äußere Ventilnadel (10) erzeugt.
 4. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Drosselverbindung (45) zwischen der Stirnseite (21) der äußeren Kolbenstange (20) und einer ortsfesten Grundfläche (19) gebildet ist.
 5. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die innere Ventilnadel (12) mit einer inneren Kolbenstange (22) verbunden ist, welche sich synchron mit der inneren Ventilnadel (12) bewegt und welche eine Stirnfläche (31) aufweist, die vom Druck im Steuerraum (24) in Schließrichtung der inneren Ventilnadel (12) beaufschlagt ist und so die Schließkraft auf die innere Ventilnadel (12) erzeugt.
 6. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die äußere Kolbenstange (20) als Hülse ausgebildet ist und die innere Kolbenstange (22) in der äußeren Kolbenstange (20) geführt ist.
 7. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die innere Kolbenstange (22) bei der durch die Öffnungskraft auf eine Druckfläche (112) der inneren Ventilnadel (12) bewirkten Öffnungsbewegung an einer an der Innenseite der äußeren Kolbenstange (20) ausgebildeten Hubanschlagfläche (23) zur Anlage kommt.
 8. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** am brennraumabgewandten Ende der äußeren Kolbenstange (20) ein nach innen kragender Bereich (27) ausgebildet ist, so daß durch die Innenseite der äußeren Kolbenstange (20), den nach innen kragenden Bereich (27) und die Stirnseite (21) der inneren Kolbenstange (22) ein innerer Steuerraum (29) begrenzt wird, der nur durch eine Verbindungsbohrung (28) in der äußeren Kolbenstange (20) mit dem Steuerraum (24) verbunden ist.
 9. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die innere Ventilnadel (12) eine Druckfläche (112) aufweist, die erst nach dem Abheben der äußeren Ventilnadel (10) vom Ventilsitz (13) vom Druck im Druckraum (5) beaufschlagt wird, so daß sich eine Öffnungskraft auf innere Ventilnadel (12) ergibt.
 10. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Steuerraum (24) über eine Zulaufdrossel (25) mit einem Kraftstoffhochdruckbereich verbunden ist und über eine Ablaufdrossel (26) mit einem Leckölraum (30), in dem ein niedrigerer Kraftstoffdruck herrscht als im Kraftstoffhochdruckbereich, wobei die Ablaufdrossel (26) durch ein Ventil (33) verschlossen werden kann.
 11. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die äußere Kolbenstange (20) bei der Öffnungsbewegung der äußeren Ventilnadel (10) die Zulaufdrossel (25) teilweise verschließt und so einen reduzierten Zulaufquerschnitt vom Kraftstoffhochdruckbereich in den Steuerraum (24) einstellt.
 12. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** am Ventilsitz (13) eine erste Einspritzöffnungsreihe (107) und eine dazu in axialer Richtung versetzt angeordnete zweite Einspritzöffnungsreihe (207) ausgebildet ist, wobei die zweite Einspritzöffnungsreihe (207) durch die innere Ventilnadel (12) gegen den Druckraum (5) verschließbar ist, während die äußere Ventilnadel (10) sowohl die zweite Einspritzöffnungsreihe (207) als auch die erste Einspritzöffnungsreihe (107) gegen den Druckraum (5) verschließen kann.

Claims

1. Fuel injection valve for internal combustion engines having a housing (1) in which a piston-shaped outer valve needle (10) is arranged in a longitudinally moveable manner in a bore (3), which outer valve needle (10) interacts with a valve seat (13), which is formed at the combustion-chamber-side end of the bore (3), in order to control at least one injection opening (7), and having a control space (24) which is formed in the housing (1), wherein the pressure in the control space (24) can be regulated by means of a valve (33), and wherein a closing force in the direction of the valve seat (13) is exerted on the outer valve needle (10) at least indirectly by means of the pressure in the control space (24), and having at least one pressure face (9; 101) formed on the outer valve needle (10), which pressure face (9; 101) is acted on by the pressure in a pressure space (5) which is formed between the outer valve needle (10) and the wall of the bore (3) and extends up to the valve seat (13), such that there is a resulting opening force, which is aligned counter to the closing force, on the outer valve needle (1), **characterized in that** an inner valve needle (12) is guided in the outer valve needle (10), which inner valve needle (12) controls at least one additional injection opening (7) on the valve seat (13), and which inner valve needle (12) is acted on at least indirectly in the direction of the valve seat (13) by the pressure in the control space (24) in order to actuate the injection opening.
2. Fuel injection valve according to Claim 1, **characterized in that** a throttle connection (45) is formed by the opening lift movement of the outer valve needle (10), such that the inner valve needle (12) is no longer acted on at least indirectly by the pressure in the control space (24).
3. Fuel injection valve according to Claim 2, **characterized in that** the outer valve needle (10) is connected to an outer piston rod (20) which moves synchronously with the outer valve needle (10) and has an end face (21) which faces away from the outer valve needle (10), which end face (21) is acted on by the pressure in the control space (24) and thus generates the closing force on the outer valve needle (10).
4. Fuel injection valve according to Claim 3, **characterized in that** the throttle connection (45) is formed between the end side (21) of the outer piston rod (20) and a positionally fixed base face (19).
5. Fuel injection valve according to Claim 3, **characterized in that** the inner valve needle (12) is connected to an inner piston rod (22) which moves synchronously with the inner valve needle (12) and has an end face (31) which is acted on by the pressure in the control space (24) in the closing direction of the inner valve needle (12) and thus generates the closing force on the inner valve needle (12).
6. Fuel injection valve according to Claim 5, **characterized in that** the outer piston rod (20) is embodied as a sleeve and the inner piston rod (22) is guided in the outer piston rod (20).
7. Fuel injection valve according to Claim 6, **characterized in that**, during the opening movement caused by the opening force on a pressure face (112) of the inner valve needle (12), the inner piston rod (22) comes into contact with a lift stop face (23) formed on the inner side of the outer piston rod (20).
8. Fuel injection valve according to Claim 6, **characterized in that** an inwardly protruding region (27) is formed on the combustion-chamber-remote end of the outer piston rod (20), such that the inner side of the outer piston rod (20), the inwardly protruding region (27) and the end side (21) of the inner piston rod (22) delimit an inner control space (29) which is connected only by means of a connecting bore (28) in the outer piston rod (20) to the control space (24).
9. Fuel injection valve according to Claim 1, **characterized in that** the inner valve needle (12) has a pressure face (112) which is acted on by the pressure in the pressure space (5), such that there is a resulting opening force on the inner valve needle (12), only after the outer valve needle (10) has lifted from the valve seat (13).
10. Fuel injection valve according to Claim 1, **characterized in that** the control space (24) is connected by means of an inflow throttle (25) to a high-pressure fuel region and by means of an outflow throttle (26) to a leakage oil space (30) in which a lower fuel pressure prevails than in the high-pressure fuel region, wherein the outflow throttle (26) can be closed off by means of a valve (33).
11. Fuel injection valve according to Claim 10, **characterized in that**, during the opening movement of the outer valve needle (10), the outer piston rod (20) partially closes off the inflow throttle (25), and thus sets a reduced inflow cross section from the high-pressure fuel region into the control space (24).
12. Fuel injection valve according to Claim 11, **characterized in that** a first injection opening row (107) and a second injection opening row (207), which is arranged offset in the axial direction with respect to said first injection opening row (107), are formed on the valve seat (13), wherein the second injection opening row (207) can be closed off with respect to

the pressure space (5) by means of the inner valve needle (12), while the outer valve needle (10) can close off both the second injection opening row (207) and also the first injection opening row (107) with respect to the pressure space (5).

Revendications

1. Injecteur de carburant de moteur à combustion interne comportant un boîtier (1) muni d'un perçage (3) logeant une aiguille d'injecteur extérieure (10), en forme de piston, coulissant longitudinalement, coopérant avec un siège de soupape (13) réalisé à l'extrémité du perçage (3) côté chambre de combustion pour commander au moins un orifice d'injection (7) et une chambre de commande (24) réalisée dans le boîtier (1),
la pression dans la chambre de commande (24) réglée par une soupape (33) exerçant au moins indirectement une force de fermeture en direction du siège de soupape (13) sur l'aiguille d'injecteur extérieure (10),
et au moins une surface de poussée (9, 101) réalisée sur l'aiguille d'injecteur extérieure (10), surface sollicitée par la pression de la chambre de pression (5) réalisée entre l'aiguille d'injecteur extérieure (10) et la paroi du perçage (3) et allant jusqu'au siège de soupape (13) de façon à obtenir une force d'ouverture opposée à la force de fermeture et agissant sur l'aiguille d'injecteur extérieure (10),
caractérisé en ce que
l'aiguille d'injecteur extérieure (10) guide une aiguille d'injecteur intérieure (12) commandant au moins un orifice d'injection (7) supplémentaire du siège de soupape (13) et cette aiguille intérieure est sollicitée par la pression dans la chambre de commande (24) au moins indirectement en direction du siège de soupape (13) pour commander l'orifice d'injection.
2. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**
le mouvement de course d'ouverture de l'aiguille d'injecteur extérieure (10) réalise une liaison étranglée (45) de façon que l'aiguille d'injecteur intérieure (12) ne soit plus sollicitée au moins indirectement par la pression régnant dans la chambre de commande (24).
3. Injecteur de carburant selon la revendication 2, **caractérisé en ce que**
l'aiguille d'injecteur extérieure (10) est reliée à une tige de piston (20) extérieure qui se déplace en synchronisme avec elle (10) et comporte une surface frontale (21) non tournée vers l'aiguille d'injecteur extérieure (10), surface sollicitée par la pression régnant dans la chambre de commande (24) et générant la force de fermeture agissant sur l'aiguille d'in-

jecteur extérieure (10).

4. Injecteur de carburant selon la revendication 3, **caractérisé en ce que**
la liaison étranglée (45) est formée par la face frontale (21) de la tige de piston extérieure (20) et une surface de base (19) fixe.
5. Injecteur de carburant selon la revendication 3, **caractérisé en ce que**
l'aiguille d'injecteur intérieure (12) est reliée à une tige de piston intérieure (22) qui se déplace en synchronisme avec l'aiguille d'injecteur intérieure (12) et a une surface frontale (31) sollicitée par la pression régnant dans la chambre de commande (24) dans le sens de la fermeture de l'aiguille d'injecteur intérieure (12) et qui génère ainsi la force de fermeture exercée sur l'aiguille d'injecteur intérieure (12).
6. Injecteur de carburant selon la revendication 5, **caractérisé en ce que**
la tige de piston extérieure (21) est en forme de manchon et la tige de piston intérieure (22) est guidée dans la tige de piston extérieure (20).
7. Injecteur de carburant selon la revendication 6, **caractérisé en ce que**
lors du mouvement d'ouverture produit par la force d'ouverture exercée sur une surface de poussée (112) de l'aiguille d'injecteur intérieure (12), la tige de piston intérieure (22) arrive en appui contre une surface de butée de course (23) réalisée sur le côté intérieur de la tige de piston extérieure (23).
8. Injecteur de carburant selon la revendication 6, **caractérisé en ce que**
l'extrémité de la tige de piston extérieure (20) à l'opposé de la chambre de combustion, comporte une zone (27) venant en saillie vers l'intérieur de façon que le côté intérieur de la tige de piston extérieure (20), la zone (27) en saillie vers l'intérieur et la face frontale (21) de la tige de piston intérieure (22) délimitent une chambre de commande intérieure (29) qui n'est reliée à la chambre de commande (24) que par un perçage de liaison (28) dans la tige de piston extérieure (20).
9. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**
l'aiguille d'injecteur intérieure (12) comporte une surface de poussée (112) qui n'est sollicitée par la pression régnant dans la chambre de pression (5) qu'après soulèvement de l'aiguille d'injecteur extérieure (10) de façon à développer une force d'ouverture exercée sur l'aiguille d'injecteur intérieure (12).
10. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**

la chambre de commande (24) est reliée par un organe d'étranglement d'alimentation (25) à une zone de haute pression de carburant et par un organe d'étranglement de sortie (26) à une chambre de liquide de fuite (30) dans laquelle règne une pression de carburant plus faible que dans la zone de haute pression de carburant, l'organe d'étranglement de sortie (26) étant fermé par une soupape (33).

11. Injecteur de carburant selon la revendication 10, caractérisé en ce que

la tige de piston extérieure (20) ferme en partie l'organe d'étranglement (25) lors du mouvement d'ouverture de l'aiguille d'injecteur extérieure (10) et règle ainsi une section de passage réduite entre la zone de haute pression de carburant et la chambre de commande (24).

12. Injecteur de carburant selon la revendication 11, caractérisé en ce que

le siège de soupape (13) comporte une première série d'orifices d'injection (107) et de façon décalée axialement, une seconde série d'orifices d'injection (207), cette seconde série d'orifices d'injection (207) étant fermée par l'aiguille d'injecteur intérieure (12) vis-à-vis de la chambre de pression (5) alors que l'aiguille d'injecteur extérieure (10) ferme à la fois la seconde série d'orifices d'injection (207) et la première série d'orifices d'injection (107) par rapport à la chambre de pression (5).

35

40

45

50

55

Fig. 1

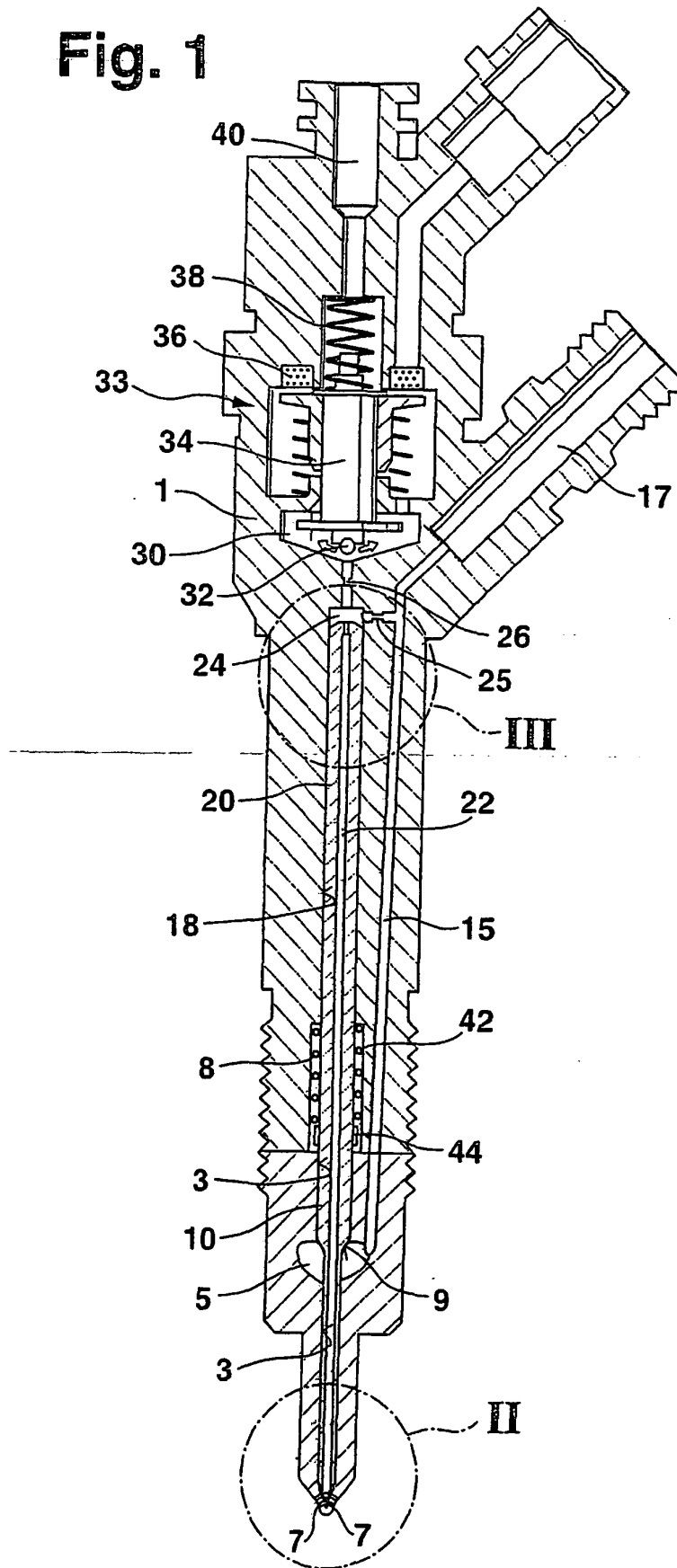


Fig. 2

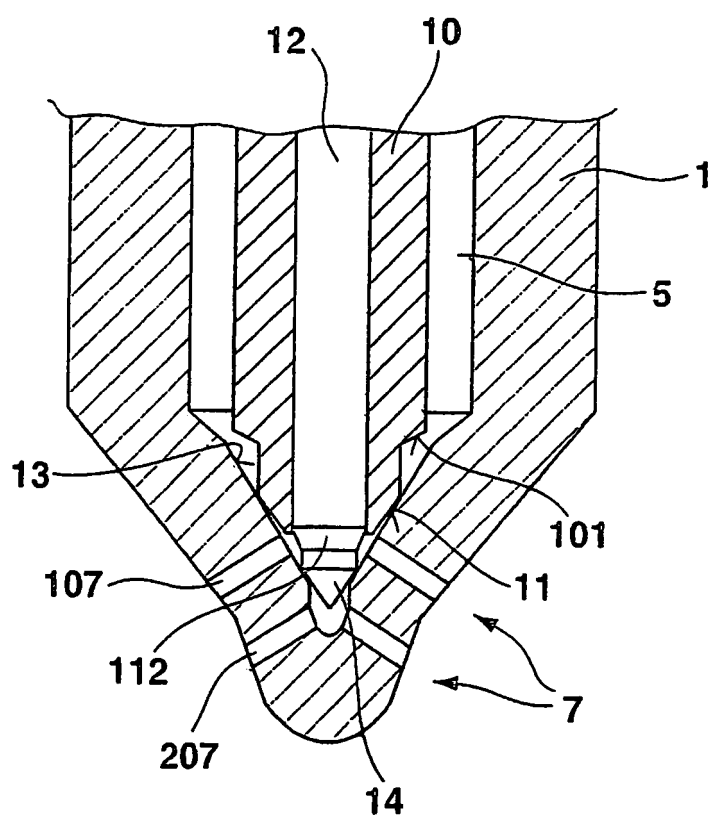


Fig. 3

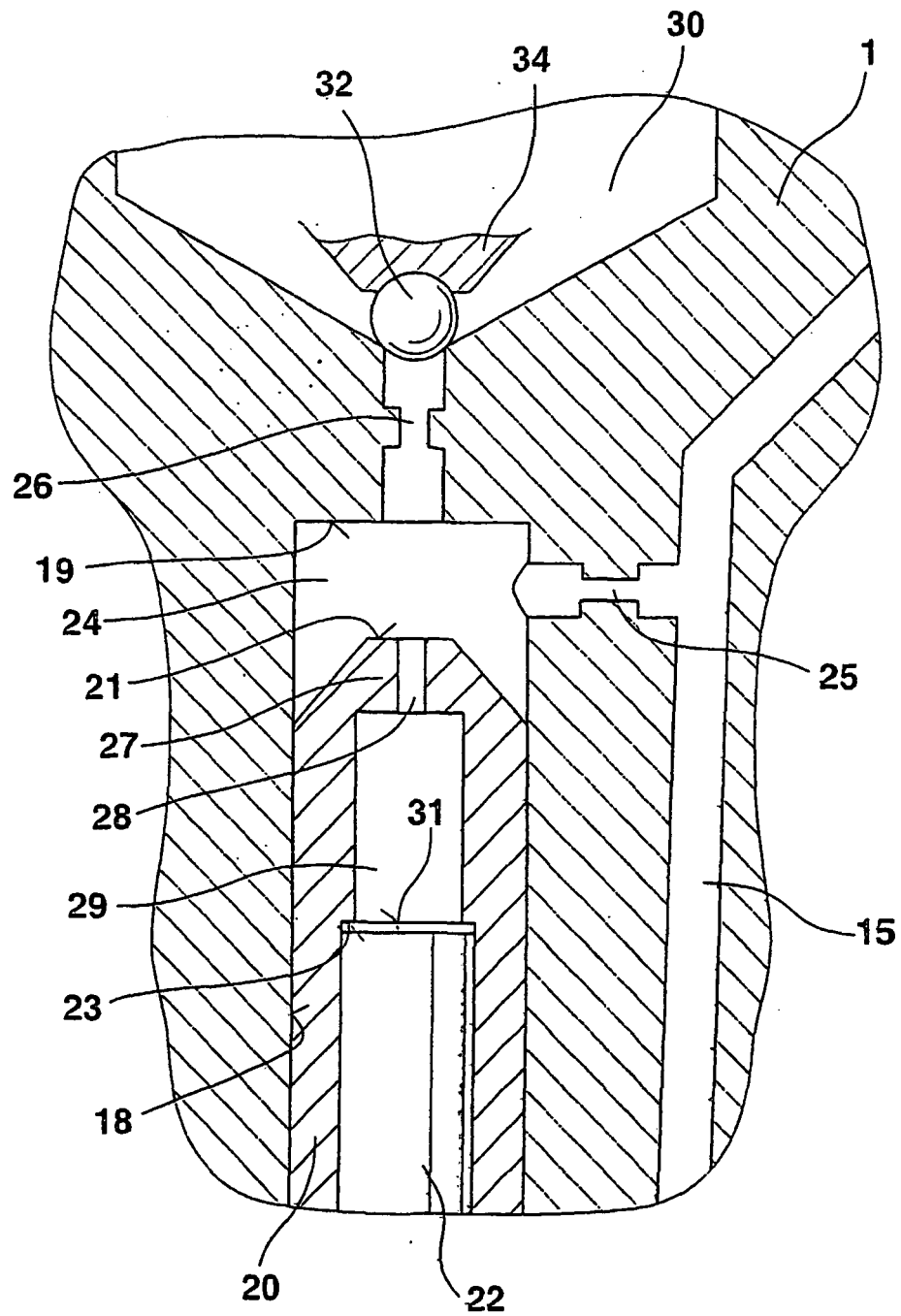
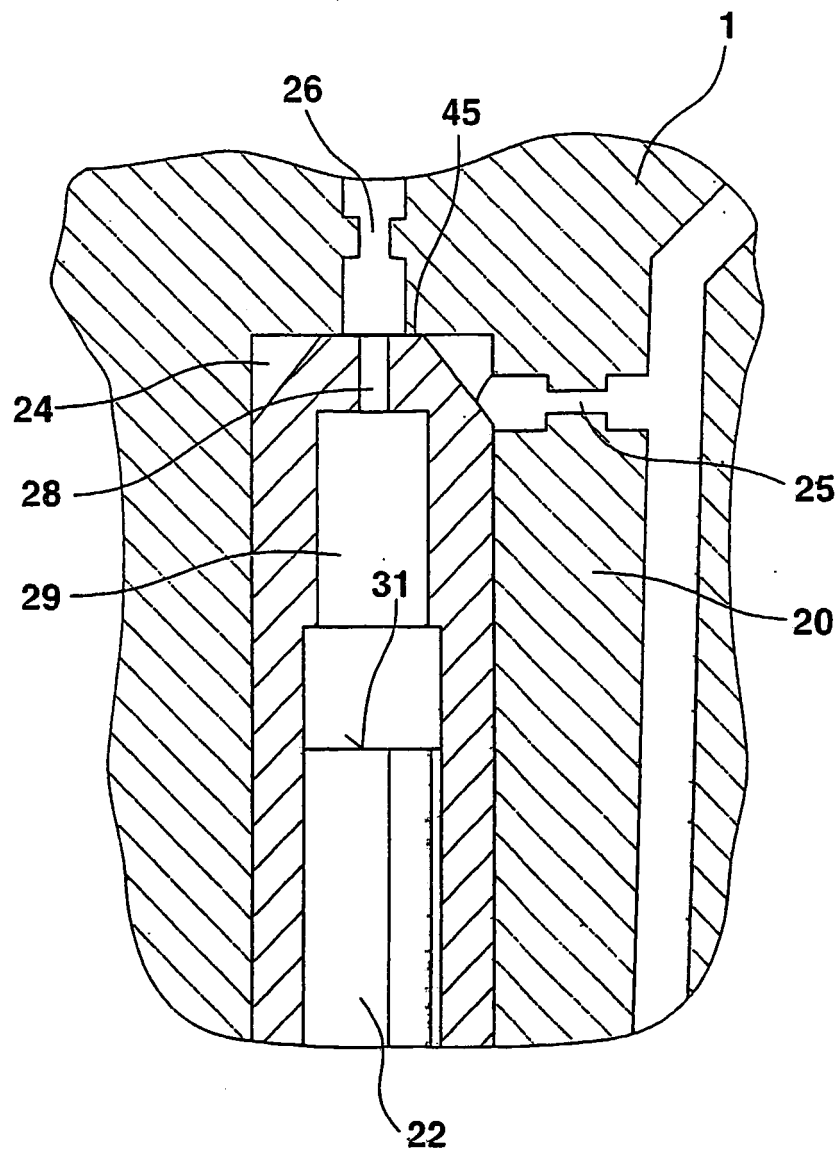


Fig. 4



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

- EP 0470348 A1 [0002]
- EP 0978649 A [0003]
- DE 19827267 A1 [0004]