

(19)



(11)

EP 1 747 370 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
17.03.2010 Patentblatt 2010/11

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

(21) Anmeldenummer: **05701547.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2005/050201

(22) Anmeldetag: **19.01.2005**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2005/095785 (13.10.2005 Gazette 2005/41)

(54) **KRAFTSTOFFEINSPRITZVENTIL FÜR BRENNKRAFTMASCHINEN**

FUEL-INJECTION VALVE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES

SOUPAPE D'INJECTION DE CARBURANT DESTINEE A DES MOTEURS A COMBUSTION
INTERNE

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

(30) Priorität: **30.03.2004 DE 102004015360**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
31.01.2007 Patentblatt 2007/05

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

(72) Erfinder:
• **JUNGER, Dieter
70374 Stuttgart (DE)**
• **FISCHER, Joerg-Peter
73779 Deizisau (DE)**
• **KREHER, Thilo
70180 Stuttgart (DE)**
• **NAGEL, Jens-Peter
70437 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 1 069 308 DE-A1- 10 205 970
US-A- 5 899 389 US-A1- 2003 038 185**

EP 1 747 370 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 aus, wie es aus der Offenlegungsschrift DE 102 05 970 A1 bekannt ist. In dem Kraftstoffeinspritzventil ist eine Ventilaußennadel und eine Ventillinennadel angeordnet, die beide längsverschiebbar sind, wobei die Ventillinennadel in der Ventilaußennadel angeordnet ist. Die Ventilnadeln wirken mit einer entsprechend ausgebildeten Dichtfläche mit einem Ventilsitz zusammen und steuern hierbei jeweils die Öffnung wenigstens einer Einspritzöffnung. Sowohl an der Ventilaußennadel als auch an der Ventillinennadel ist jeweils eine Druckfläche ausgebildet, die bei Beaufschlagung mit Kraftstoffdruck eine vom Ventilsitz weggerichtete Öffnungskraft auf die jeweilige Ventilnadel ausübt. Darüber hinaus ist im Gehäuse ein Steuerraum ausgebildet, durch dessen Druck eine der Öffnungskraft entgegengerichtete Schließkraft auf die Ventilaußennadel und die Ventillinennadel ausgeübt wird. Der Steuerraum ist hierbei mit Kraftstoff unter Druck befüllbar, wobei der Druck im Steuerraum über ein Ventil regelbar ist.

[0002] Beim bekannten Kraftstoffeinspritzventil wird die Ventilaußennadel von Kraftstoff ständig beaufschlagt, der unter Einspritzdruck steht. Bei einer Druckentlastung im Steuerraum öffnet sich die Ventilaußennadel und gibt die Einspritzöffnungen frei. Erst danach wird die Ventillinennadel und deren Druckfläche vom Kraftstoffdruck beaufschlagt, so dass die Ventillinennadel nach der Ventilaußennadel öffnet.

[0003] Ein ähnliches Kraftstoffeinspritzventil ist aus der US 5899389 auch bekannt.

[0004] Das bekannte Kraftstoffeinspritzventil weist hierbei den Nachteil auf, dass der Kraftstoffdruck im Zwischenraum zwischen der Ventilaußennadel und der Ventillinennadel periodisch schwankt, so dass die Ventilaußennadel je nach Druckdifferenz mehr oder weniger stark radial nach innen gepresst wird. Dadurch wird die Gleitreibung zwischen der Ventillinennadel und der Ventilaußennadel verändert, was zu einem erhöhten Verschleiß oder zu einem Klemmen der Ventilaußennadel auf der Ventillinennadel führen kann. Darüber hinaus ist es nicht möglich, die Ventillinennadel vor der Ventilaußennadel zu öffnen, was bei bestimmten Betriebszuständen der Brennkraftmaschine vorteilhaft ist. Weiter weist das bekannte Kraftstoffeinspritzventil den Nachteil auf, dass die Ventilnadeln nacheinander schließen. Ein solch sukzessives Schließen der Ventilnadeln bewirkt, dass Kraftstoff mit niedrigem Druck durch die Einspritzöffnungen in den Brennraum gelangen kann, was dort zu einer Erhöhung der Kohlenwasserstoff-Emissionen führt. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die Ventilaußennadel vor der Ventillinennadel schließt.

Vorteile der Erfindung

[0005] Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 weist demgegenüber den Vorteil auf, dass die Ventillinennadel vor der Ventilaußennadel öffnen kann, was eine größere Auslegungsfreiheit bei der Einspritzverlaufsformung erlaubt. Darüber hinaus ist die Steuerraum mit nur einem Steuerraum möglich. Hierzu werden die Ventillinennadel und die Ventilaußennadel stets vom Kraftstoff des Zulaufraums so beaufschlagt, dass sich dadurch eine der Schließkraft entgegengerichtete Öffnungskraft auf die Ventilnadeln ergibt. Da über eine geeignete Auslegung der jeweils druckbeaufschlagten Flächen an den Ventilnadeln ein unterschiedlicher Öffnungsdruck der Ventilaußennadel und der Ventillinennadel erreicht werden kann, kann über die Druckregelung im Steuerraum die Ventillinennadel vor der Ventilaußennadel öffnen.

[0006] Durch die Unteransprüche sind vorteilhafte Weiterbildungen des Gegenstandes der Erfindung möglich. In einer ersten vorteilhaften Ausgestaltung ist der Zwischenraum zwischen der Ventilaußennadel und der Ventillinennadel stets mit dem Zulaufraum hydraulisch verbunden. Hierbei wird die innere Druckfläche vom Druck des Zwischenraums beaufschlagt, so dass sich die gewünschte Öffnungskraft auf die Ventillinennadel ergibt. Durch die Druckerbindung des Zwischenraums mit dem Zulaufraum wird darüber hinaus eine Verformung der Ventilaußennadel aufgrund von Druckunterschieden an der Außen- und Innenseite der Ventilaußennadel vermieden, so dass die Reibung zwischen Ventilaußennadel und Ventillinennadel stets gering bleibt und es zu keinem Klemmen oder übermäßigem Reiben zwischen diesen beiden Ventilnadeln kommen kann. Vorteilhafterweise wird diese Verbindung über eine Verbindungsbohrung hergestellt, die im Wesentlichen radial in der Ventilaußennadel verläuft und von der vorzugsweise mehrere über den Umfang der Ventilaußennadel verteilt angeordnet sind.

[0007] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Gegenstandes der Erfindung ist an der Innenseite der Ventilaußennadel ein Absatz ausgebildet, dem die innere Druckschulter der Ventillinennadel gegenüber liegt. Hierbei ist der axiale Abstand des Absatzes von der inneren Druckschulter so bemessen, dass bei Anlage der Ventillinennadel und der Ventilaußennadel auf dem Ventilsitz die innere Druckschulter von dem Absatz beabstandet bleibt. Hierdurch wird ein ungedrosselter Zufluss von Kraftstoff, der oberhalb des Absatzes in dem Zwischenraum eingeleitet wird, zu den inneren Einspritzöffnungen ermöglicht. Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Öffnungshub der Ventillinennadel und der Ventilaußennadel so aufeinander abgestimmt ist, dass die Ventilnadeln in Öffnungsstellung so zueinander positioniert sind, dass der Absatz der Ventilaußennadel weiterhin einen axialen Abstand von der inneren Druckschulter

aufweist. Dadurch ist ein ungehinderter und ungedrosselter Zufluss von Kraftstoff zu sämtlichen Einspritzöffnungen sichergestellt. Es kann alternativ auch vorgesehen sein, dass der Hubanschlag der Ventilaußennadel durch die Anlage des Absatzes an der inneren Druckfläche gebildet wird. Dadurch kommt es bei geöffneten Ventilenadeln zu einem Druckabfall im Zwischenraum, was die Ventilaußennadel durch die Druckkräfte auf die Ventillinennadel drückt, so dass ein Voreilen der Ventilaußennadel bei der Schließbewegung verhindert wird. Somit ist ein synchrones Schließen von Ventillinennadel und Ventilaußennadel sichergestellt.

[0008] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist der axiale Abstand des Absatzes von der inneren Druckfläche so bemessen, dass dieser bei geöffneten Ventilenadeln kleiner ist als der Öffnungshub der Ventillinennadel. Hierdurch nimmt die Ventillinennadel bei ihrer Schließbewegung die Ventilaußennadel mit und zwingt diese somit in Richtung des Ventilsitzes. Bei Annäherung der Ventilaußennadel an den Ventilsitz kommt es zu einer starken Drosselung des Kraftstoffstroms zu den äußeren Einspritzöffnungen, so dass sich die hydraulische Öffnungskraft auf die Ventilaußennadel vermindert und diese beschleunigt zurück in ihre Schließstellung drückt. Dadurch setzt die Ventilaußennadel nur sehr kurze Zeit nach der Ventillinennadel auf dem Ventilsitz auf

[0009] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist an der Ventilaußennadel eine Ventildichtfläche mit zwei Dichtkanten ausgebildet, wobei die äußere Dichtkante stromaufwärts und die innere Dichtkante stromabwärts der äußeren Einspritzöffnung am Ventilsitz zur Anlage kommen. Dadurch ist sichergestellt, dass die äußeren Einspritzöffnung auch bei geöffneter Ventillinennadel hydraulisch abgeschlossen werden und kein Kraftstoff durch diese unkontrolliert in den Brennraum gelangen kann.

[0010] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist zwischen der Ventilaußennadel und der Ventillinennadel ein Steuervolumen ausgebildet, das als hydraulischer Mitnehmer dient. Hierdurch kann die Bewegung der Ventilaußennadel durch die Ventillinennadel beeinflusst werden, ohne dass es zu einem mechanischen Kontakt zwischen den Ventilenadeln kommt, was in der Regel mit einer erhöhten Geräuschemission und mit Verschleißproblemen einhergeht

Zeichnung

[0011] In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils dargestellt. Es zeigt

Figur 1	einen Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil mit schematisch dargestellten peripheren Bauteilen,
Figur 2	eine vergrößerte Darstellung des Kraftstoffeinspritzventils, wobei aufgrund der Symmetrie nur die rechte Hälfte gezeichnet ist,
Figur 3, Figur 4 und Figur 5	verschiedene Öffnungsstellungen der Ventilenadeln, wobei die Darstellung mit der in Figur 2 identisch ist,
Figur 6	in identischer Darstellung wie Figur 4 eine alternativ ausgebildete Ventilaußennadel,
Figur 7 und Figur 8	ein weiteres Ausführungsbeispiel und
Figur 9	ein weiteres Ausführungsbeispiel des Kraftstoffeinspritzventils.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0012] In Figur 1 ist ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil im Längsschnitt dargestellt. Das Kraftstoffeinspritzventil 1 weist einen Haltekörper 3, der nur teilweise dargestellt ist, eine Drosselplatte 5 und einen Ventilkörper 7 auf, die durch eine nicht dargestellte Vorrichtung in dieser Reihenfolge aneinandergespresst werden. Im Ventilkörper 7 ist ein Zulaufraum 12 ausgebildet, der im wesentlichen als eine gestufte Bohrung ausgebildet ist, die an ihrem brennraumseitigen Ende von einem im wesentlichen konischen Ventilsitz 20 begrenzt wird. Vom Ventilsitz 20 gehen äußere Einspritzöffnungen 22 und innere Einspritzöffnungen 24 aus, die in Einbaulage des Kraftstoffeinspritzventils in den Brennraum der Brennkraftmaschine münden. Die äußeren Einspritzöffnungen 22 weisen in diesem Ausführungsbeispiel einen größeren Durchmesser auf als die inneren Einspritzöffnungen 24. Im Zulaufraum 12 ist eine Ventilaußennadel 15 angeordnet, die als Hohl-nadel ausgebildet ist und damit eine Innenwand 31 aufweist und die an ihrem ventilsitzseitigen Ende eine im wesentlichen konische äußere Ventildichtfläche 18 aufweist. An der Ventilaußennadel 15 ist in einem mittleren Bereich ein Bund 62 ausgebildet, mit der sie in einem Führungsabschnitt 60 des Zulaufraums 12 geführt ist, wodurch die Ventilaußennadel 15 im Zulaufraum 12 längsverschiebbar ist. Durch die Längsbewegung wirkt die Ventilaußennadel 15 mit ihrer äußeren Ventildichtfläche 18 mit dem Ventilsitz 20 so zusammen, dass dadurch die äußeren Einspritzöffnungen 22 verschlossen oder freigegeben werden. Wie in Figur 2 dargestellt weist die äußere Ventildichtfläche 18 dabei eine äußere Dichtkante 25 und eine innere Dichtkante 27 auf, so dass die äußeren Einspritzöffnungen 22 bei Anlage der Ventilaußennadel 15 auf dem Ventilsitz 20 sowohl stromaufwärts als auch stromabwärts abgedichtet werden. Um den Kraftstoffdurchtritt in Richtung der Einspritzöffnungen 22, 24 zu ermöglichen, sind am Bund 62 Anschlüsse 64 ausgebildet, deren Querschnitt und Anzahl so bemessen ist, dass ein drosselungsfreier Zustrom von Kraftstoff zu den

Einspritzöffnungen 22, 24 möglich ist.

[0013] In der Ventilaußennadel 15 ist eine kolbenförmige Ventilinnennadel 17 längsverschiebbar angeordnet, die mit einem ventilsitzabgewandten zylindrischen Ansatz 44 in der Ventilaußennadel 15 geführt ist. Darüber hinaus ist die Ventilinnennadel 17 in einer zum Ventilsitz 20 hin angeordneten zweiten Führung 45 in der Ventilaußennadel 15 geführt, so dass eine exakt axiale Bewegung der Ventilinnennadel 17 gewährleistet ist. An der Führung 45 sind dabei Durchlässe, etwa in Form von Anschliffen ausgebildet, die einen weitgehend ungedrosselten Kraftstoffstrom in Richtung des Ventilsitzes 20 in dem zwischen der Ventilinnennadel 17 und der Ventilaußennadel 15 ausgebildeten Zwischenraum 50 erlauben. Die Ventilinnennadel 17 weist an ihrem ventilsitzseitigem Ende eine innere Ventildichtfläche 19 auf, mit der sie mit dem Ventilsitz 20 zusammenwirkt und hierbei die Öffnung der inneren Einspritzöffnungen 24 in gleicher Weise steuert wie die Ventilaußennadel 15 die äußeren Einspritzöffnungen 22.

[0014] Durch die Stirnseite 56 der Ventilinnennadel 17, die ringscheibenförmige Stirnseite 58 und der Ventilaußennadel 15, die Drosselplatte 5 sowie einer Hülse 26, die am ventilsitzabgewandten Ende der Ventilaußennadel 15 angeordnet ist und diese umgibt, wird ein Steuerraum 28 begrenzt, der mit Kraftstoff befüllt ist und dessen Druck regelbar ist. Der Steuerraum 28 ist über eine in der Drosselplatte 15 ausgebildete Zulaufdrossel 34 mit einem Zulaufkanal 9 verbunden, über den der Zulaufraum 12 mit Kraftstoff unter hohem Druck befüllbar ist. Darüber hinaus ist in der Drosselplatte 5 eine Ablaufdrossel 36 ausgebildet, über die der Steuerraum 28 mit einem Kraftstoffbehälter 42 verbindbar ist, wobei im Kraftstoffbehälter 42 stets ein niedriger Kraftstoffdruck herrscht. In der Verbindungsleitung vom Steuerraum 28 zum Kraftstoffbehälter 42 ist ein Steuerventil 40 angeordnet, das die Verbindung öffnet und schließt. Das Steuerventil 40 ist in dem gezeigten Ausführungsbeispiel als 2/2-Wege-Ventil ausgebildet.

[0015] Im Steuerraum 28 ist eine innere Schließfeder 30 unter Druckvorspannung angeordnet, die sich an einem Federabsatz 54 der Ventilinnennadel 17 abstützt und am anderen Ende an der Drosselscheibe 5. Durch die innere Schließfeder 30 wird eine Kraft in Richtung des Ventilsitzes 20 auf die Ventilinnennadel 17 ausgeübt. Entsprechend gleichwirkend wie die innere Schließfeder 30 ist im Zulaufraum 12 eine äußere Schließfeder 32 angeordnet, die sich mit einem Ende an der Hülse 26 abstützt und am anderen Ende an einem Ring 35, der auf der Ventilaußennadel 15 aufliegt. Aufgrund der Druckvorspannung der äußeren Schließfeder 32 wirkt auf die Ventilaußennadel 15 eine Schließkraft in Richtung des Ventilsitzes 20. Durch die innere Schließfeder 30 und die äußere Schließfeder 32 ist damit sichergestellt, dass die Ventilaußennadel 15 und die Ventilinnennadel 17 in ihrer Schließstellung verbleiben, falls keine weiteren Kräfte wirken, also insbesondere bei abgeschalteter Brennkraftmaschine. Die Schließfeder 32 ist weiterhin so bemessen, dass die Schließkraft auf die Ventilaußennadel 15 ausreicht, in Schließstellung beide Dichtkanten 25, 27 gegenüber dem Ventilsitz 20 abzudichten, auch bei einem niedrigen Druck im Steuerraum 28 und damit niedriger hydraulischer Schließkraft. Um die dafür erforderliche Kraft niedrig zu halten, ist im Bereich der Dichtkante 27 eine geringe Wandstärke zur Innenwand 31 vorgesehen.

[0016] In der Ventilaußennadel 15 ist eine Verbindungsbohrung 38 ausgebildet, die den Zulaufraum 12, in dem stets ein hoher Kraftstoffdruck herrscht, mit dem Zwischenraum 50 verbindet. Durch die Verbindungsbohrung 38 wird eine innere Druckfläche 48 der Ventilinnennadel 17, die ventilsitzseitig zur Verbindungsbohrung 38 an der Ventilinnennadel 17 ausgebildet ist, vom Kraftstoffdruck des Zulaufraums 12 beaufschlagt. Hierdurch ergibt sich eine hydraulische Kraft, die vom Ventilsitz 20 wegweist und der Kraft der inneren Schließfeder 30 entgegengerichtet ist. Der inneren Druckfläche 48 gegenüberliegend ist an der Innenseite der Ventilaußennadel 15 ein Absatz 47 ausgebildet, der in Schließstellung der Ventilaußennadel 15 und der Ventilinnennadel 17, das heißt, wenn diese in Anlage am Ventilsitz 20 sind, von der inneren Druckfläche 48 axial beabstandet ist. Dieser Abstand ist in Figur 2 mit h_m bezeichnet. An der Ventilaußennadel 15 ist in gleicher Weise eine äußere Druckfläche 49 ausgebildet, die vom Kraftstoffdruck im Zulaufraum 12 beaufschlagt wird, wodurch die Ventilaußennadel 15 eine der Schließkraft der äußeren Schließfeder 32 entgegengerichtete Öffnungskraft erfährt. Durch die Anschliffe 64 am Bund 62 ist sichergestellt, dass die äußere Druckfläche 49 stets vom vollen Kraftstoffdruck beaufschlagt ist.

[0017] Die Funktionsweise des Kraftstoffeinspritzventils ist wie folgt: Zu Beginn der Einspritzung ist das Steuerventil 40 geschlossen, so dass die Verbindung des Steuerraums 28 mit dem Kraftstoffbehälter 42 unterbrochen ist. Hierdurch baut sich über die Zulaufdrossel 34 im Steuerraum 28 der gleiche Druck auf wie im Zulaufraum 12, der aufgrund seiner Verbindung über den Zulaufkanal 9 stets auf einem hohen Kraftstoffdruck gehalten wird. Durch den Druck im Steuerraum 28 ergibt sich eine hydraulische Kraft auf die ventilsitzabgewandte Stirnseite 56 und den Federabsatz 54 der Ventilinnennadel 17 und die Stirnseite 58 der Ventilaußennadel 15. Die Ventilaußennadel 15 und die Ventilinnennadel 17 werden durch den Differenzdruck aus dem hydraulischen Druck im Steuerraum 28 und im Druckraum 12 einerseits und dem Brennraumdruck andererseits, der die innere Ventildichtfläche 19 und die äußere Ventildichtfläche 18 zum Teil beaufschlagt, zusätzlich zur Kraft der Schließfedern 30, 32 in ihrer Schließposition gehalten. Dazu werden die Fläche der Stirnseiten 56, 58, die Ventildichtflächen 19, 23 und die sonstigen vom Kraftstoffdruck im Druckraum 12 beaufschlagten Flächen der Ventilinnennadel 17 und der Ventilaußennadel 15 entsprechend ausgelegt.

[0018] Soll eine Einspritzung erfolgen, so wird das Steuerventil 40 geöffnet, wodurch über die Ablaufdrossel 36 Kraftstoff aus dem Steuerraum 28 abfließt und der Kraftstoffdruck dort abfällt. Hierdurch erniedrigt sich die hydraulische Kraft auf die Stirnseite 56 der Ventilinnennadel 17, so dass die Ventilinnennadel 17, angetrieben durch die hydraulischen

Kräfte auf die innere Druckfläche 48 und auf Teile der inneren Ventildichtfläche 19, vom Ventilsitz 20 abhebt, bis nach Durchfahren eines Öffnungshubs h_i die Stirnseite 56 an der Drosselscheibe 5 zur Anlage kommt. Diese Stellung des Kraftstoffeinspritzventils ist in Figur 3 dargestellt. Der Kraftstoffweg vom Zulaufraum 12 durch die Verbindungsbohrung 38 und den Zwischenraum 50 und zwischen der inneren Ventildichtfläche 19 und dem Ventilsitz 20 hindurch zu den inneren Einspritzöffnungen 24 wird dadurch aufgesteuert, so dass eine Kraftstoff-Einspritzung durch die inneren Einspritzöffnungen 24 stattfindet. Die an der äußeren Ventildichtfläche 18 ausgebildeten Dichtkanten 25, 27 dichten die äußeren Einspritzöffnungen 22 ab, wodurch diese nach wie vor geschlossen bleiben.

[0019] Fällt der Kraftstoffdruck im Steuerraum 28 weiter ab, so wird schließlich der Öffnungsdruck der Ventilaußennadel 15 erreicht, also der Druck, bei dem die hydraulische Schließkraft auf die Stirnseite 58 und auf den Absatz 47 sowie die Kraft der Schließfeder 32 in Summe kleiner sind als die Summe der hydraulischen Öffnungskräfte auf die äußere Druckfläche 49 und auf die vom Kraftstoffbeaufschlagte Teilfläche der äußeren Ventildichtfläche 18. Die Ventilaußennadel 15 hebt vom Ventilsitz 20 ab und durchfährt einen Öffnungshub h_a , bis sie mit ihrer Stirnseite 58 an der Drosselscheibe 5 zur Anlage kommt. Diese Stellung des Kraftstoffeinspritzventils ist in Figur 4 dargestellt. Der Öffnungshub in der Ventilaußennadel 15 ist hierbei so bemessen, dass in ihrer Öffnungsstellung ein axialer Abstand zwischen den Absatz 47 und der inneren Druckfläche 48 verbleibt. Auch kann durch ein Schließen des Steuerventils 40 die Ventilaußennadel 15 ihre Schließstellung wieder früher erreichen, wodurch weniger Kraftstoff in den Brennraum gelangt. In dieser Öffnungsstellung fließt zum einen Kraftstoff durch die Verbindungsbohrung 38 und den Zwischenraum 50 und durch Anschlüsse an der zweiten Führung 45 hindurch zu den inneren Einspritzöffnungen 24 und andererseits Kraftstoff aus dem Zulaufraum 12 durch die Anschlüsse 64 zwischen der äußeren Ventildichtfläche 18 und den Ventilsitz 20 hindurch zu den äußeren Einspritzöffnungen 22, so dass nunmehr durch sämtliche Einspritzöffnungen Kraftstoff in den Brennraum eingespritzt wird. Durch die Einstromung von Kraftstoff sowohl über den Zulaufraum 12 als auch über den Zwischenraum 50 werden sämtliche Einspritzöffnungen 22, 24 optimal mit Kraftstoff versorgt, so dass mit vollem Druck eine große Menge Kraftstoff in kurzer Zeit in den Brennraum eingebracht werden kann.

[0020] Zur Beendigung der Einspritzung wird das Steuerventil 40 geschlossen, so dass über den durch die Zulaufdrossel 34 nachströmenden Kraftstoff der Kraftstoffdruck in Steuerraum 28 wieder ansteigt. Die Ventilnadeln beginnen ihre Schließbewegung nach Überschreitung des jeweiligen Schließdrucks im Steuerraum 28, wobei der Schließdruck der Ventilaußennadel 15 früher erreicht wird als der der Ventilinnennadel 17. Dies hat seinen Grund zum einen darin, dass die Kraft der äußeren Schließfeder 32 höher ist und zum anderen darin, dass die hydraulischen Druckkräfte an der äußeren Ventildichtfläche 18 aufgrund der Drosselung des Kraftstoffstroms, der aus dem Zulaufraum 12 in Richtung der äußeren Einspritzöffnungen 22 fließt, niedriger sind als die hydraulischen Druckkräfte auf die Ventilinnennadel 17. Der Druck im Steuerraum 28 bleibt während der Schließbewegung der Ventilaußennadel 15 zumindest annähernd konstant, da sich der Kraftstoffzustrom über die Zulaufdrossel 34 und die Vergrößerung des Steuerraum 28 ausgleichen. Mit zunehmender Annäherung der Ventilaußennadel 15 an den Ventilsitz 20 verstärkt sich die Drosselung an der äußeren Ventildichtfläche 18, woraus ein beschleunigtes Schließen Ventilaußennadel 15 resultiert. Die Stellung der Ventilaußennadel 15 und der Ventilinnennadel 17 zueinander, bei der die Ventilaußennadel 15 bereits auf dem Ventilsitz 20 aufgesetzt hat, aber die Ventilinnennadel 17 noch einen Abstand zum Ventilsitz 20 aufweist, entspricht wiederum der Darstellung in Figur 3.

[0021] In Figur 5 und Figur 6 ist eine alternative Ausbildung der inneren Druckfläche 48 und des Absatzes 47 dargestellt. Sowohl der Absatz 47 als auch die innere Druckfläche 48 sind vorzugsweise als konische Flächen ausgebildet, die hier jedoch nicht, wie in den Figuren 2, 3 und 4 dargestellt, denselben Öffnungswinkel aufweisen, sondern bei denen der Öffnungswinkel der inneren Druckfläche 48 größer ist als der Öffnungswinkel des Absatzes 47. Die axiale Zuordnung zwischen dem der inneren Druckfläche 48 und dem Absatz 47 einerseits und der Stirnseite 58 der Ventilaußennadel 15 andererseits ist so ausgelegt, dass zwischen der Stirnseite 58 und der Drosselplatte 5 stets ein Spalt verbleibt. Dieser Zustand ist in Figur 6 dargestellt. Wenn bei der Öffnungsbewegung der Ventilaußennadel 15 der Absatz 47 auf der inneren Druckfläche 48 aufliegt, bildet sich dort eine Dichtkante 51, wodurch sich im Zwischenraum 50 ein niedrigerer Druck entsprechend den Druckverhältnissen im Bereich des Ventilsitzes 20 einstellt. Durch den jetzt niedrigeren Druck im Zwischenraum 50, sowohl gegenüber dem Druck im Zulaufraum 12 als auch gegenüber dem Druck im Steuerraum 28, ergibt sich beim Schließvorgang auf die Ventilinnennadel 17 eine größere Schließkraft. Auf die Ventilaußennadel 15 wirkt hingegen eine der Schließbewegung entgegengerichtete Druckkraft auf die äußere Druckfläche 49, welche mit dem Druck des Zulaufraums 12 beaufschlagt ist, so dass sich die Schließbewegung der Ventilaußennadel 15 entsprechend verzögert. Hierdurch wird verhindert, dass bei der Schließbewegung die Ventilaußennadel 15 vorseilt und die Ventilinnennadel 17 später als diese schließt, was sonst durch die stets größere Sitzdrosselung und die dadurch verursachte Druckerniedrigung an der äußeren Ventildichtfläche 18 begünstigt wird.

[0022] In Figur 7 und Figur 8 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel dargestellt, wobei im folgenden nur auf die Unterschiede zu den vorangegangenen Ausführungsbeispielen eingegangen wird. Die Zulaufdrossel 34 ist hier so in der Drosselscheibe 5 angeordnet, dass die Ventilinnennadel 17 die Zulaufdrossel 34 bei Anlage an der Drosselplatte 5 teilweise bzw. vollständig verschließt. Die Stirnseite 56 der Ventilinnennadel 17 ist als zur Drosselplatte 5 parallele Fläche ausgebildet und mit einer Beißkante 55 versehen, die für eine ausreichende Abdichtung an dieser Stelle sorgt.

Durch das teilweise oder vollständige Unterbinden des Kraftstoffzuflusses durch die Zulaufdrossel 34 in den Steuerraum 28 sinkt der Druck im Steuerraum 28 durch das Abfließen durch die Ablaufdrossel 36 sehr schnell bis zum Erreichen eines Steuerraumsdruck, bei dem auch die Ventilaußennadel 15 öffnet. Dadurch ist es möglich, die Ventilaußennadel 15 bereits kurz nach dem vollständigen Öffnen der Ventillinnennadel 17 zu öffnen. Weiterhin kann der Unterschied zwischen den Öffnungsdrücken der Ventillinnennadel 17 und der Ventilaußennadel 15 vergrößert werden, ohne dass dies zu einem großen Zeitverzug zwischen dem Öffnungszeitpunkt der Ventillinnennadel 17 und der Ventilaußennadel 15 führt. Um den Schließvorgang zu steuern ist hier als Steuerventil 40' ein 3/2-Wegeventil vorgesehen, dass in der ersten Schaltstellung die Ablaufdrossel 36 mit dem Kraftstoffbehälter 42 verbindet, während in der zweiten Schaltstellung die Ablaufdrossel mit dem Zulaufkanal 9 verbunden wird. Beim Schließvorgang wird das Steuerventil 40' in seine zweite Schaltstellung gebracht, so dass über die Ablaufdrossel 36 Kraftstoff in den Steuerraum 28 strömt. Durch diesen Zufluss kann der Steuerraumdruck rasch erhöht werden, auch wenn die Zulaufdrossel 34 vollständig durch die Ventillinnennadel 17 abgedichtet ist. Sofort nach dem Abheben der Ventillinnennadel 17 von der Drosselscheibe 5 strömt sowohl durch die Zulaufdrossel 34 als auch durch die Ablaufdrossel 36 Kraftstoff in den Steuerraum 28, so dass der Schließvorgang mit verringerter Drosselung und damit höherer Geschwindigkeit erfolgt.

[0023] In Figur 9 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem das Zusammenwirken von Ventillinnennadel 17 und Ventilaußennadel 15 hydraulisch erfolgt. Der Absatz 47 und die innere Druckfläche 48 schließen zusammen mit dem zylindrischen Ansatz 44 und einem weiteren, an der Ventillinnennadel 17 ausgebildeten weiteren zylindrischen Ansatz 39 ein Steuervolumen 53 ein, welches durch eine in der Ventilaußennadel 15 ausgebildete Drosselbohrung 37 mit dem Zulaufraum 12 verbunden ist und als hydraulischer Mitnehmer dient. Sowohl der zylindrische Ansatz 44 als auch der weitere zylindrische Ansatz 39 dichten das Steuervolumen 53 hierbei ausreichend ab. Durch das Steuervolumen 53 kann eine hydraulische Dämpfung der Relativbewegung zwischen Ventillinnennadel 17 und Ventilaußennadel 15 erzeugt werden, was eine reduzierte Öffnungsgeschwindigkeit der Ventillinnennadel 17 bewirkt aufgrund des rasch abfallenden Drucks im Steuervolumen 53 und der damit fehlenden Öffnungskraft auf die innere Druckfläche 48. Die Verbindungsbohrungen 38 sind zwischen dem weiteren zylindrischen Ansatz 39 und dem Ventilsitz 20 anzuordnen, um einen ungedrosselten Zulauf zum Zwischenraum 50 zu gewährleisten. Der Öffnungszeitpunkt der Ventilaußennadel 15 ist in vorteilhafter Weise auf einen Zeitpunkt nach Beendigung des Öffnens der Ventillinnennadel 17 zu legen, was in Kombination mit dem in Figur 7 und Figur 8 dargestellten Ausführungsbeispiel sichergestellt werden kann. Dadurch ist die Öffnungsbewegung der Ventilaußennadel 15 ebenfalls gedämpft, ohne dass ein sprunghaftes Öffnen stattfindet.

[0024] In Abhängigkeit von der Öffnungsdauer des Steuerventils 40' durchläuft die Ventilaußennadel 15 einen Teilhub des Gesamthubs h_a der Ventilaußennadel 15, wodurch die Öffnungsdauer der Ventilaußennadel 15 und der Ventillinnennadel 17 verlängert wird und die Einspritzmenge anteilig zunimmt. Wird das Steuerventil 40' geschlossen, das hier ebenfalls als 3/2-Wegeventil ausgebildet ist, erhöht sich der Druck im Steuerraum 28, wodurch die Ventilaußennadel 15 aufgrund der größeren Sitzdrosselung zuerst losläuft, jedoch wird die Ventillinnennadel 17 durch die Druckerniedrigung im Steuervolumen 53, das sich durch die Bewegung der Ventilaußennadel 15 vergrößert und die damit wegfallende Öffnungskraft auf die innere Druckfläche 48, in Richtung Ventilsitzes 20 mitgenommen. Die Schließreihenfolge zwischen Ventillinnennadel 17 und Ventilaußennadel 15 ist abhängig von der Ansteuerdauer und der Abstimmung zwischen dem Hub der Ventillinnennadel 17 und dem der Ventilaußennadel 15. Der Hub h_a der Ventilaußennadel 15 ist vorzugsweise so auf den Hub h_i der Ventillinnennadel 17 abzustimmen, dass bei maximaler Einspritzmenge die Ventillinnennadel 17 und Ventilaußennadel 15 zeitgleich schließen und somit die für die gewünschte Einspritzmenge kürzeste Einspritzdauer möglich wird.

[0025] Bei der Auslegung des Steuervolumens 53 ist es vorteilhaft, wenn die Ventilaußennadel 15 bei der maximalen Einspritzmenge nicht an einem ortsfesten Anschlag zur Anlage kommt. Die Ventilaußennadel 15 drosselt den Kraftstoffstrom zur zu Beginn ihrer Öffnungshubbewegung. Bewegt sich die Ventilaußennadel 15 aus diesem Drosselbereich heraus, ist der Kraftstoffstrom aus dem Zulaufraum 12 zu den Einspritzöffnungen 22, 24 weitgehend unabhängig vom Hub der Ventilaußennadel 15. Auf einen Anschlag kann damit verzichtet werden und der Druck im Steuerraum 28 wird so rechtzeitig wieder erhöht, dass die Ventilaußennadel 15 im ballistischen Betrieb bleibt. Dies führt auch zu einer Minderung des Geräusches, da der Anschlag der Ventilaußennadel 15 entfällt.

[0026] Weiterhin ist eine aufwendige Herstellung eines gezielten Öffnungshubs der Ventilaußennadel 15 nicht notwendig. Auch kann eine un stetige Bewegung infolge eines Prellens am Anschlag vermieden werden, welche sich negativ auf den Mengenkennlinienverlauf auswirkt.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einer Ventilaußennadel (15), die durch eine Längsbewegung mit einem Ventilsitz (20) zum Öffnen und Schließen wenigstens einer äußeren Einspritzöffnung (22) zusammenwirkt, und mit einer in der Ventilaußennadel (20) angeordneten Ventillinnennadel (17), die durch ihre Längsbewegung zum Öffnen und Schließen wenigstens einer inneren Einspritzöffnung (24) mit einem Ventilsitz (20) zusammenwirkt,

und mit einem Steuerraum (28), der mit Kraftstoff unter Druck befüllbar ist, wobei der Kraftstoffdruck so auf die Ventilaußennadel (15) und die Ventilinnennadel (17) wirkt, dass dadurch auf die Ventilinnennadel (17) und die Ventilaußennadel (15) eine Schließkraft in Richtung des Ventilsitzes (20) ausübt wird, und mit einem die Ventilaußennadel (15) zumindest teilweise umgebenden Zulaufraum (12), der mit Kraftstoff unter Druck befüllbar ist, wobei durch den Kraftstoffdruck im Zulaufraum (12) eine der Schließkraft entgegengerichtete Öffnungskraft sowohl auf die Ventilinnennadel (17) als auch auf die Ventilaußennadel (15) wirkt und an der Innenseite der Ventilaußennadel (15) ein Absatz (47) ausgebildet ist, der einer inneren Druckfläche (48) der Ventilinnennadel (17) gegenüberliegt und der bei Anlage der Ventilinnennadel (17) und der Ventilaußennadel (15) auf dem Ventilsitz (20) von der inneren Druckfläche (48) axial beabstandet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ventilinnennadel (17) bei ihrer Schließbewegung auf den Ventilsitz (20) zu die geöffnete Ventilaußennadel (15) durch Anlage am Absatz (47) in Schließrichtung bewegt.

2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Ventilaußennadel (15) und der Ventilinnennadel (17) ein Zwischenraum (50) ausgebildet ist, der stets mit dem Zulaufraum (12) hydraulisch verbunden ist.

3. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Ventilinnennadel (17) des innere Druckfläche (48) ausgebildet ist, die vom Druck im Zwischenraums (50) beaufschlagt wird.

4. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindung des Zwischenraums (50) mit dem Zulaufraum (12) über wenigstens eine in der Ventilaußennadel (15) ausgebildete Verbindungsbohrung (38) hergestellt ist.

5. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ventilinnennadel (17) nach Abheben vom Ventilsitz (20) und nach Durchfahren eines Öffnungshubs (h_i) mit ihrer Stirnseite (56) an einem ortsfesten Anschlag zur Anlage kommt und ebenso die Ventilaußennadel (17) nach Durchfahren eines Öffnungshubs (h_a) mit ihrer Stirnseite (58) an einem ortsfesten Anschlag, wobei die Öffnungshübe so zueinander bemessen sind, dass der Absatz (47) der Ventilaußennadel (15) von der inneren Druckfläche (48) beabstandet bleibt, wenn die Ventilaußennadel (15) und die Ventilinnennadel (17) in ihrer Öffnungsstellung sind.

6. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ventilinnennadel (17) nach Abheben vom Ventilsitz (20) und nach Durchfahren eines Öffnungshubs (h_i) in eine Öffnungsstellung fährt, wobei die Ventilinnennadel (17) mit ihrer Stirnseite an einem ortsfesten Anschlag zur Anlage kommt und die Ventilaußennadel (15) bei ihrem Öffnungshub (h_a) mit dem Absatz (47) an der inneren Druckfläche (48) zur Anlage kommt.

7. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die innere Druckfläche (48) und der Absatz (47) konisch ausgebildet sind, wobei die Konusflächen einen unterschiedlichen Öffnungswinkel aufweisen, so dass der Absatz (47) so mit einer Dichtkante (51) auf der inneren Druckfläche (48) zur Anlage kommen kann, dass die Verbindung des Zulaufraums (12) mit dem Zwischenraum (50) über die Verbindungsbohrung (38) getrennt wird.

8. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ventilsitz (20) im wesentlichen konisch ausgebildet ist und vom Ventilsitz (20) wenigstens eine äußere Einspritzöffnung (22) und eine innere Einspritzöffnung (24) ausgeht, wobei die Ventilaußennadel (15) die äußeren Einspritzöffnungen (22) und die Ventilinnennadel (17) die inneren Einspritzöffnungen (24) steuert.

9. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die äußere Ventildichtfläche (18) an der Ventilaußennadel (15) so geformt ist, dass bei Anlage der Ventilaußennadel (15) auf dem Ventilsitz (20) die äußeren Einspritzöffnungen (22) sowohl stromaufwärts als auch stromabwärts abgedichtet werden.

10. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die äußere Ventildichtfläche (18) an der Ventilaußennadel (15) eine äußere Dichtkante (25) und eine innere Dichtkante (27) aufweist, von denen die äußere Dichtkante (25) stromaufwärts der äußeren Einspritzöffnungen (22) und die innere Dichtkante (27) stromabwärts der äußeren Einspritzöffnungen (22) am Ventilsitz (20) zur Anlage kommt und dabei die äußeren Einspritzöffnungen (22) in beide Strömungsrichtungen abdichtet.

11. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerraum (28) über eine Zulaufdrossel (34) mit einem Zulaufkanal (9) verbunden ist und über einen Ablaufkanal (36) mit einem Kraftstoffbehälter

(42), wobei im Ablaufkanal (36) ein Steuerventil (40) angeordnet ist, das den Ablaufkanal (36) öffnet oder verschließt (2/2-Wegeventil).

12. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerraum (28) über einen Ablaufkanal (36) mit einem Kraftstoffbehälter (42) verbindbar ist, wobei der Ablaufkanal (36), der Kraftstoffbehälter (42) und der Zulaufkanal (9) so mit einem Steuerventil (40') verbunden sind, dass in einer ersten Schaltstellung des Steuerventils (40') der Ablaufkanal (36) mit dem Kraftstoffbehälter (42) und in einer zweiten Schaltstellung mit dem Zulaufkanal (9) verbunden wird (3/2-Wegeventil).

13. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Ventilinnennadel (17) ein zylindrischer Ansatz (44) und ein weiterer zylindrischer Ansatz (39) ausgebildet sind, die axial zueinander beabstandet sind und die so ausgebildet sind, dass an den zylindrischen Ansätzen (39; 44) eine hydraulische Abdichtung zwischen der Ventilinnennadel (17) und der Ventilaußennadel (15) stattfindet, wobei durch die hydraulischen Ansätze (39; 42) ein Steuervolumen (53) begrenzt wird, das über eine Drosselbohrung (37) mit dem Zulaufraum (12) verbunden ist.

14. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuervolumen (53) und die Drosselbohrung (37) so ausgelegt sind, dass die Ventilaußennadel (15) bei der maximalen Einspritzmenge des Kraftstoffeinspritzventils in einem ballistischen Betrieb nicht an einem ortsfesten Anschlag zur Anlage kommt.

15. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schließgeschwindigkeiten der Ventilaußennadel (15) und der Ventilinnennadel (17) so aufeinander abgestimmt sind, dass sie bei maximaler Einspritzmenge des Kraftstoffeinspritzventils bei ihrer Schließbewegung gleichzeitig auf dem Ventilsitz (20) zur Anlage kommen.

Claims

1. Fuel injection valve for internal combustion engines, having a valve outer needle (15) which interacts, by means of a longitudinal movement, with a valve seat (20) so as to open and close at least one outer injection opening (22), and having a valve inner needle (17) which is arranged in the valve outer needle (20) and which, by means of its longitudinal movement, interacts with a valve seat (20) so as to open and close at least one inner injection opening (24), and having a control chamber (28) which can be filled with pressurized fuel, with the fuel pressure acting on the valve outer needle (15) and the valve inner needle (17) in such a way that a closing force in the direction of the valve seat (20) is thereby exerted on the valve inner needle (17) and on the valve outer needle (15), and having an inflow chamber (12) which at least partially surrounds the valve outer needle (15) and which can be filled with pressurized fuel, with the fuel pressure in the inflow chamber (12) exerting an opening force, which is directed counter to the closing force, both on the valve inner needle (17) and also on the valve outer needle (15), and with a shoulder (47) being formed on the inner side of the valve outer needle (15), which shoulder (47) is situated opposite an inner pressure surface (48) of the valve inner needle (17) and which shoulder (47) is spaced apart axially from the inner pressure surface (48) when the valve inner needle (17) and the valve outer needle (15) are in contact against the valve seat (20), **characterized in that** the valve inner needle (17), during its closing movement towards the valve seat (20), moves the open valve outer needle (15) in the closing direction by coming into contact against the shoulder (47).

2. Fuel injection valve according to Claim 1, **characterized in that** an intermediate chamber (50) is formed between the valve outer needle (15) and the valve inner needle (17), which intermediate chamber (50) is permanently hydraulically connected to the inflow chamber (12).

3. Fuel injection valve according to Claim 2, **characterized in that** the valve inner needle (17) has formed on it the inner pressure surface (48), which is acted on by the pressure in the intermediate chamber (50).

4. Fuel injection valve according to Claim 2, **characterized in that** the connection of the intermediate chamber (50) to the inflow chamber (12) is produced by means of at least one connecting bore (38) which is formed in the valve outer needle (15).

5. Fuel injection valve according to Claim 1,

characterized in that the valve inner needle (17), after rising up from the valve seat (20) and after travelling through an opening stroke (h_i), comes into contact with its end side (56) against a positionally fixed stop, and likewise, the valve outer needle (15), after travelling through an opening stroke (h_a), comes into contact with its end side (58) against a positionally fixed stop, with the opening strokes being dimensioned relative to one another in such a way that the shoulder (47) of the valve outer needle (15) remains spaced apart from the inner pressure surface (48) when the valve outer needle (15) and the valve inner needle (17) are in their open position.

6. Fuel injection valve according to Claim 1,

characterized in that the valve inner needle (17), after rising up from the valve seat (20) and after travelling through an opening stroke (h_i), moves into an open position, with the valve inner needle (17) coming into contact with its end side against a positionally fixed stop and with the valve outer needle (15), during its opening stroke (h_a), coming into contact with the shoulder (47) against the inner pressure surface (48).

7. Fuel injection valve according to Claim 1,

characterized in that the inner pressure surface (48) and the shoulder (47) are of conical design, with the cone surfaces having a different opening angle such that the shoulder (47) can come into contact with a sealing edge (51) against the inner pressure surface (48) in such a way that the connection of the inflow chamber (12) to the intermediate chamber (50) via the connecting bore (38) is separated.

8. Fuel injection valve according to Claim 1,

characterized in that the valve seat (20) is of substantially conical design and at least one outer injection opening (22) and one inner injection opening (24) extend from the valve seat (20), with the valve outer needle (15) controlling the outer injection openings (22) and the valve inner needle (17) controlling the inner injection openings (24).

9. Fuel injection valve according to Claim 8,

characterized in that the outer valve sealing surface (18) on the valve outer needle (15) is shaped such that, when the valve outer needle (15) is in contact against the valve seat (20), the outer injection openings (22) are sealed off both upstream and also downstream.

10. Fuel injection valve according to Claim 9,

characterized in that the outer valve sealing surface (18) on the valve outer needle (15) has an outer sealing edge (25) and an inner sealing edge (27), of which the outer sealing edge (25) comes into contact against the valve seat (20) upstream of the outer injection openings (22) and the inner sealing edge (27) comes into contact against the valve seat (20) downstream of the outer injection openings (22), and said outer valve sealing surface (18) hereby seals off the outer injection openings (22) in both flow directions.

11. Fuel injection valve according to Claim 1,

characterized in that the control chamber (28) is connected via an inflow throttle (34) to an inflow duct (9) and via an outflow duct (36) to a fuel tank (42), with the outflow duct (36) having arranged in it a control valve (40) which opens or closes off the outflow duct (36) (2/2-way valve).

12. Fuel injection valve according to Claim 1,

characterized in that the control chamber (28) can be connected via an outflow duct (36) to a fuel tank (42), with the outflow duct (36), the fuel tank (42) and the inflow duct (9) being connected to a control valve (40') in such a way that, in a first switching position of the control valve (40'), the outflow duct (36) is connected to the fuel tank (42), and in a second switching position, the outflow duct (36) is connected to the inflow duct (9) (3/2-way valve).

13. Fuel injection valve according to Claim 1,

characterized in that a cylindrical collar (44) and a further cylindrical collar (39) are formed on the valve inner needle (17), which cylindrical collars are spaced apart from one another axially and are designed such that, at the cylindrical collars (39; 44), hydraulic sealing takes place between the valve inner needle (17) and the valve outer needle (15), with the hydraulic collars (39; 42) delimiting a control volume (53) which is connected via a throttle bore (37) to the inflow chamber (12).

14. Fuel injection valve according to Claim 13,

characterized in that the control volume (53) and the throttle bore (37) are designed such that the valve outer needle (15) does not come into contact against a positionally fixed stop at the maximum injection quantity of the fuel injection valve in a ballistic operating mode.

15. Fuel injection valve according to Claim 14,

characterized in that the closing speeds of the valve outer needle (15) and of the valve inner needle (17) are coordinated with one another in such a way that, at the maximum injection quantity of the fuel injection valve, said valve outer needle (15) and valve inner needle (17) come into contact against the valve seat (20) at the same time during their closing movement.

Revendications

1. Soupape d'injection de carburant pour moteurs à combustion interne comprenant une aiguille extérieure de soupape (15), qui coopère par un mouvement longitudinal avec un siège de soupape (20) pour ouvrir et fermer au moins une ouverture d'injection extérieure (22), et une aiguille intérieure de soupape (17) disposée dans l'aiguille extérieure de soupape (15), qui coopère par un mouvement longitudinal avec un siège de soupape (20) pour ouvrir et fermer au moins une ouverture d'injection intérieure (24), et un espace de commande (28), qui peut être rempli de carburant sous pression, la pression de carburant agissant sur l'aiguille extérieure de soupape (15) et sur l'aiguille intérieure de soupape (17) de telle sorte qu'une force de fermeture soit exercée dans la direction du siège de soupape (20) sur l'aiguille intérieure de soupape (17) et l'aiguille extérieure de soupape (15), et un espace d'amenée (12), entourant au moins partiellement l'aiguille extérieure de soupape (15), qui peut être rempli de carburant sous pression, une force d'ouverture opposée à la force de fermeture agissant sous l'effet de la pression de carburant dans l'espace d'amenée (12) à la fois sur l'aiguille intérieure de soupape (17) et sur l'aiguille extérieure de soupape (15) et un épaulement (47) étant réalisé sur le côté intérieur de l'aiguille extérieure de soupape (15), lequel est opposé à une surface de pression intérieure (48) de l'aiguille intérieure de soupape (17) et est espacé axialement de la surface de pression intérieure (48) lors de l'application de l'aiguille intérieure de soupape (17) et de l'aiguille extérieure de soupape (15) sur le siège de soupape (20), **caractérisée en ce que** l'aiguille intérieure de soupape (17), lors de son mouvement de fermeture vers le siège de soupape (20) déplace dans la direction de fermeture l'aiguille extérieure de soupape ouverte (15) par application contre l'épaulement (47).
2. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'**un espace intermédiaire (50) est réalisé entre l'aiguille extérieure de soupape (15) et l'aiguille intérieure de soupape (17), lequel est toujours connecté hydrauliquement à l'espace d'amenée (12).
3. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** la surface de pression intérieure (48), qui est sollicitée par la pression dans l'espace intermédiaire (50), est réalisée sur l'aiguille intérieure de soupape (17).
4. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** la connexion de l'espace intermédiaire (50) à l'espace d'amenée (12) est réalisée par le biais d'au moins un alésage de connexion (38) réalisé dans l'aiguille extérieure de soupape (15).
5. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'aiguille intérieure de soupape (17), après s'être soulevée du siège de soupape (20) et après avoir parcouru une course d'ouverture (h_i), vient en appui avec son côté frontal (56) contre une butée fixe et l'aiguille extérieure de soupape (17), après avoir parcouru une course d'ouverture (h_a), vient également en appui avec son côté frontal (58) contre une butée fixe, les courses d'ouverture étant dimensionnées l'une par rapport à l'autre de telle sorte que l'épaulement (47) de l'aiguille extérieure de soupape (15) reste espacé de la surface de pression intérieure (48) lorsque l'aiguille extérieure de soupape (15) et l'aiguille intérieure de soupape (17) sont dans leur position d'ouverture.
6. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'aiguille intérieure de soupape (17), après s'être soulevée du siège de soupape (20) et après avoir parcouru une course d'ouverture (h_i), se déplace dans une position d'ouverture, l'aiguille intérieure de soupape (17) venant en appui contre une butée fixe avec son côté frontal, et l'aiguille extérieure de soupape (15), lors de sa course d'ouverture (h_a), venant en appui avec l'épaulement (47) contre la surface de pression intérieure (48).
7. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la surface de pression intérieur (48) et l'épaulement (47) sont réalisés sous forme conique, les surfaces coniques présentant un angle d'ouverture différent de sorte que l'épaulement (47) puisse venir en appui avec une arête d'étanchéité (51) sur la surface de pression intérieure (48) de telle sorte que la connexion de l'espace d'amenée (12) à l'espace intermédiaire (50) soit séparée par le biais de l'alésage de connexion (38).

8. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le siège de soupape (20) est réalisé sous forme essentiellement conique et au moins une ouverture d'injection extérieure (22) et une ouverture d'injection intérieure (24) partent du siège de soupape (20), l'aiguille extérieure de soupape (15) commandant les ouvertures d'injection extérieures (22) et l'aiguille intérieure de soupape (17) commandant les ouvertures d'injection intérieures (24).
9. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** la surface d'étanchéité de soupape extérieure (18) est formée sur l'aiguille extérieure de soupape (15) de telle sorte que lors de l'application de l'aiguille extérieure de soupape (15) sur le siège de soupape (20), les ouvertures d'injection extérieures (22) soient fermées de manière étanche à la fois en amont et en aval.
10. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 9, **caractérisée en ce que** la surface d'étanchéité de soupape extérieure (18) sur l'aiguille extérieure de soupape (15) présente une arête d'étanchéité extérieure (25) et une arête d'étanchéité intérieure (27), dont l'arête d'étanchéité extérieure (25) vient en appui sur le siège de soupape (20) en amont des ouvertures d'injection extérieures (22) et l'arête d'étanchéité intérieure (27) en aval des ouvertures d'injection extérieures (22), en fermant ainsi de manière étanche les ouvertures d'injection extérieures (22) dans les deux sens de l'écoulement.
11. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'espace de commande (28) est connecté par le biais d'un étranglement d'amenée (34) à un canal d'amenée (9) et par le biais d'un canal d'écoulement (36) à un réservoir de carburant (42), une soupape de commande (40) étant disposée dans le canal d'écoulement (36) et ouvrant ou fermant (soupape à 2/2 voies) le canal d'écoulement (36).
12. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'espace de commande (28) peut être connecté par le biais d'un canal d'écoulement (36) à un réservoir de carburant (42), le canal d'écoulement (36), le réservoir de carburant (42) et le canal d'amenée (9) étant connectés à une soupape de commande (40') de telle sorte que dans une première position de commutation de la soupape de commande (40'), le canal d'écoulement (36) soit connecté au réservoir de carburant (42), et dans une deuxième position de commutation, il soit connecté au canal d'amenée (9) (soupape à 2/2 voies).
13. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'un** élément cylindrique (44) et un élément cylindrique supplémentaire (39) sont réalisés sur l'aiguille intérieure de soupape (17), lesquels sont espacés axialement l'un de l'autre et sont réalisés de telle sorte qu'une étanchéité hydraulique soit produite au niveau des éléments cylindriques (39 ; 44) entre l'aiguille intérieure de soupape (17) et l'aiguille extérieure de soupape (15), les éléments hydrauliques (39 ; 42) limitant un volume de commande (53) qui est connecté par le biais d'un alésage d'étranglement (37) à l'espace d'amenée (12).
14. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 13, **caractérisée en ce que** le volume de commande (53) et l'alésage d'étranglement (37) sont conçus de telle sorte que l'aiguille extérieure de soupape (15), pour une quantité d'injection maximale de la soupape d'injection de carburant, ne vienne pas en butée contre une butée fixe pendant un fonctionnement balistique.
15. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 14, **caractérisée en ce que** les vitesses de fermeture de l'aiguille extérieure de soupape (15) et de l'aiguille intérieure de soupape (17) sont ajustées l'une à l'autre de telle sorte que dans le cas d'une quantité d'injection maximale de la soupape d'injection de carburant, elles viennent en butée simultanément sur le siège de soupape (20) lors de leur mouvement de fermeture.

Fig. 1

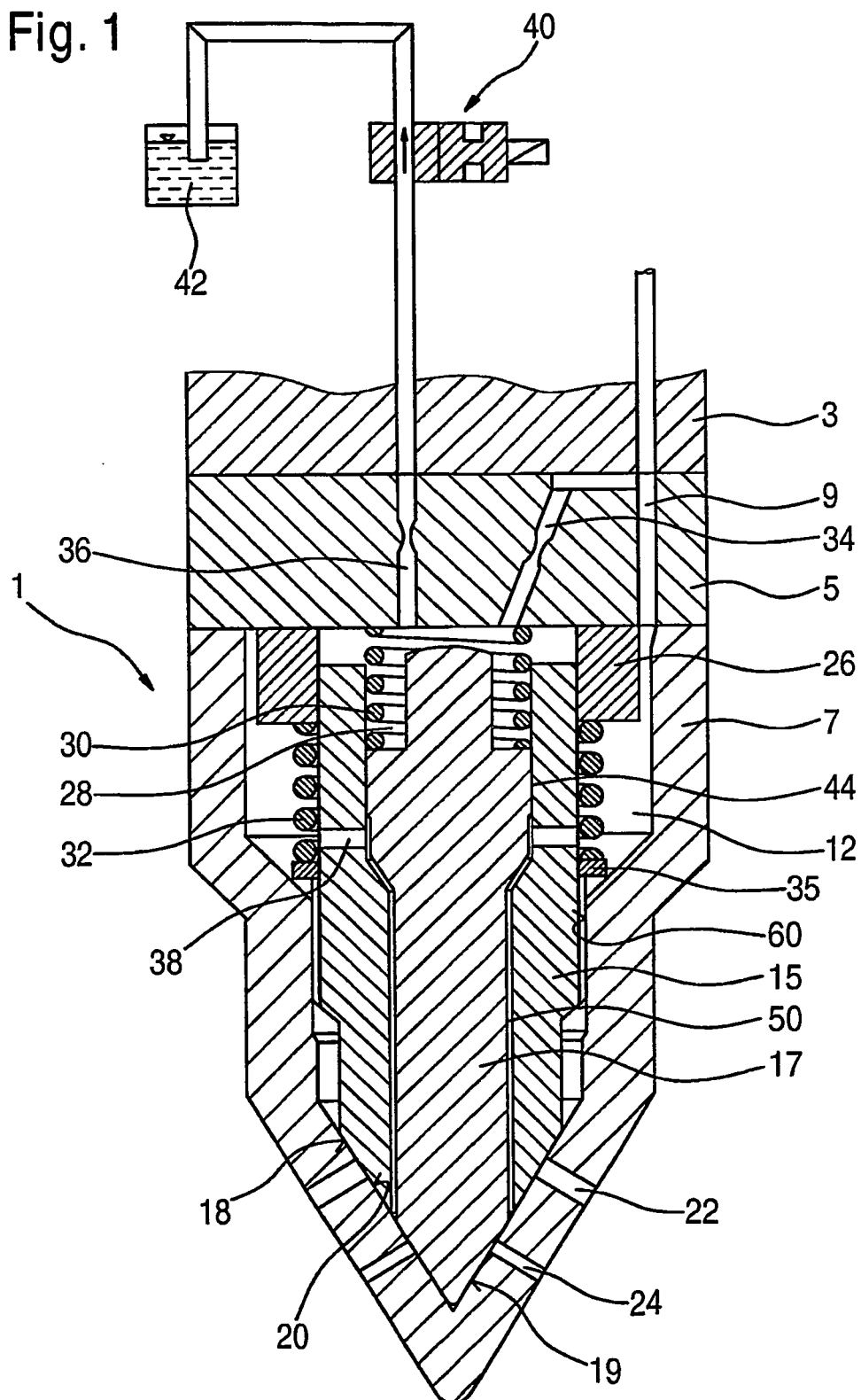


Fig. 2

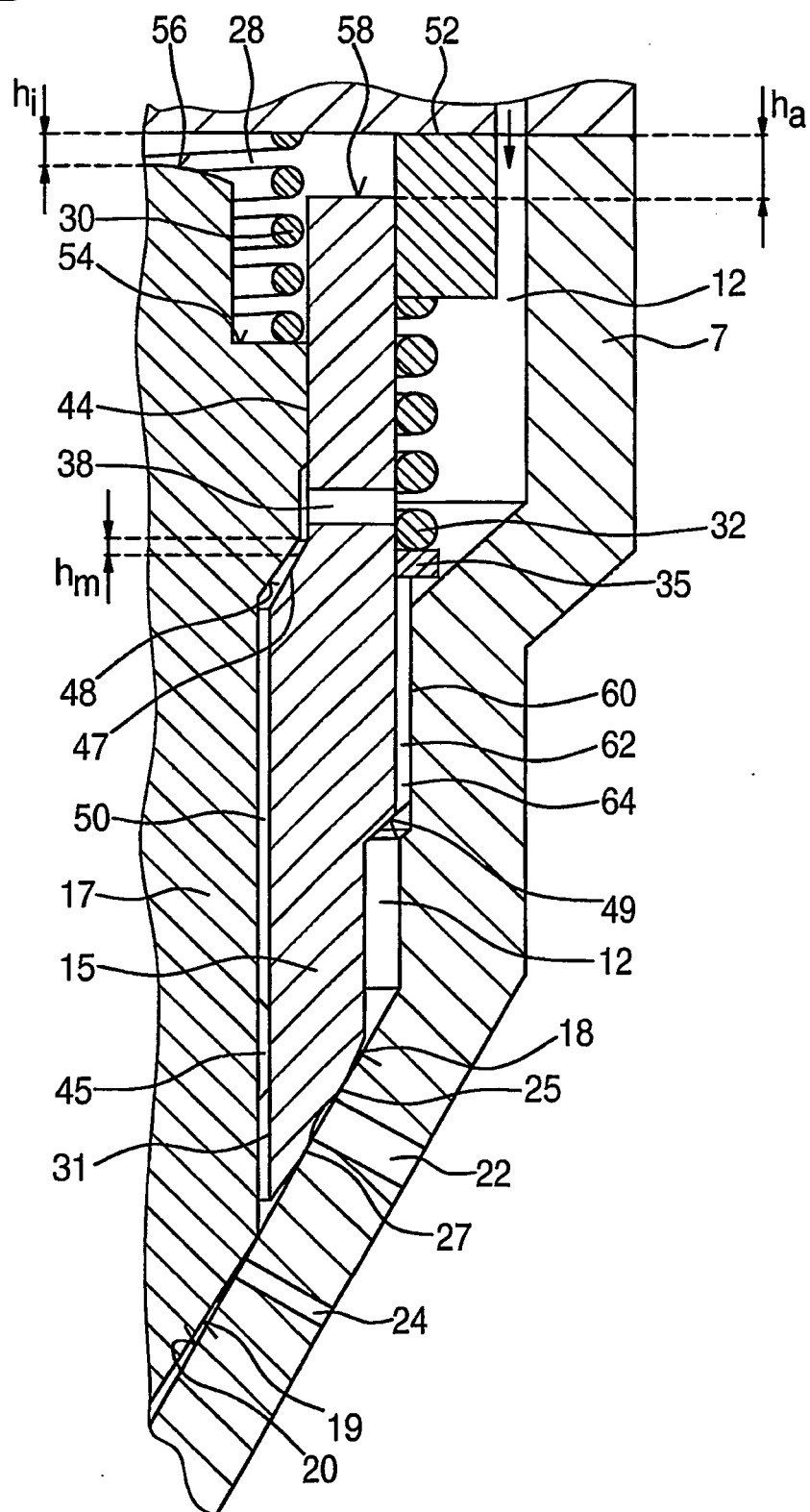


Fig. 3

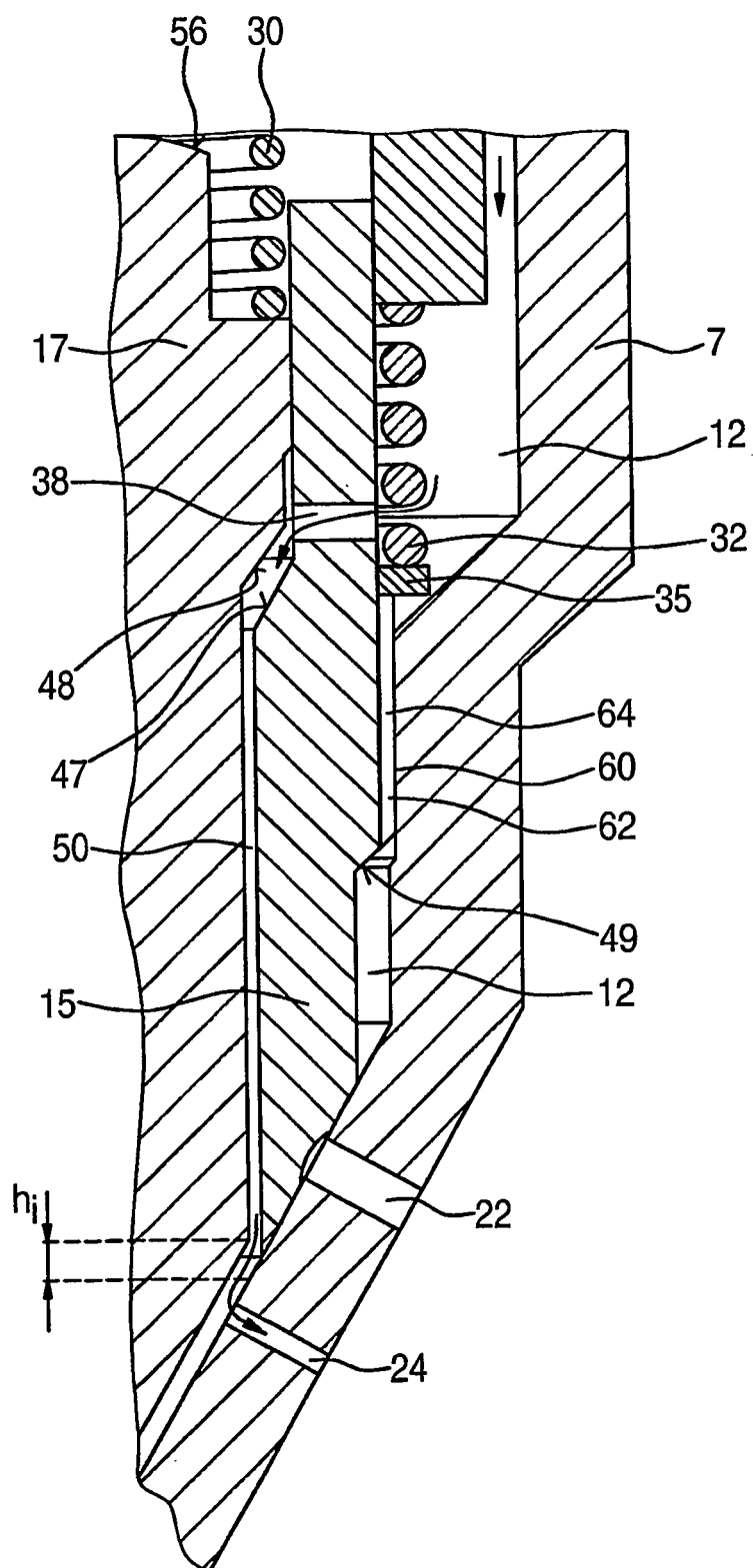


Fig. 4

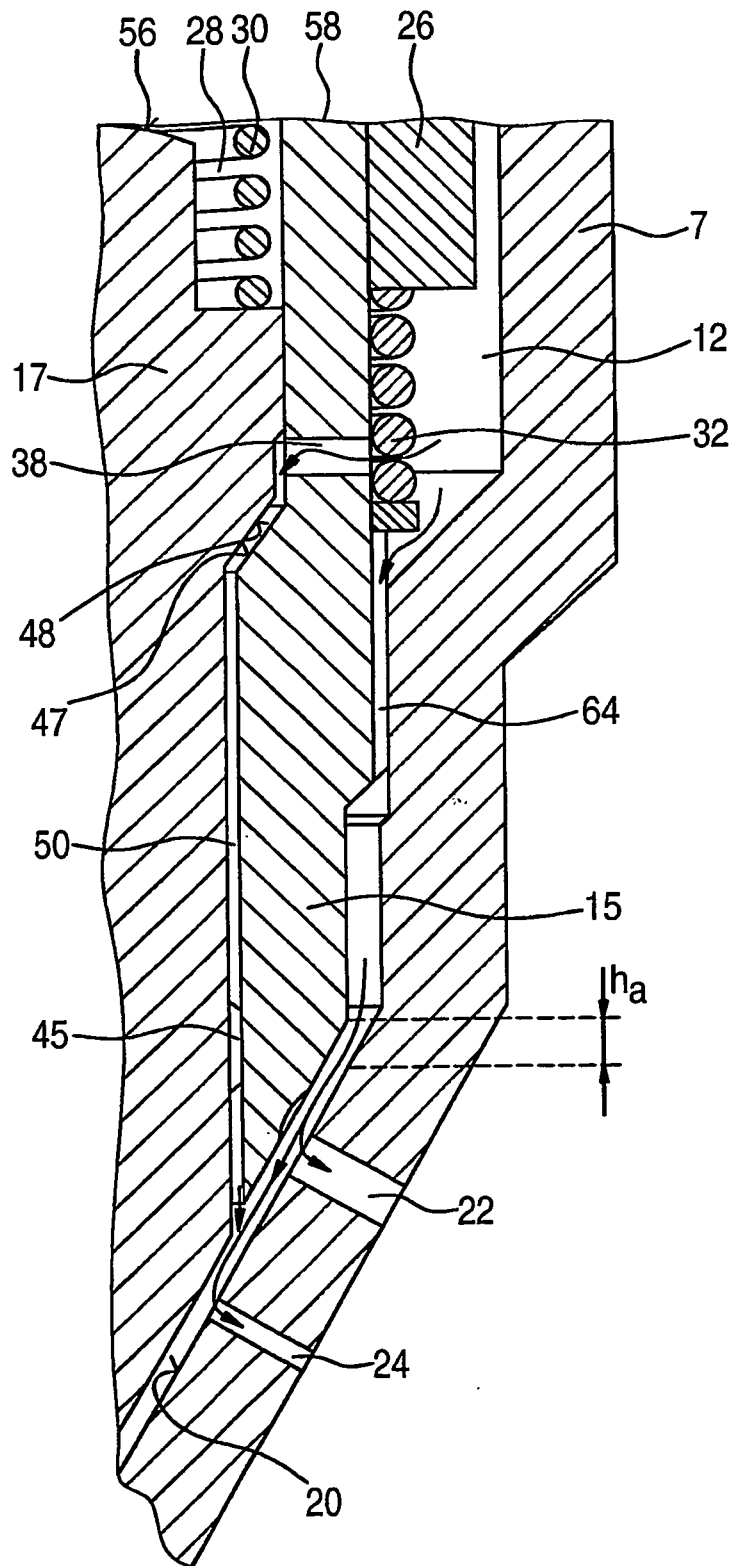


Fig. 5

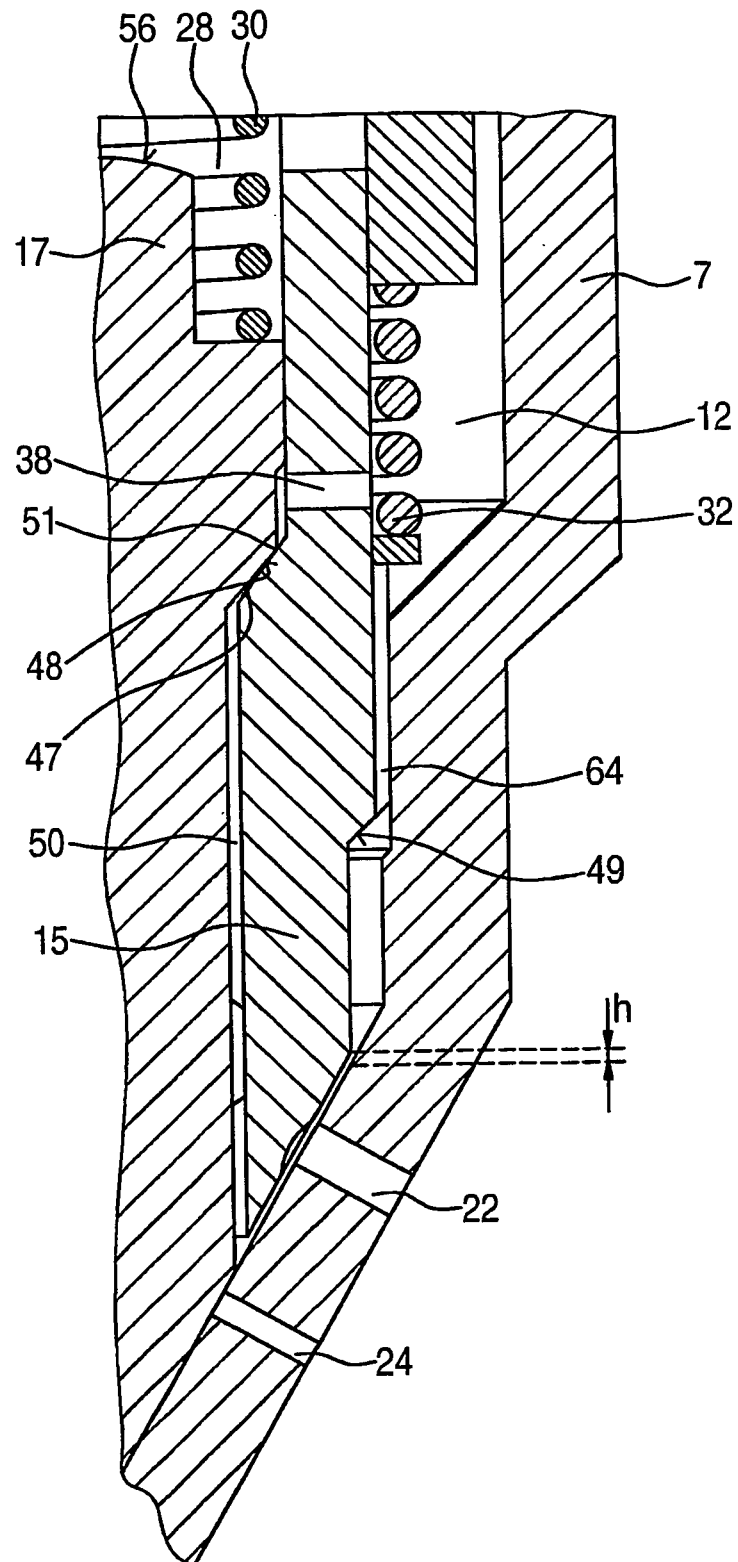


Fig. 6

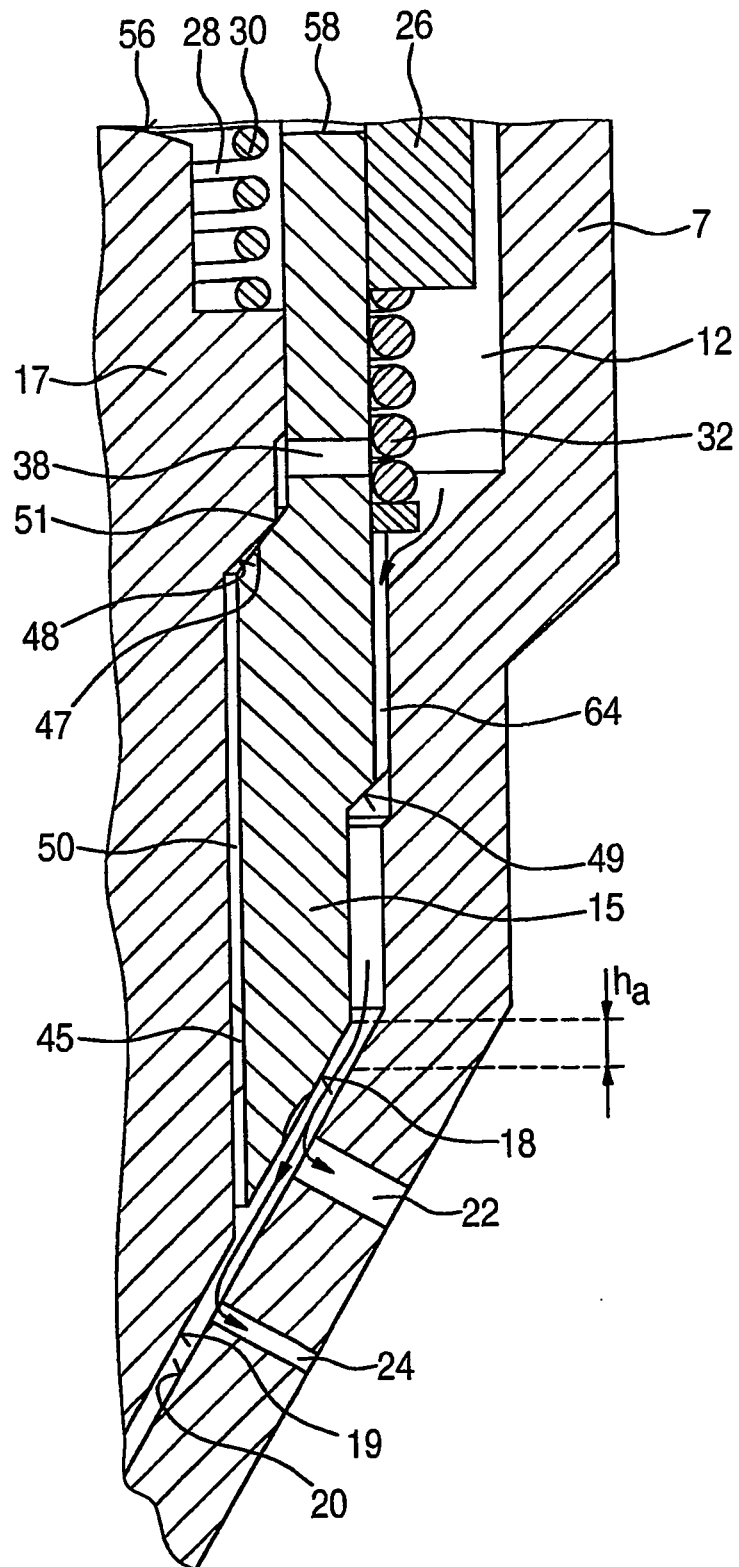


Fig. 7

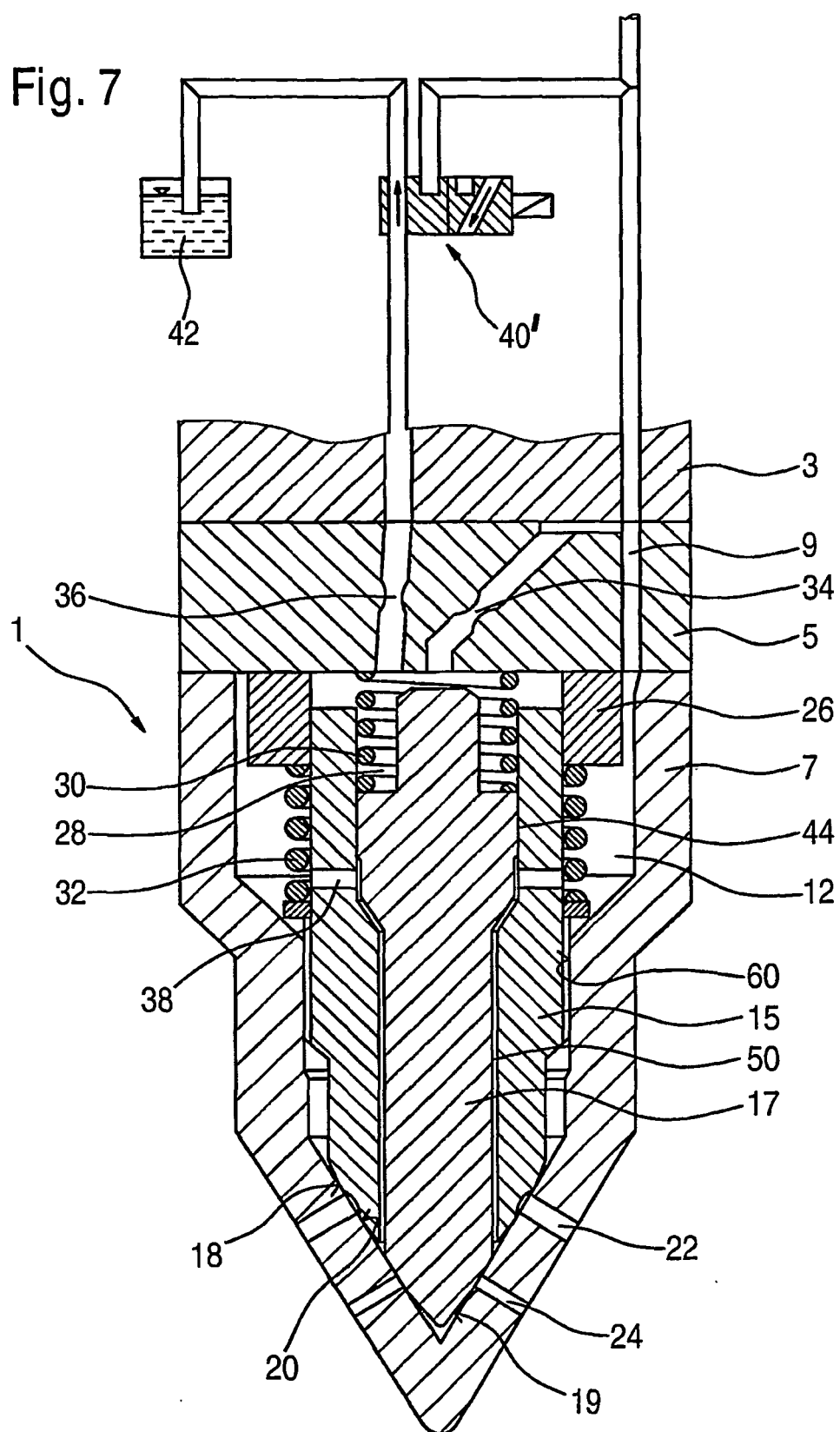


Fig. 8

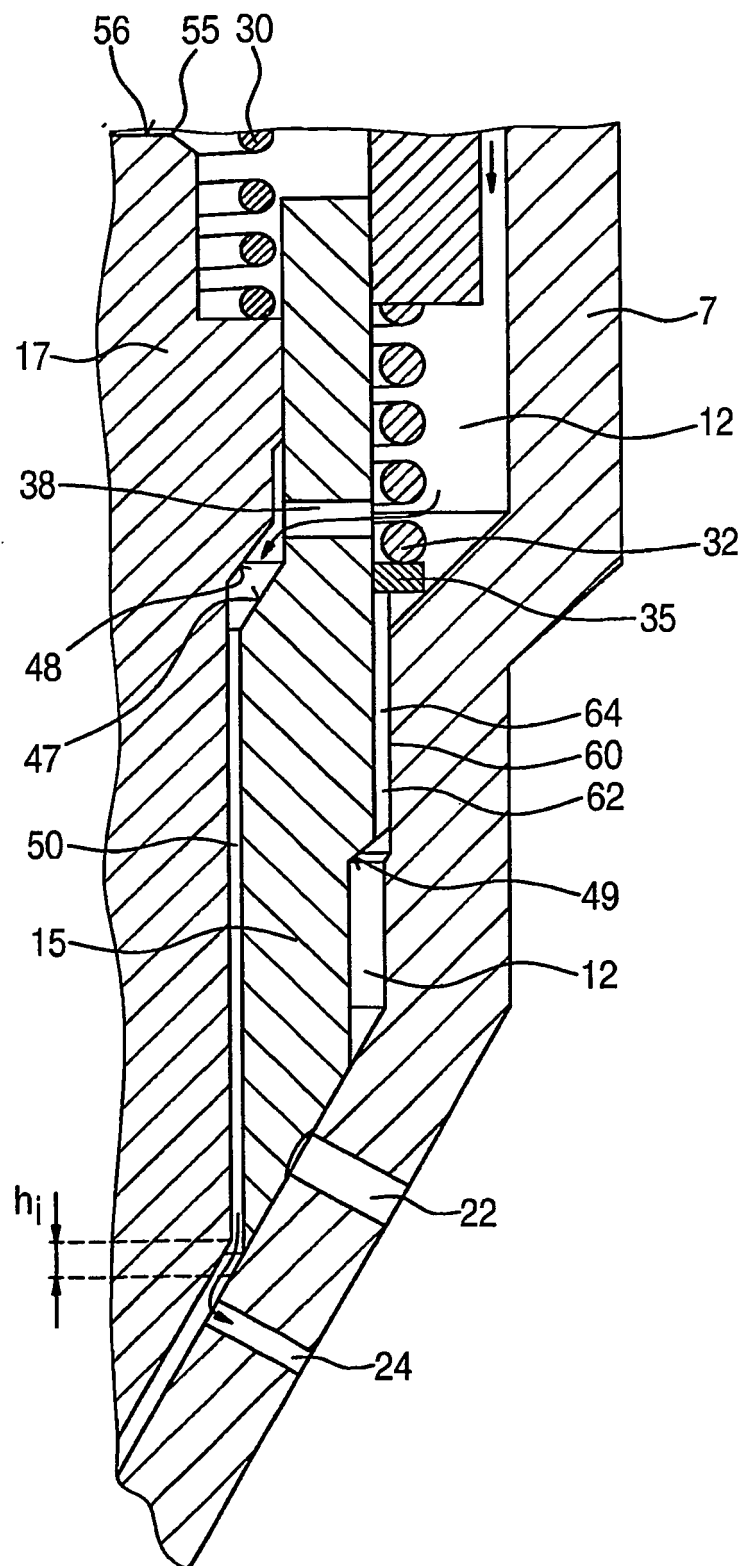
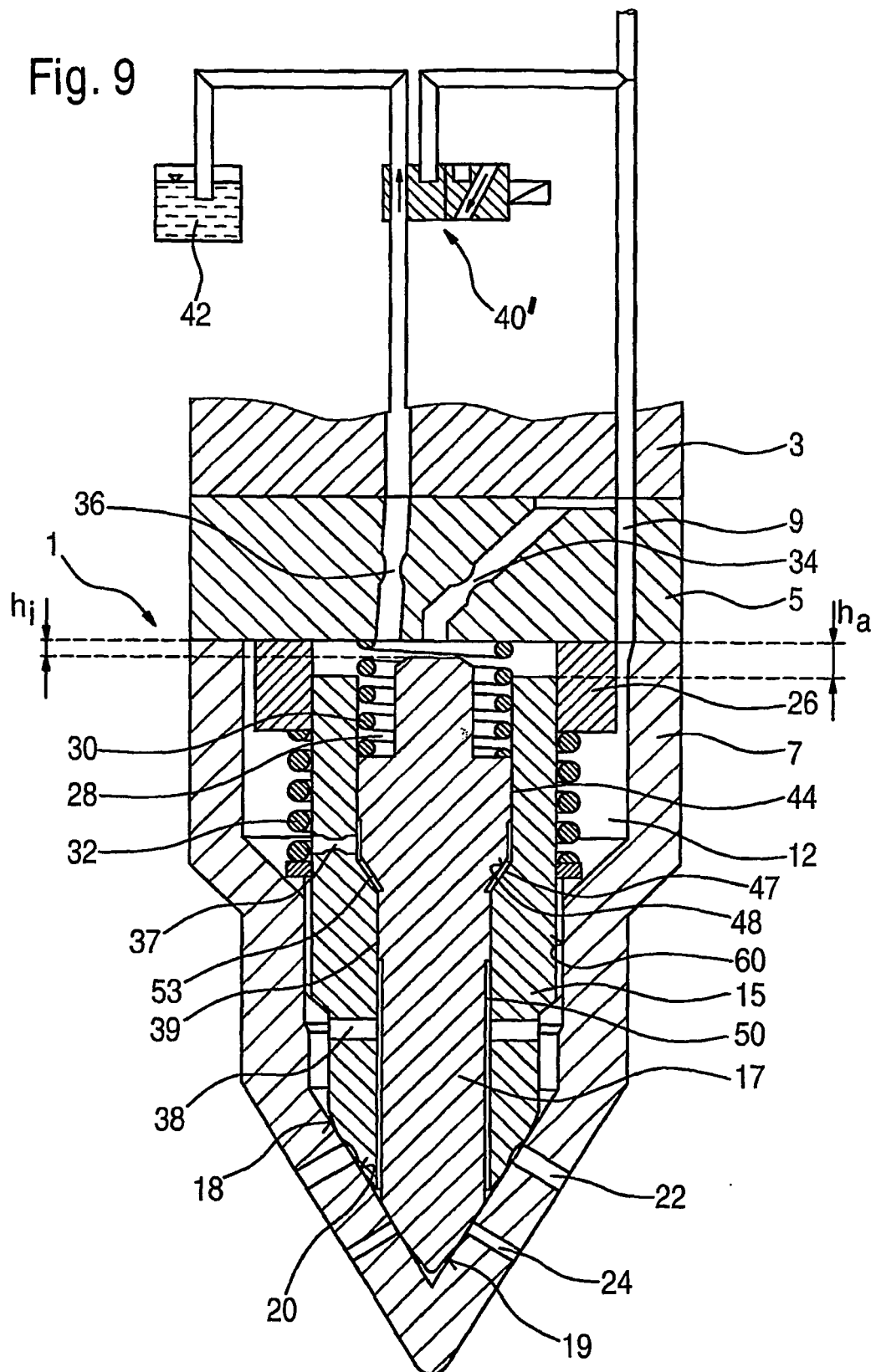


Fig. 9



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 10205970 A1 [0001]
- US 5899389 A [0003]