

(19)



(11)

EP 1 478 840 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
30.12.2009 Patentblatt 2009/53

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

(21) Anmeldenummer: **03704252.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2003/000210

(22) Anmeldetag: **27.01.2003**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2003/069151 (21.08.2003 Gazette 2003/34)

(54) **KRAFTSTOFFEINSPRITZVENTIL FÜR BRENNKRAFTMASCHINEN**

FUEL INJECTION VALVE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES

SOUPAPE D'INJECTION DE CARBURANT POUR MOTEURS A COMBUSTION INTERNE

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

(30) Priorität: **14.02.2002 DE 10205970**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.11.2004 Patentblatt 2004/48

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

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

- **BOEHLAND, Peter
71672 Marbach (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- 0 978 649
EP-A- 1 069 308 WO-A-02/090754
DE-A- 10 038 054 DE-A- 19 834 867
DE-A- 19 949 528**

EP 1 478 840 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht von einem Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen nach der Gattung des Patentanspruchs 1 aus. Ein derartiges Kraftstoffeinspritzventil ist beispielsweise aus der Offenlegungsschrift DE 41 15 477 A1 bekannt. In einem Gehäuse befindet sich eine äußere Ventilnadel und eine darin geführte innere Ventilnadel. Beide Ventilnadeln wirken mit ihrem brennraumseitigen Ende mit einer Ventilsitzfläche zusammen, in der zwei Reihen von Einspritzöffnungen ausgebildet sind. Die äußere Einspritzöffnungsreihe wird hierbei von der äußeren Ventilnadel gesteuert, die innere Einspritzöffnungsreihe entsprechend von der inneren Ventilnadel. Durch einen im Gehäuse ausgebildeten Hochdruckkanal wird den Einspritzöffnungen Kraftstoff unter hohem Druck zugeleitet, der gesteuert von den Ventilnadeln durch die Einspritzöffnungen austritt und von dort in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird.

[0002] Im Gehäuse des Kraftstoffeinspritzventils ist ein Steuerraum ausgebildet, dessen Druck auf die Stirnseite eines Druckkolbens wirkt, der mit der inneren Ventilnadel verbunden ist. Auf diese Weise ergibt sich über den Druck im Steuerraum eine Schließkraft auf die innere Ventilnadel, die diese in Anlage an der Ventilsitzfläche hält. Der Steuerraum kann über ein Steuerventil mit dem Einspritzdruck verbunden oder auch in einen Leckölraum entlastet werden, so dass auf diese Weise der Druck im Steuerraum gesteuert werden kann. Die Öffnungskraft auf die innere bzw. äußere Ventilnadel wird im genannten Stand der Technik durch Beaufschlagung mit Kraftstoffdruck einer jeweils an den Ventilnadeln ausgebildeten Druckfläche erzeugt, wobei der Druck, bei dem die Ventilnadeln öffnen, als Öffnungsdruck bezeichnet wird.

[0003] Das bekannte Kraftstoffeinspritzventil weist hierbei jedoch den Nachteil auf, dass die Schließkraft auf die äußere Ventilnadel nicht hydraulisch erzeugt wird, sondern über eine fest vorgespannte Schließfeder. Deshalb ist der Öffnungsdruck der äußeren Ventilnadel nicht regelbar, und es kann durch die äußere Einspritzöffnungsreihe nur mit einem Mindestdruck, der dem Öffnungsdruck der äußeren Ventilnadel entspricht, eingespritzt werden. Darüber hinaus weist der Stand der Technik den Nachteil auf, dass das Steuerventil, welches den Druck im Steuerraum regelt, als 3/2-Wege-Ventil mit Schiebersitz ausgebildet ist, so dass es relativ kompliziert und damit teuer in der Herstellung ist. Es ist bei dem bekannten Kraftstoffeinspritzventil somit nicht möglich, den Einspritzquerschnitt beliebig zu steuern.

[0004] Aus der DE 101 22 241 A1 ist ein Einspritzventil mit einer äußeren und einer inneren Ventilnadel bekannt, die ineinander geführt sind und jeweils eine Einspritzöffnungsreihe steuern. Im Einspritzventil ist ein erster Steuerraum, der die äußere Ventilnadel beaufschlagt, und ein zweiter Steuerraum, der die innere Ventilnadel beauf-

schlägt, ausgebildet, wobei beide Steuerräume miteinander verbunden sind. Über ein Magnetventil kann der Steuerraum mit einem Leckölraum verbunden werden, so dass sich der Druck im ersten Steuerraum erniedrigt und - je nach Dauer, die das Magnetventil öffnet - auch im zweiten Steuerraum.

Vorteile der Erfindung

[0005] Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 weist demgegenüber den Vorteil auf, dass sowohl die innere als auch die äußere Ventilnadel über lediglich ein Steuerventil ansteuerbar sind. Im Gehäuse ist ein Steuerraum ausgebildet, der mit dem Hochdruckkanal und darüber hinaus mit einem Steuerdruckraum verbunden ist. Durch den Druck im Steuerraum wird eine Schließkraft auf die äußere Ventilnadel zumindest mittelbar ausgeübt. Im Gehäuse ist ein Steuerventil ausgebildet, durch das der Steuerraum mit einem Leckölraum verbindbar ist, so dass der Druck im Steuerraum und, wegen der Verbindung mit dem Steuerraum, auch im Steuerdruckraum über das Steuerventil deutlich unter den Einspritzdruck absenkbar ist, so dass sich die Schließkraft auf die innere bzw. die äußere Ventilnadel steuern lässt. Über eine geeignete Schaltcharakteristik des Steuerventils und durch geeignet dimensionierte Zu- bzw. Abläufe des Steuerraums und dessen Verbindung mit dem Steuerdruckraum lässt sich eine separate Ansteuerung der äußeren Ventilnadel oder wahlweise beider Ventilnadeln erreichen.

[0006] Das Steuerventil weist einen mit dem Steuerraum verbundenen Ventilraum auf und ein Ventilglied, das durch einen Aktor gesteuert wird. Der Aktor ist hierbei als elektrischer Piezo Aktor ausgebildet. Hierdurch lässt sich das Ventilglied präzise steuern und das Ventilglied unmittelbar auf die gewünschte Position fahren.

[0007] In einer vorteilhaften Ausgestaltung wirkt das Ventilglied in einer ersten Schaltstellung mit einem ersten Ventilsitz zusammen und in einer zweiten Schaltstellung mit einem zweiten Ventilsitz, wobei der Ventilraum in der ersten Schaltstellung gegen den Leckölraum abgedichtet ist und in der zweiten Schaltstellung mit dem Leckölraum verbunden ist. Durch dieses Ventilglied lässt sich der Druck im Steuerraum präzise und ohne nennenswerte zeitliche Verzögerung steuern.

[0008] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist der Ventilraum des Steuerventils über einen Verbindungskanal mit dem Hochdruckkanal verbindbar, wobei das Ventilglied bei seiner Anlage am zweiten Ventilsitz den Verbindungskanal verschließt. Bei Entlastung des Steuerraums wird somit der Verbindungskanal unwirksam und stört die weitere Funktion der Druckregelung im Steuerraum nicht. Bei Betätigung des Steuerventils und Bewegung des Ventilgliedes zum ersten Ventilsitz wird der Hochdruckkanal freigegeben, und es kann Kraftstoff mit dem Einspritzdruck in den Ventilraum und von dort in den Steuerraum strömen. Hierdurch wird nach

Beendigung der Einspritzung sehr schnell ein hoher Druck im Steuerraum aufgebaut, so dass sich eine starke Schließkraft auf die äußere Ventilmadel und damit auch auf die innere Ventilmadel ergibt.

[0009] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist im Gehäuse ein äußerer Druckkolben angeordnet, der mit der äußeren Ventilmadel verbunden ist und dessen Stirnfläche den Steuerraum begrenzt. Auf diese Weise ergibt sich eine hydraulische Kraft durch den Druck im Steuerraum auf die Stirnfläche des äußeren Druckkolbens, so dass eine Schließkraft auf die äußere Ventilmadel ausgeübt wird. Durch die Trennung der Funktion der druckbeaufschlagten Druckfläche und der Ventilmadel lassen sich beide Teile getrennt voneinander optimieren.

[0010] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung kommt der äußere Druckkolben bei der Öffnungshubbewegung der äußeren Ventilmadel an einer Wand des Steuerraums zur Anlage, so dass die Verbindung des Steuerraums zum Hochdruckkanal unterbrochen wird. Hierdurch strömt bei geöffnetem Kraftstoffeinspritzventil kein Kraftstoff mehr in den Steuerraum, so dass die Lecköolverluste des Kraftstoffeinspritzventils minimiert werden.

[0011] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist der Steuerdruckraum im äußeren Druckkolben ausgebildet und durch eine Bohrung im äußeren Druckkolben mit dem Steuerraum verbunden. Diese Konstruktion erlaubt eine direkte Ansteuerung der inneren Ventilmadel, die sich in der äußeren Ventilmadel befindet, und ergibt darüber hinaus eine sehr platzsparende Konstruktion.

[0012] In einer vorteilhaften Ausgestaltung herrscht im Leckölraum ein gegenüber dem Einspritzdruck deutlich niedrigerer Druck, vorzugsweise Atmosphärendruck. Je niedriger der Druck im Leckölraum, desto größer sind die Druckunterschiede gegenüber dem Einspritzdruck, so dass sich entsprechend auch größere Kräfte auf die innere bzw. äußere Ventilmadel realisieren lassen und damit kürzere Schaltzeiten.

[0013] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes der Erfindung sind der Zeichnung und der Beschreibung entnehmbar.

Zeichnung

[0014] In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils gezeigt. Es zeigt

- Figur 1 einen Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil in seinem wesentlichen Bereich,
- Figur 2 eine Vergrößerung von Figur 1 im Bereich des brennraumseitigen Endes des Einspritzventils, wobei dieser Ausschnitt in Figur 1 mit II bezeichnet ist,
- Figur 3 eine Vergrößerung von Figur 1 im mit III be-

zeichneten Bereich und

- Figur 4 einen Querschnitt durch den in Figur 3 gezeigten Ausschnitt entlang der Linie IV-IV.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0015] In Figur 1 ist ein Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil dargestellt. Das Kraftstoffeinspritzventil weist ein Gehäuse 1 auf, das einen Ventilkörper 3, einem Zwischenkörper 7, eine Zwischenscheibe 9, einen Steuerkörper 12 und einen Haltekörper 14 umfasst, wobei diese Bauteile in der aufgezählten Reihenfolge jeweils aneinander anliegen. Alle diese Teile des Gehäuses 1 werden hierbei durch eine Spannmutter 5 mit ihren Anlageflächen aneinander gepresst. Im Gehäuse 1 ist ein Hochdruckkanal 10 ausgebildet, der an einem Ende mit einer in der Zeichnung nicht dargestellten Kraftstoffhochdruckquelle verbunden ist und durch den Haltekörper 14, den Steuerkörper 12, die Zwischenscheibe 9 und den Zwischenkörper 7 bis in den Ventilkörper 3 reicht. Im Ventilkörper 3 mündet der Hochdruckkanal 10 in einen Druckraum 26, der als radiale Erweiterung einer im Ventilkörper 3 ausgebildeten Bohrung 16 ausgeführt ist. Die Bohrung 16 wird an ihrem brennraumseitigen Ende von einer Sitzfläche 24 verschlossen, wobei in der Sitzfläche 24 Einspritzöffnungen 30 ausgebildet sind, die die Bohrung 16 mit dem Brennraum der Brennkraftmaschine verbinden. In der Bohrung 16 ist eine kolbenförmige, äußere Ventilmadel 20 angeordnet, die in einem brennraumabgewandten Abschnitt der Bohrung 16 dichtend geführt ist. Die äußere Ventilmadel 20 verjüngt sich ausgehend vom geführten Abschnitt dem Brennraum zu unter Bildung einer Druckschulter 27 und geht an ihrem brennraumseitigen Ende in eine Ventildichtfläche 32 über, mit der sie an der Sitzfläche 24 in Schließstellung anliegt. Zwischen der äußeren Ventilmadel 20 und der Wand der Bohrung 16 ist ein Ringkanal 28 ausgebildet, der den Druckraum 26 mit der Sitzfläche 24 verbindet, wobei die Druckschulter 27 auf Höhe des Druckraums 26 angeordnet ist. In Schließstellung verschließt die äußere Ventilmadel 20 die Einspritzöffnungen 30 gegen den Kraftstoff im Ringkanal 28, so dass nur bei von der Sitzfläche 24 abgehobener äußerer Ventilmadel 20 Kraftstoff den Einspritzöffnungen 30 zuströmen kann.

[0016] Die äußere Ventilmadel 20 ist als Hohlma-
 del ausgeführt und weist eine Längsbohrung 21 auf. In der Längsbohrung 21 ist eine innere Ventilmadel 22 längsverschiebbar angeordnet, die mit ihrem brennraumseitigen Ende ebenfalls an der Sitzfläche 24 in Schließstellung zur Anlage kommt. In Figur 2 ist eine Vergrößerung des mit II bezeichneten Ausschnitts von Figur 1 dargestellt, also der Bereich der Sitzfläche 24. Die Einspritzöffnungen 30 in der Sitzfläche 24 sind in einer äußeren Einspritzöffnungsreihe 130 und einer inneren Einspritzöffnungsreihe 230 gruppiert. Die äußere Ventilmadel 20 weist an ihrem brennraumseitigen Ende eine konische

Ventildichtfläche 32 auf, die einen größeren Öffnungswinkel aufweist als die ebenfalls konisch ausgebildete Sitzfläche 24. Hierdurch ist an der äußeren Kante der Dichtfläche 32 eine Dichtkante 34 ausgebildet, die in Schließstellung der äußeren Ventilmadel 20 an der Sitzfläche 24 zur Anlage kommt. Die Dichtkante 34 ist hierbei stromaufwärts zur äußeren Einspritzöffnungsreihe 130 angeordnet, so dass bei Anlage der Dichtkante 34 an der Sitzfläche 24 die Einspritzöffnungen der äußeren Einspritzöffnungsreihe 130 gegen den Ringkanal 28 abgedichtet werden. Am brennraumseitigen Ende der inneren Ventilmadel 22 ist eine konische Druckfläche 36 ausgebildet, welche ihrerseits an eine ebenfalls konische Konusfläche 38 grenzt, die das Ende der inneren Ventilmadel 22 bildet. Am Übergang der Druckfläche 36 zur Konusfläche 38 ist eine Dichtkante 37 ausgebildet, die in Schließstellung der inneren Ventilmadel 22 an der Sitzfläche 24 zur Anlage kommt. Die Anlage der Dichtkante 37 erfolgt hierbei zwischen der äußeren Einspritzöffnungsreihe 130 und der inneren Einspritzöffnungsreihe 230, so dass bei Anlage der inneren Ventilmadel 22 an der Sitzfläche 24 nur die innere Einspritzöffnungsreihe 230 gegen den Ringraum 28 abgedichtet wird, nicht jedoch die äußere Einspritzöffnungsreihe 130.

[0017] Figur 3 zeigt eine Vergrößerung von Figur 1 im mit III bezeichneten Ausschnitt, also im Bereich von Zwischenkörper 7, Zwischenscheibe 9 und Steuerkörper 12. Im Zwischenkörper 7 ist eine Kolbenbohrung 45 ausgebildet, in der ein Druckkolben 40 angeordnet ist, der mit seinem brennraumzugewandten Ende an der äußeren Ventilmadel 20 anliegt. Durch eine radiale Erweiterung der Kolbenbohrung 45 ist ein Federraum 43 ausgebildet, in dem zwischen einer Anlagefläche 41 des Federraums 43 und einer Ringfläche 39 des äußeren Druckkolbens 40 eine Schließfeder 44 unter Druckvorspannung angeordnet ist, die den äußeren Druckkolben 40 auf einem Teil seiner Länge umgibt. Durch die Vorspannung der Schließfeder 44 wird der äußere Druckkolben 40 in Richtung des Ventilkörpers 3 gedrückt und damit auch die äußere Ventilmadel 20 in Richtung der Sitzfläche 24. Im äußeren Druckkolben 40 ist eine Führungsbohrung 47 in Längsrichtung ausgebildet, in der ein innerer Druckkolben 42 geführt ist, der mit seinem brennraumseitigen Ende an der inneren Ventilmadel 22 anliegt. Der innere Druckkolben 42 ist im äußeren Druckkolben 40 längsverschiebbar und bewegt sich synchron mit der inneren Ventilmadel 22. Durch die Kolbenbohrung 45, die brennraumabgewandte Stirnseite 51 des äußeren Druckkolbens 40 und die Zwischenscheibe 9 wird ein Steuererraum 50 begrenzt, der über eine im äußeren Druckkolben 40 ausgebildete Verbindungsbohrung 55 mit einem Steuerdruckraum 52 verbunden ist, der von der Führungsbohrung 47 und der brennraumabgewandten Stirnseite 53 des inneren Druckkolbens 42 begrenzt wird. Der Steuererraum 50 ist über eine Zulaufdrossel 70 mit dem Hochdruckkanal 10 verbunden und über eine Ablaufdrossel 72 mit einem im Steuerkörper 12 ausgebildeten Ventilraum 68. Im Ventilraum 68 ist ein Ventilglied 60 ange-

ordnet, das im wesentlichen halbkugelförmig ausgebildet ist und ein Steuerventil 58 bildet. Die abgeflachte Seite ist der Zwischenscheibe 9 zugewandt, während die halbkugelförmige Seite des Ventilglieds 60 mit einem Druckstück 48 verbunden ist, das in einem im Haltekörper 14 angeordneten Aufnahmekörper 13 geführt ist. Das Druckstück 48 ist hierbei durch einen Aktor 46 längsverschiebbar und bewegt dadurch auch das Ventilglied 60 im Ventilraum 68, wobei der Aktor hierbei als Piezo-Aktor ausgebildet ist. Das Druckstück 48 wird von einem Leckölraum 78 umgeben, der wegen seiner Verbindung mit einem in der Zeichnung nicht dargestellten Lecköl-system stets einen niedrigen Druck aufweist. Der Zwischenscheibe 9 abgewandt ist im Ventilraum 68 ein erster Ventilsitz 62 ausgebildet, an dem das Ventilglied 60 mit seiner kugeligen Ventildichtfläche 66 zur Anlage gelangen kann. Dem ersten Ventilsitz 62 gegenüberliegend ist im Ventilraum 68 ein zweiter Ventilsitz 64 ausgebildet, an dem das Ventilglied 60 mit der abgeflachten Seite zur Anlage kommen kann. Durch Anlage des Ventilglieds 60 am zweiten Ventilsitz 64 wird ein Verbindungskanal 74 verschlossen, der ebenfalls in den Ventilraum 68 mündet und der über einen Querkanal 76 mit dem Hochdruckkanal 10 verbunden ist. Figur 4 zeigt einen Querschnitt durch Figur 3 entlang der Linie IV-IV. Der Verlauf des Querkanal 76 als eine halbkreisförmige Nut an der dem Zwischenkörper 7 zugewandten Anlagefläche der Zwischenscheibe 9 wird hier deutlich. In dem dort dargestellten Querschnitt ist auch gut die Zulaufdrossel 70, die Ablaufdrossel 72, der Verbindungskanal 74 und der Hochdruckkanal 10 sichtbar. Die Funktion des Kraftstoffeinspritzventils ist wie folgt: Zu Beginn des Einspritzzyklus befindet sich das Kraftstoffeinspritzventil in Schließstellung, d.h. sowohl die äußere Ventilmadel 20 als auch die innere Ventilmadel 22 sind in Anlage an der Sitzfläche 24 und verschließen sowohl die innere Einspritzöffnungsreihe 230 als auch die äußere Einspritzöffnungsreihe 130. Da das Ventilglied 60 am ersten Ventilsitz 62 anliegt, sind sowohl der Steuererraum 50 als auch der Steuerdruckraum 52 über die Zulaufdrossel 70 mit dem Hochdruckkanal 10 verbunden, so dass sowohl im Steuererraum 50 als auch im Steuerdruckraum 52 der hohe Kraftstoffdruck des Hochdruckkanals 10 herrscht, der dem Einspritzdruck entspricht. Die Stirnseite 51 des äußeren Druckkolbens 40 weist eine größere hydraulisch wirksame Fläche auf als die Druckschulter 27 der äußeren Ventilmadel 20, so dass die äußere Ventilmadel 20 in Schließstellung verbleibt. Die Kraft der Schließfeder 44 spielt hierbei nur eine untergeordnete Rolle; die Schließfeder 44 dient hauptsächlich dazu, die äußere Ventilmadel 20 in Schließstellung zu halten, wenn die Brennkraftmaschine nicht arbeitet. Auch im Ventilraum 68 herrscht durch die Verbindung über den Verbindungskanal 74 und auch über die Ablaufdrossel 72 der Druck im Hochdruckkanal 10. Im Leckölraum 78 herrscht dagegen ein niedriger Druck, der in der Regel etwa dem Atmosphärendruck entspricht.

[0018] Soll eine Einspritzung stattfinden, so wird der

Aktor 46 betätigt, und das Ventilielglied 60 bewegt sich zusammen mit dem Druckstück 48 vom ersten Ventilsitz 62 weg zum zweiten Ventilsitz 64. Hierdurch wird der Ventilraum 68 mit dem Leckölraum 78 verbunden, so dass der Ventilraum 68 und auch der Steuerraum 50 über die Ablaufdrossel 72 druckentlastet werden. Durch die Anlage des Ventilielglieds 60 am zweiten Ventilsitz 64 wird der Verbindungskanal 74 verschlossen, so dass in den Ventilraum 68 kein Kraftstoff mehr über den Querkanal 76 zufließen kann. Die Zulaufdrossel 70 und die Ablaufdrossel 72 sind dabei so dimensioniert, dass der Druck im Steuerraum 50 zwar abfällt, aber nicht auf das Niveau des Leckölraums 78. Durch den abfallenden Druck im Steuerraum 50 erniedrigt sich die hydraulische Kraft auf die Stirnseite 51 des äußeren Druckkolbens 40, so dass jetzt die hydraulische Kraft auf die Druckschulter 27 überwiegt. Die äußere Ventilnadel 20 hebt daraufhin von der Sitzfläche 24 ab, und Kraftstoff strömt aus dem Ringraum 28 zur äußeren Einspritzöffnungsreihe 130 und wird von dort in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt. Durch das Abheben der äußeren Ventilnadel 20 wird jetzt auch die Druckfläche 36 der inneren Ventilnadel 22 vom Kraftstoff beaufschlagt, jedoch reicht diese Kraft nicht aus, die hydraulische Kraft auf die Stirnseite 53 des inneren Druckkolbens 42 zu überwinden, da der Druck im Steuerraum 50 hierfür noch zu hoch ist. Die äußere Ventilnadel 20 bzw. der äußere Druckkolben 40 bewegen sich solange vom Brennraum weg, bis die Stirnseite 51 des äußeren Druckkolbens 40 an der Zwischenscheibe 9 zur Anlage kommt.

[0019] Wenn beabsichtigt ist, beispielsweise für eine Pileiteinspritzung, nur durch die äußere Einspritzöffnungsreihe 130 Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine einzuspritzen, so muss zu diesem Zeitpunkt durch die Betätigung des Aktors 46 das Ventilielglied 60 erneut bewegt werden, so dass die Verbindung des Ventilraums 68 zum Leckölraum 78 unterbrochen wird. Hierdurch wird die Verbindung des Hochdruckkanals 10 über den Verbindungskanal 74 zum Ventilraum 68 wieder hergestellt, so dass Kraftstoff mit Einspritzdruck aus dem Hochdruckkanal 10 über die Ablaufdrossel 72 und über die Zulaufdrossel 70 in den Steuerraum 50 strömt. Dort baut sich erneut ein hohes Kraftstoffdruckniveau auf, das den äußeren Druckkolben 40 und damit auch die äußere Ventilnadel 20 wieder zurück in die Schließstellung drückt.

[0020] Ist hingegen vorgesehen, durch den gesamten Einspritzquerschnitt, d.h. durch sämtliche Einspritzöffnungen 30 einzuspritzen, so verbleibt das Ventilielglied 60 in Anlage am zweiten Ventilsitz 64. Durch die Anlage der Stirnseite 51 des äußeren Druckkolbens 40 an der Zwischenscheibe 9 wird die Zulaufdrossel 70 verschlossen. Der Druck im Steuerdruckraum 52 kann somit über die Ablaufdrossel 72 und die Verbindung des Ventilraums 68 zum Leckölraum 78 weiter abfallen, bis die hydraulische Kraft auf die Druckfläche 36 der inneren Ventilnadel 22 größer ist als die hydraulische Kraft auf die Stirnseite 53 des inneren Druckkolbens 42. Die innere Ventilnadel

22 hebt jetzt mit der Dichtkante 37 von der Sitzfläche 24 ab, und Kraftstoff wird zusätzlich durch die innere Einspritzöffnungsreihe 230 eingespritzt. Die Einspritzung wird auch hier dadurch beendet, dass der Aktor 46 betätigt wird, so dass das Ventilielglied 60 wieder zurück in Anlage an den ersten Ventilsitz 62 fährt. In der bereits oben beschriebenen Weise wird nun wieder Kraftstoffhochdruck in den Steuerraum 50 und über die Verbindungsbohrung 55 auch in den Steuerdruckraum 52 geleitet. Hierdurch schließen sowohl die innere Ventilnadel 22 als auch die äußere Ventilnadel 20 die Einspritzöffnungen 30 wieder gegen den Ringkanal 28.

[0021] Neben der Zeitsteuerung für das Öffnen nur der äußeren Einspritzöffnungsreihe kann ein selektives Öffnen auch durch eine Mittelstellung des Steuerventils 58 erreicht werden. Das Ventilielglied 60 wird mittels des Piezo-Aktors 48 in eine Mittelstellung zwischen dem ersten Ventilsitz 62 und dem zweiten Ventilsitz 64 gefahren, so dass sämtliche Verbindungen zum Ventilraum 68 geöffnet sind. Hierdurch fließt einerseits Kraftstoff aus dem Ventilraum 68 in den Leckölraum 78, andererseits über den Verbindungskanal 74 ständig in den Ventilraum 68, so dass sich nur ein gewisser Druckabfall im Ventilraum 68 einstellt, der noch deutlich über dem Druck des Leckölraums 78 liegt. Dieser Druck reicht aus, um die innere Ventilnadel 22 in ihrer Schließstellung zu halten, die Schließkraft auf die äußere Ventilnadel 20 ist jedoch soweit reduziert, dass diese öffnet. Die Einspritzung wird auch hier wieder in der bereits oben beschriebenen Art und Weise durch Schalten des Steuerventils 58 beendet.

[0022] Der Aktor 46 ist in diesem Ausführungsbeispiel ein Piezo-Aktor. Das Ventilielglied 60 im Ventilraum 68 benötigt für seine Funktion nur einen geringen Hub, wie er in der Regel von einem Piezo-Aktor aufgebracht werden kann. Notfalls kann ein hydraulischer Übersetzer vorgesehen werden, mit dem größere Hübe realisiert werden können und der aus dem Stand der Technik hinlänglich bekannt ist. Darüber hinaus bieten Piezo-Aktoren den Vorteil, dass sie äußerst schnell schalten können. Es ist so ohne Probleme in der oben beschriebenen Art und Weise möglich ist, eine präzise Voreinspritzung nur durch die äußere Einspritzöffnungsreihe 130 durchzuführen.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem Gehäuse (1), in dem in einer Bohrung (16) eine äußere Ventilnadel (20) und eine darin geführte innere Ventilnadel (22) angeordnet sind, wobei die äußere Ventilnadel (20) in einer Schließposition an einem am brennraumseitigen Ende des Gehäuses (1) angeordneten Ventilsitz (24) zur Anlage kommt und durch eine Längsbewegung in einer Öffnungsrichtung eine äußere Einspritzöffnungsreihe (130) aufsteuert, und die innere Ventilnadel (22) ebenfalls an dem Ventilsitz (24) in einer Schließposition anliegt

- und durch eine Längsbewegung in einer Öffnungsrichtung eine innere Einspritzöffnungsreihe (230) aufsteuert, welchen Einspritzöffnungsreihen (130; 230) im aufgesteuerten Zustand der Ventilnadeln (20; 22) Kraftstoff unter Druck aus einen im Gehäuse (1) ausgebildeten Druckraum (26) zufließt und von dort in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird, und mit einer Druckschulter (27), die an der äußeren Ventilnadel (20) ausgebildet ist und die vom Kraftstoffdruck im Druckraum (26) beaufschlagt wird, so dass sich **dadurch** eine in Öffnungsrichtung wirkende Kraft auf die äußere Ventilnadel (20) ergibt, und mit einer Druckfläche (36) an der inneren Ventilnadel (22), die nach Abheben der äußeren Ventilnadel (20) vom Ventilsitz (24) vom Kraftstoffdruck in Öffnungsrichtung beaufschlagt wird, und mit einem im Gehäuse (1) verlaufenden Hochdruckkanal (10), der in den Druckraum (26) mündet und in dem stets Kraftstoff unter hohem Druck anliegt, und mit einem kraftstoffgefüllten Steuerdruckraum (52), dessen Druck steuerbar ist und durch dessen Druck zumindest mittelbar eine Schließkraft auf die innere Ventilnadel (22) ausgeübt wird, wobei im Gehäuse (1) ein kraftstoffgefüllter Steuerraum (50) ausgebildet ist, durch dessen Druck zumindest mittelbar eine Schließkraft auf die äußere Ventilnadel (20) ausgeübt wird, und mit einer Zulaufdrossel (70), durch welche der Steuerraum (50) mit dem Hochdruckkanal (10) verbunden ist, und mit einer Ablaufdrossel (72), über die der Steuerraum (50) mit einem drucklosen Leckölraum (78) verbindbar ist, wobei die Ablaufdrossel (72) durch ein Steuerventil (58) verschließbar ist und die Ablaufdrossel (72) und die Zulaufdrossel (70) so dimensioniert ist, dass bei geöffneter Ablaufdrossel (72) mehr Kraftstoff aus dem Steuerraum (50) abfließt als durch die Zulaufdrossel (70) zufließt, und mit einer Verbindung (55) zwischen dem Steuerraum (50) und dem Steuerdruckraum (52), wobei der Steuerdruckraum (52) bis auf die Verbindung (55) abgeschlossen ist und wobei die Verbindung (55) so dimensioniert ist, dass beim Öffnen der Ablaufdrossel (72) durch das Steuerventil (58) zuerst der Druck im Steuerraum (50) abfällt und erst mit einer zeitlichen Verzögerung auch im Steuerdruckraum (52), wobei das Steuerventil (58) einen mit dem Steuerraum (50) verbundenen Ventilraum (68) und ein durch einen elektrischen Piezo-Aktor (46) steuerbares Ventiltglied (60) aufweist.
2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventiltglied (60) in einer ersten Schaltstellung mit einem ersten Ventilsitz (62) und in einer zweiten Schaltstellung mit einem zweiten Ventilsitz (64) zusammenwirkt, wobei der Ventilraum (68) in der ersten Schaltstellung gegen den Leckölraum (78) abgedichtet ist und in der zweiten Schaltstellung mit dem Leckölraum (78) verbunden ist.
3. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ventilraum (68) über einen Verbindungskanal (74; 76) mit dem Hochdruckkanal (10) verbindbar ist, wobei das Ventiltglied (60) bei seiner Anlage am zweiten Ventilsitz (64) den Verbindungskanal (74) verschließt.
4. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Ventiltglied (60) in eine Mittelstellung bringen lässt, so dass das Ventiltglied (60) weder am ersten Ventilsitz (62) noch am zweiten Ventilsitz (64) anliegt.
5. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Gehäuse (1) ein äußerer Druckkolben (40) angeordnet ist, der mit der äußeren Ventilnadel (20) verbunden ist und dessen Stirnfläche (51) den Steuerraum (50) begrenzt, so dass durch die hydraulische Kraft auf diese Stirnfläche (51) eine Schließkraft auf die äußere Ventilnadel (20) ausgeübt wird.
6. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der äußere Druckkolben (40) bei der Öffnungsbewegung der äußeren Ventilnadel (10) an einer Wand des Steuerraums (50) zur Anlage kommt und **dadurch** die Zulaufdrossel (70) unterbricht, die den Steuerraum (50) mit dem Hochdruckkanal (10) verbindet.
7. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerdruckraum (52) im äußeren Druckkolben (40) ausgebildet ist und dass die Verbindung mit dem Steuerraum (50) als Verbindungsbohrung (55) im äußeren Druckkolben (40) ausgebildet ist.
8. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Leckölraum (78) stets ein gegenüber dem Einspritzdruck deutlich niedrigerer Druck herrscht, vorzugsweise Atmosphärendruck.

Claims

1. Fuel injection valve for internal combustion engines, having a housing (1) in which an outer valve needle (20) and an inner valve needle (22) which is guided in said outer valve needle (20) are arranged in a bore (16), with the outer valve needle (20) coming to bear, in a closed position, against a valve seat (24) which is arranged at the combustion-chamber-side end of the housing (1) and with said outer valve needle (20), by means of a longitudinal movement in an opening direction, opening up an outer row of injection openings (130), and with the inner valve needle (22) likewise bearing, in a closed position, against the valve seat (24) and, by means of a longitudinal movement

in an opening direction, opening up an inner row of injection openings (230), to which rows of injection openings (130; 230) pressurized fuel from a pressure chamber (26) which is formed in the housing (1) flows when the valve needles (20; 22) are in the opened-up state, and said fuel is injected from there into the combustion chamber of the internal combustion engine, and having a pressure shoulder (27) which is formed on the outer valve needle (20) and which is acted on by the fuel pressure in the pressure chamber (26) such that, in this way, a force which acts in the opening direction is exerted on the outer valve needle (20), and having a pressure surface (36) on the inner valve needle (22), which pressure surface (36), after the outer valve needle (20) has been lifted from the valve seat (24), is acted on by the fuel pressure in the opening direction, and having a high-pressure duct (10) which runs in the housing (1) and which opens out into the pressure chamber (26) and in which highly pressurized fuel is present at all times, and having a fuel-filled control pressure chamber (52), the pressure of which can be controlled and by means of the pressure of which a closing force is exerted at least indirectly on the inner valve needle (22), with a fuel-filled control chamber (50) being formed in the housing (1), by means of the pressure of which a closing force is exerted at least indirectly on the outer valve needle (20), and having an inflow throttle (70) by means of which the control chamber (50) is connected to the high-pressure duct (10), and having an outflow throttle (72) by means of which the control chamber (50) can be connected to an unpressurized leakage oil chamber (78), with it being possible for the outflow throttle (72) to be closed off by means of a control valve (58) and with the outflow throttle (72) and the inflow throttle (70) being dimensioned such that, when the outflow throttle (72) is open, more fuel flows out of the control chamber (50) than flows in through the inflow throttle (70), and having a connection (55) between the control chamber (50) and the control pressure chamber (52), with the control pressure chamber (52) being closed off with the exception of the connection (55) and with the connection (55) being dimensioned such that, when the outflow throttle (72) is opened by means of the control valve (58), the pressure in the control chamber (50) falls first and the pressure in the control pressure chamber (52) also falls only after a time delay, with the control valve (58) having a valve chamber (68) which is connected to the control chamber (50) and having a valve element (60) which can be controlled by means of an electrical piezoelectric actuator (46).

2. Fuel injection valve according to Claim 1, **characterized in that** the valve element (60) interacts in a first switching position with a first valve seat (62) and in a second switching position with a second valve

seat (64), with the valve chamber (68) being sealed off with respect to the leakage oil chamber (78) in the first switching position and being connected to the leakage oil chamber (78) in the second switching position.

3. Fuel injection valve according to Claim 2, **characterized in that** the valve chamber (68) can be connected by means of a connecting duct (74; 76) to the high-pressure duct (10), with the valve element (60), when in contact with the second valve seat (64), closing off the connecting duct (74).
4. Fuel injection valve according to Claim 2, **characterized in that** the valve element (60) can be placed into a central position such that the valve element (60) bears neither against the first valve seat (62) nor against the second valve seat (64).
5. Fuel injection valve according to Claim 1, **characterized in that** an outer pressure piston (40) is arranged in the housing (1), which outer pressure piston (40) is connected to the outer valve needle (20) and the end surface (51) of which outer pressure piston (40) delimits the control chamber (50), such that a closing force is exerted on the outer valve needle (20) by the hydraulic force on said end surface (51).
6. Fuel injection valve according to Claim 5, **characterized in that**, during the opening movement of the outer valve needle (20), the outer pressure piston (40) comes to bear against a wall of the control chamber (50) and thereby blocks the inflow throttle (70) which connects the control chamber (50) to the high-pressure duct (10).
7. Fuel injection valve according to Claim 5, **characterized in that** the control pressure chamber (52) is formed in the outer pressure piston (40), and **in that** the connection to the control chamber (50) is formed as a connecting bore (55) in the outer pressure piston (40).
8. Fuel injection valve according to Claim 1, **characterized in that** a pressure which is considerably lower than the injection pressure, preferably atmospheric pressure, prevails in the leakage oil chamber (78) at all times.

Revendications

1. Soupape d'injection de carburant pour moteurs à combustion interne, comprenant un boîtier (1), dans lequel sont disposées, dans un alésage (16), une aiguille de soupape extérieure (20) et une aiguille de soupape intérieure (22) guidée dans celle-ci,

l'aiguille de soupape extérieure (20) venant en appui dans une position de fermeture contre un siège de soupape (24) disposé à une extrémité du boîtier (1) du côté de la chambre de combustion, et commandant une rangée extérieure d'ouvertures d'injection (130) par un mouvement longitudinal dans une direction d'ouverture, et l'aiguille de soupape intérieure (22) s'appliquant également contre le siège de soupape (24) dans une position de fermeture et commandant une rangée intérieure d'ouvertures d'injection (230) par un mouvement longitudinal dans une direction d'ouverture, lesquelles rangées d'ouvertures d'injection (130 ; 230), dans l'état commandé des aiguilles de soupape (20 ; 22), recevant du carburant sous pression d'un espace de pression (26) réalisé dans le boîtier (1), lequel carburant est de là injecté dans la chambre de combustion du moteur à combustion interne, et comprenant un épaulement de pression (27) qui est réalisé sur l'aiguille de soupape extérieure (20) et qui est sollicité par la pression de carburant dans l'espace de pression (26) de telle sorte qu'il se produise ainsi une force agissant dans la direction d'ouverture sur l'aiguille de soupape extérieure (20), et comprenant une surface de pression (36) sur l'aiguille de soupape intérieure (22), qui, après le soulèvement de l'aiguille de soupape extérieure (20) du siège de soupape (24), est sollicitée par la pression de carburant dans la direction d'ouverture, et comprenant un canal haute pression (10) s'étendant dans le boîtier (1), lequel débouche dans l'espace de pression (26) et dans lequel règne toujours du carburant sous haute pression, et comprenant un espace de commande de pression (52) rempli de carburant dont la pression peut être commandée et dont la pression permet d'exercer au moins de manière indirecte une force de fermeture sur l'aiguille de soupape intérieure (22), un espace de commande (50) rempli de carburant étant réalisé dans le boîtier (1), dont la pression permet d'exercer au moins de manière indirecte une force de fermeture sur l'aiguille de soupape extérieure (20), et comprenant un étranglement d'afflux (70), par lequel l'espace de commande (50) est connecté au canal haute pression (10), et comprenant un étranglement de sortie (72), par le biais duquel l'espace de commande (50) peut être connecté à un espace d'huile de fuite sans pression (78), l'étranglement de sortie (72) pouvant être fermé par une soupape de commande (58) et l'étranglement de sortie (72) et l'étranglement d'afflux (70) étant dimensionnés de telle sorte que lorsque l'étranglement de sortie (72) est ouvert, plus de carburant sorte de l'espace de commande (50) que n'entre par l'étranglement d'afflux (70), et comprenant une connexion (55) entre l'espace de commande (50) et l'espace de pression de commande (52), l'espace de pression de commande (52) étant fermé à l'exception de la connexion (55), et la connexion (55) étant dimensionnée de telle sorte que

lors de l'ouverture de l'étranglement de sortie (72) par la soupape de commande (58), d'abord la pression diminue dans l'espace de commande (50) et seulement avec un retard dans le temps, diminue aussi dans l'espace de pression de commande (52), la soupape de commande (58) présentant un espace de soupape (68) connecté à l'espace de commande (50) et un organe de soupape (60) pouvant être commandé par un actionneur piézoélectrique (46).

2. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'organe de soupape (60) coopère dans une première position de commutation avec un premier siège de soupape (62) et dans une deuxième position de commutation avec un deuxième siège de soupape (64), l'espace de soupape (68) dans la première position de commutation étant rendu étanche vis-à-vis de l'espace d'huile de fuite (78) et étant connecté à l'espace d'huile de fuite (78) dans la deuxième position de commutation.
3. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** l'espace de soupape (68) peut être connecté par le biais d'un canal de connexion (74 ; 76) au canal haute pression (10), l'organe de soupape (60) fermant le canal de connexion (74) lors de son application contre le deuxième siège de soupape (64).
4. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** l'organe de soupape (60) peut être amené dans une position centrale de sorte que l'organe de soupape (60) ne s'applique ni contre le premier siège de soupape (62) ni contre le deuxième siège de soupape (64).
5. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** dans le boîtier (1) est disposé un piston de pression extérieur (40), qui est connecté à l'aiguille de soupape extérieure (20) et dont la surface frontale (51) limite l'espace de commande (50), de sorte qu'une force de fermeture soit exercée sur l'aiguille de soupape extérieure (20) par la force hydraulique appliquée à cette surface frontale (51).
6. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** le piston de pression extérieur (40), lors du mouvement d'ouverture de l'aiguille de soupape extérieure (20), vient en appui contre une paroi de l'espace de commande (50) et interrompt de ce fait l'étranglement d'entrée (70) qui relie l'espace de commande (50) au canal haute pression (10).
7. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** l'espace de com-

mande de pression (52) est réalisé dans le piston de pression extérieur (40) et **en ce que** la connexion à l'espace de commande (50) est réalisée sous la forme d'un alésage de connexion (55) dans le piston de pression extérieur (40).

5

8. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'il** règne dans l'espace d'huile de fuite (78) toujours une pression nettement inférieure par rapport à la pression d'injection, de préférence la pression atmosphérique.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

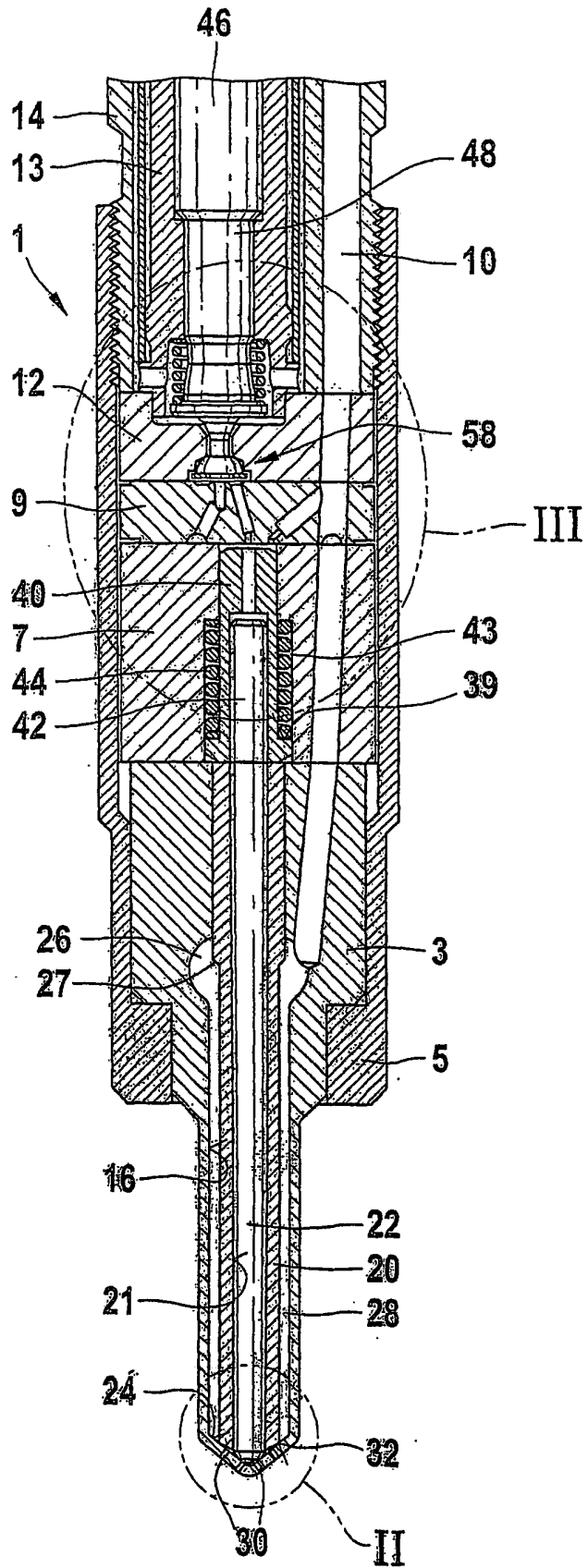


Fig. 2

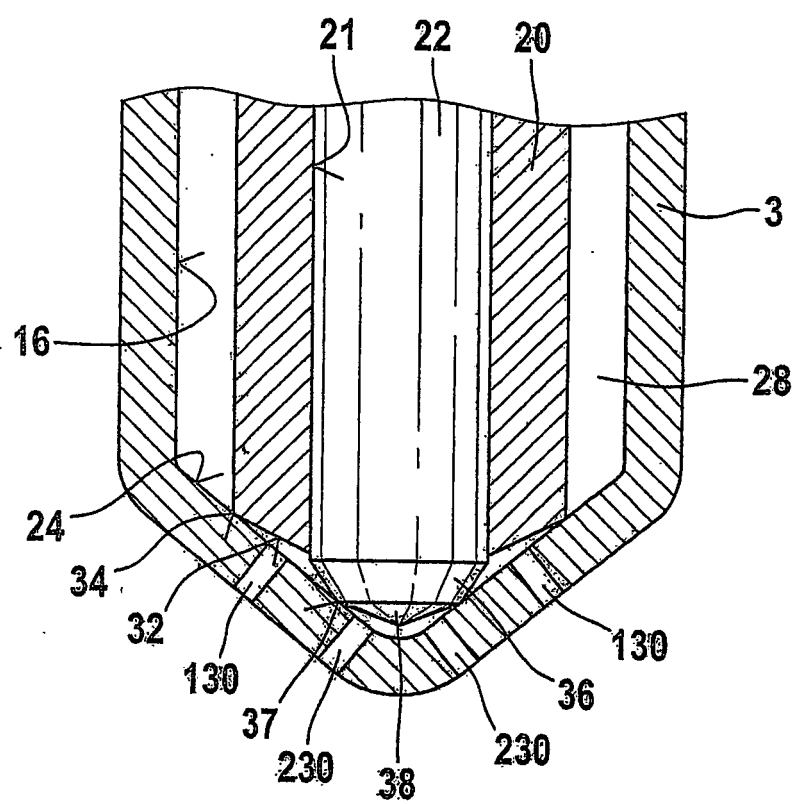


Fig. 3

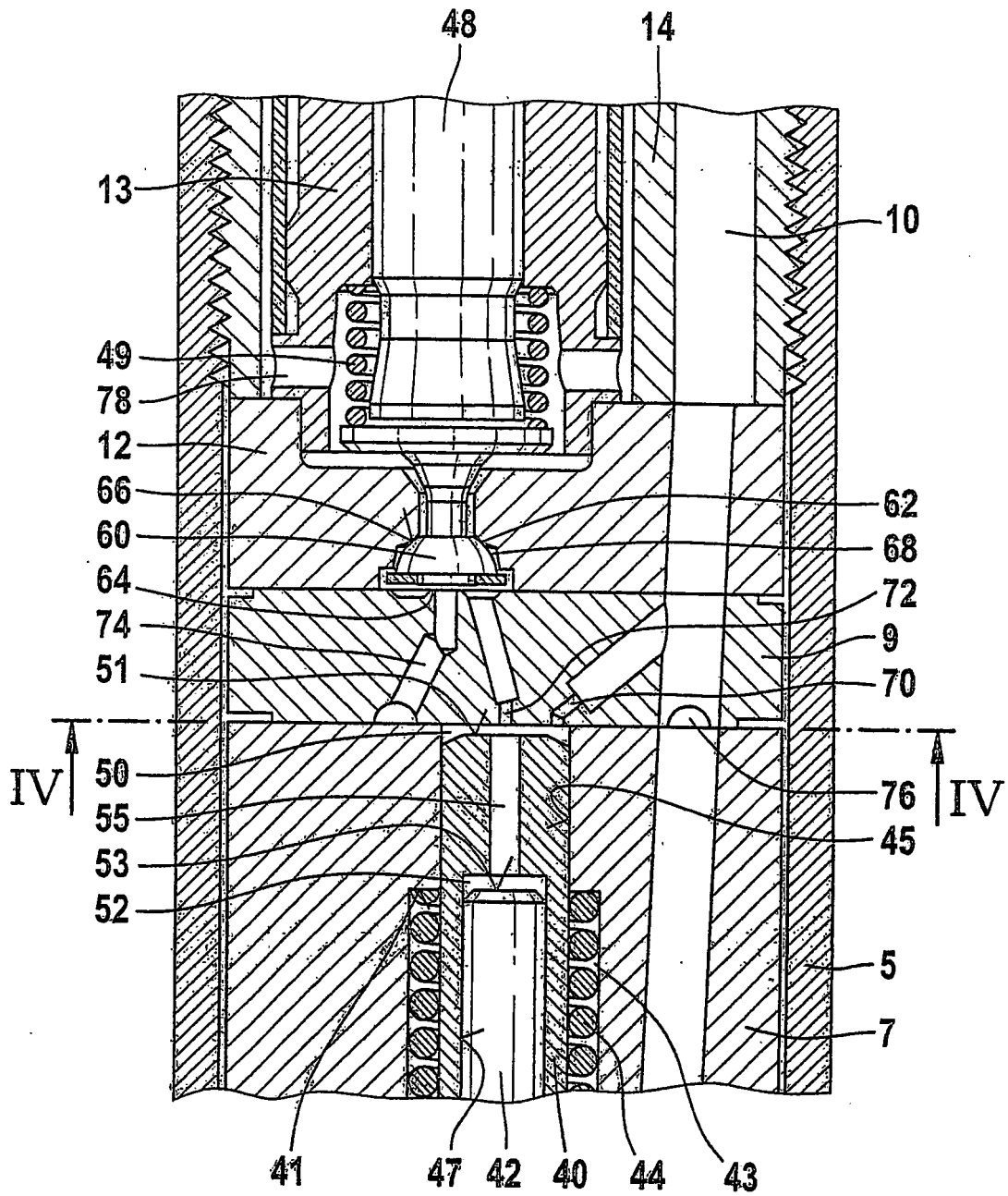
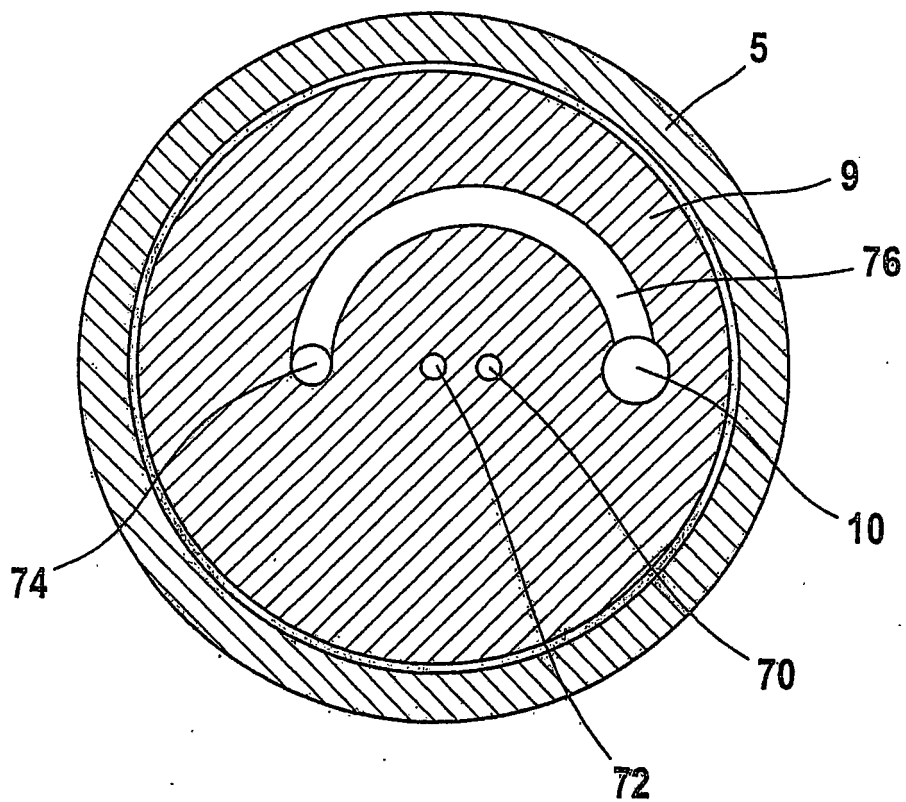


Fig. 4



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

- DE 4115477 A1 [0001]
- DE 10122241 A1 [0004]