



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 239 146 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.09.2002 Patentblatt 2002/37

(51) Int Cl.7: **F02M 47/02, F02M 63/00**

(21) Anmeldenummer: **02001824.8**

(22) Anmeldetag: **26.01.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **23.02.2001 DE 10108719**

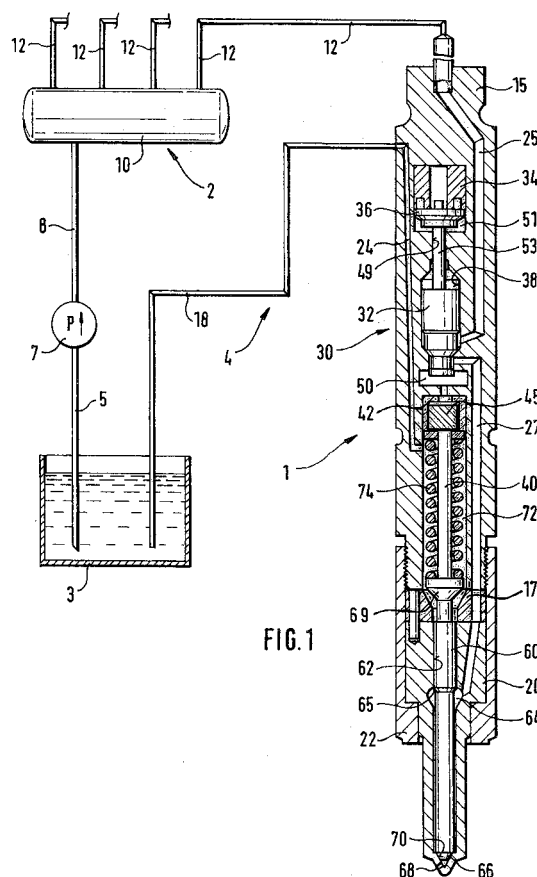
(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:
• **Ferraro, Giovanni
71642 Ludwigsburg (DE)**

- **Egeler, Hansjörg
70734 Fellbach (DE)**
- **Teschner, Werner
70619 Stuttgart (DE)**
- **Gutmann, Mario
96163 Gundelsheim (DE)**
- **Kahleyss, Ingolf
71672 Marbach (DE)**
- **Mack, Manfred
89174 Altheim (DE)**

(54) Kraftstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen

(57) Kraftstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen mit einem Kraftstoffeinspritzventil (1), das ein Gehäuse aufweist, in dem in einer Bohrung (62) ein Ventiltglied (60) axial beweglich angeordnet ist. Das Ventiltglied (60) wird durch den Kraftstoffdruck in einem Druckraum (64) hydraulisch gesteuert und ist entgegen einer Schließkraft längsverschiebbar, wodurch es wenigstens eine Einspritzöffnung (68) steuert. Im Gehäuse ist ein Steuerventil (30) angeordnet, durch das die Verbindung des Druckraums (64) mit einer Kraftstoffhochdruckquelle (10) und/oder eines Entlastungsraums (72) gesteuert wird. Das Steuerventil (30) ist mit dem Entlastungsraum (72) über eine Steuerverbindung verbunden, die durch ein zusätzliches Ventil verschließbar ist, welches als Steuerglied einen Kolben (45) aufweist, der sich synchron mit dem Ventiltglied (60) in Längsrichtung bewegt und der einen Endabschnitt (44) aufweist, an dem eine Steuerkante (93) ausgebildet ist, welche nach einem Teil des Gesamthubs des Kolbens (45) in einen Steuerabschnitt (48) der Steuerverbindung eintaucht und diese verschließt (Fig. 1).



EP 1 239 146 A2

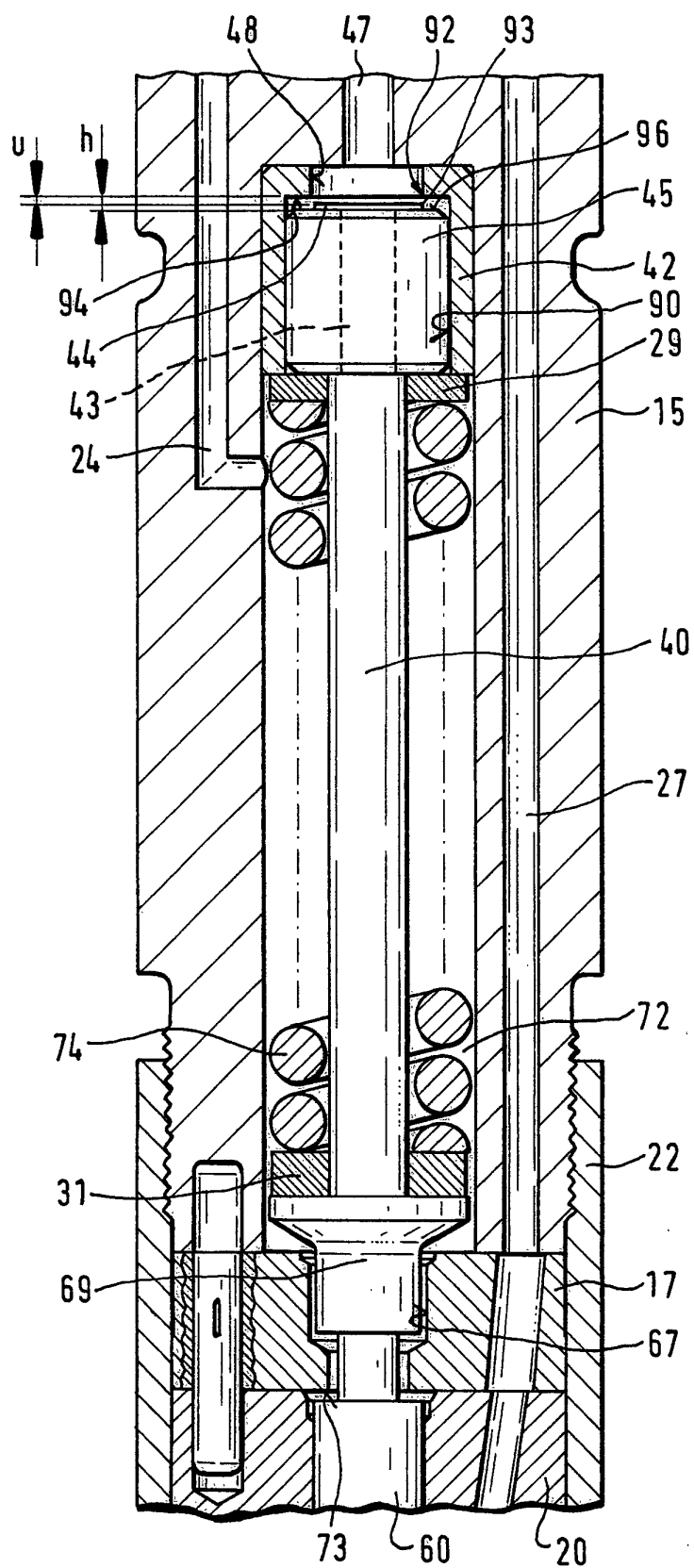


Fig. 2

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht von einem Kraftstoffeinspritzsystem nach der Gattung des Patentanspruchs 1 aus. Ein solches Kraftstoffeinspritzsystem ist beispielsweise aus der Schrift DE 197 01 879 A1 bekannt, bei dem durch eine Kraftstoffhochdruckpumpe Kraftstoff in einen Hochdrucksammelraum gefördert wird, in dem ein vorgegebener Kraftstoffhochdruck aufrechterhalten wird. Von diesem Hochdrucksammelraum gehen Hochdruckleitungen zu jedem Kraftstoffeinspritzventil, welche Kraftstoff in die Brennräume der Brennkraftmaschine einspritzen. Ein Kraftstoffeinspritzventil weist dabei ein kolbenförmiges Ventiltglied auf, das in einer Bohrung entgegen einer Schließkraft längsverschiebbar angeordnet ist und das eine Druckfläche aufweist, die sich in einem Druckraum befindet und dort von Kraftstoffdruck beaufschlagt wird. Das bekannte Kraftstoffeinspritzsystem beinhaltet darüber hinaus ein Steuerventil, das als 3/2-Wegeventil ausgebildet ist und das die Verbindung zwischen dem Druckraum, dem Hochdrucksammelraum und einem Leckölsystem öffnet oder unterbricht. In der ersten Position öffnet das Steuerventil die Verbindung zwischen Druckraum und Hochdrucksammelraum und Kraftstoff fließt in den Druckraum, so daß bei einem entsprechenden Kraftstoffdruck durch die hydraulische Kraft auf die Druckfläche das Ventiltglied entgegen der Schließkraft bewegt wird und die Einspritzöffnungen freigibt. Zur Beendigung der Einspritzung fährt das Steuerventil in die zweite Position und die Verbindung des Hochdrucksammelraums mit Druckraum wird unterbrochen. Gleichzeitig wird durch das Steuerventil der Druckraum mit dem Leckölsystem verbunden, so daß der Kraftstoffdruck im Druckraum rasch abnimmt und schließlich die Schließkraft größer wird als die hydraulische Kraft auf die Druckfläche, so daß das Ventiltglied wieder zurück in die Schließstellung fährt. Der Kraftstoffdruck im Druckraum wird durch die Verbindung mit dem Leckölsystem sehr rasch abgebaut, und das Ventiltglied verschließt die Einspritzöffnungen mit nur sehr geringer Zeitverzögerung nach dem Schalten des Steuerventils. Hierbei weist das bekannte Kraftstoffeinspritzsystem den Nachteil auf, daß das Schließen des Ventiltglieds nur indirekt über den sich abbauenden Kraftstoffdruck im Druckraum bei einer konstanten Schließkraft gesteuert wird. Bei modernen Kraftstoffeinspritzsystemen, die sehr präzise gesteuert werden müssen um optimale Verbrennungsabläufe zu gewährleisten, kann dieser Schließmechanismus unter Umständen nicht genau genug bestimmt sein. Darüber hinaus weist das bekannte Kraftstoffeinspritzsystem den Nachteil auf, daß der Kraftstoffdruck im Druckraum bei beginnender Ventiltglied-Schließbewegung bereits so stark abgefallen ist, daß das Ventiltglied, angetrieben durch die Kraft der Schließfeder, nahezu ungebremst mit der Ventildichtfläche auf den Ventilsitz aufsetzt. Bei

längerem Betrieb kann es deshalb zu übermäßigem Verschleiß im Bereich des Ventilsitzes kommen, wodurch sich die Einspritzcharakteristik des Kraftstoffeinspritzventils mit der Zeit in nachteiliger Weise ändert.

[0002] Weiter ist aus der Offenlegungsschrift DE 196 09 799 A1 ein Kraftstoffeinspritzsystem bekannt, bei dem die Steuerung des Ventiltglieds durch eine entsprechende Änderung der Schließkraft erfolgt, während die hydraulische Kraft auf die Druckfläche des Ventiltglieds durch eine ständige Verbindung mit dem Hochdrucksammelraum konstant bleibt. Zur Regelung dieses Vorgangs ist im Kraftstoffeinspritzsystem ein Steuerventil vorgesehen, das die vom Hochdrucksammelraum kommende Hochdruckleitung mit einem Steuerraum verbinden kann. Dieser Steuerraum wird einseitig von einem Kolben begrenzt, der längsverschiebbar dichtend in einer Bohrung geführt ist und der coaxial zum Ventiltglied angeordnet und mit diesem über eine Druckstange verbunden ist. Öffnet das Steuerventil die Verbindung der Hochdruckleitung zum Steuerraum, so ergibt sich eine hydraulische Schließkraft auf den Kolben, der über die Druckstange das Ventiltglied in Schließstellung drückt, so daß es beschleunigt durch den hydraulischen Druck im Steuerraum in Schließstellung bewegt wird, bis das Ventiltglied am Ventilsitz anliegt. Soll eine Einspritzung erfolgen, so wird durch das Steuerventil die Verbindung der Hochdruckleitung zum Steuerraum unterbrochen und der Steuerraum mit einem Entlastungsraum verbunden. Dadurch sinkt die hydraulische Kraft auf den Kolben, so daß die hydraulische Kraft auf die Druckfläche des Ventiltglieds überwiegt und dieses in eine Öffnungsstellung bewegt wird. Dieses Kraftstoffeinspritzsystem weist jedoch den Nachteil auf, daß das Ventiltglied durch den hohen Druck im Steuerraum zur Schließstellung hin stark beschleunigt wird, so daß es am Ventilsitz mit einer hohen Geschwindigkeit auftrifft. Dadurch ergibt sich dort eine starke mechanische Belastung, was zu übermäßigem Verschleiß am Ventilsitz führen kann. Darüber hinaus weist das bekannte Kraftstoffeinspritzsystem den Nachteil auf, daß der Kolben in einem Ventilkörper ausgebildet ist, in dem sehr viele Bohrungen und Öffnungen ausgebildet sein müssen. Aus diesem Grund kann der Ventilkörper nur aus einem relativ weichen Stahl gefertigt werden, was im Bereich des bewegten Kolbens zu einem erhöhten Verschleiß führen kann und damit zu einer Verminderung der Lebensdauer.

Vorteile der Erfindung

[0003] Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzsystem mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß das Ventiltglied durch den Restdruck im Druckraum nur zu Beginn der Schließbewegung zusätzlich beschleunigt wird und so der Schließzeitpunkt exakt bestimmbar ist, ohne daß es zu übermäßigem Verschleiß im Bereich des Ventilsitzes kommt. Das Ventiltglied ist mit einem

Kolben verbunden, der an seinem abgewandten Ende einen zylinderförmigen Endabschnitt aufweist und bei einem Teil des Gesamthubs des Ventilglieds in einen Steuerabschnitt der Verbindung zwischen Steuerventil und Entlastungsraum eintaucht. Bei Beendigung der Einspritzung wird der Druckraum des Kraftstoffeinspritzventils über das Steuerventil mit dem Kolben verbunden, so daß der relativ hohe Restdruck im Druckraum auf den Kolben wirkt und dieser dadurch eine hydraulische Kraft erfährt, die den Kolben und damit das Ventilglied in Schließrichtung des Ventilglieds bewegt. Nach einem Teil der Schließbewegung taucht jedoch der zylinderförmige Endabschnitt des Kolbens aus dem Steuerabschnitt aus, so daß nun der Druckraum direkt mit dem Entlastungsraum verbunden wird. Hierdurch sinkt die hydraulische Kraft auf den Kolben, so daß das Ventilglied relativ sanft mit seiner Ventildichtfläche am Ventilsitz aufsetzt und es dort zu keinem erhöhten Verschleiß kommt. Da eine Restkraft auf den Kolben bestehen bleibt, wird das Ventilglied jedoch auch mit einer hydraulischen Kraft nach Beendigung der Schließbewegung in Schließstellung gehalten, so daß keine Verbrennungsgase aus dem Brennraum der Brennkraftmaschine in die Einspritzöffnungen eindringen können (Rückblasen). Solche Verbrennungsgase können das Ventilglied anheben und in den Druckraum eindringen, so daß die nachfolgende Einspritzung beeinträchtigt wird.

[0004] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Gegenstandes der Erfindung ist der Kolben in einer Hülse angeordnet, die in der Verbindung vom Steuerventil zum Entlastungsraum angeordnet ist. Die Hülse besteht dabei vorzugsweise aus einem harten Stahl, der härter ist als der Stahl, aus dem das Gehäuse des Steuerventils gefertigt ist. Hierdurch verringert sich auf der einen Seite die Reibung des Kolbens bei seiner Längsbewegung, was die Lebensdauer des Kraftstoffeinspritzventils verlängert. Auf der anderen Seite kann das Gehäuse des Steuerventils aus einem relativ weichen Stahl gefertigt sein, so daß sich die dort nötigen Bohrungen und Ausnehmungen leicht und damit kostengünstig ausbilden lassen.

[0005] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist der Kolben seitliche Ausnehmungen auf, die den zylinderförmigen Endabschnitt mit dem Entlastungsraum verbinden. Diese Ausnehmungen lassen sich in vorteilhafter Weise bei der Fertigung des Kolbens an dessen Außenfläche ausbilden, was wesentlich einfacher und kostengünstiger ist, als entsprechende Ausnehmungen an der Innenwand der entsprechenden Bohrung auszubilden.

[0006] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes der Erfindung sind der Zeichnung, der Beschreibung und den Ansprüchen entnehmbar.

Zeichnung

[0007] In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel

eines erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils dargestellt. Es zeigt

- Figur 1 ein Kraftstoffeinspritzsystem im schematischen Aufbau zusammen mit einem Kraftstoffeinspritzventil im Längsschnitt,
- Figur 2 eine Vergrößerung von Figur 1 im Bereich des Entlastungsraums und
- Figur 3 eine Vergrößerung von Figur 1 im Bereich des Steuerventils.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0008] In Figur 1 ist ein Kraftstoffeinspritzsystem gezeigt, das aus einer Kraftstoffhochdruckversorgung 2, einem Leckölsystem 4 und einem Kraftstoffeinspritzventil 1 besteht. Das Kraftstoffeinspritzventil 1 ist im Längsschnitt dargestellt, während die Kraftstoffhochdruckversorgung 2 und das Leckölsystem 4 nur schematisch dargestellt sind.

[0009] Aus einem Kraftstofftank 3 wird über eine Kraftstoffleitung 5 Kraftstoff einer Hochdruckpumpe 7 zugeführt, die den Kraftstoff unter hohem Druck über eine Hochdruckleitung 8 in einen als Kraftstoffhochdruckquelle dienenden Hochdrucksammelraum 10 fördert. Im Hochdrucksammelraum 10 wird durch eine in der Zeichnung nicht dargestellte Regeleinrichtung ein vorgegebener Kraftstoffhochdruck aufrechterhalten. Vom Hochdrucksammelraum 10 gehen eine Vielzahl von Hochdruckleitungen 12 ab, die jeweils mit einem Kraftstoffeinspritzventil 1 verbunden sind, von denen in der Figur 1 nur eines dargestellt ist. Das Kraftstoffeinspritzventil 1 weist einen Ventilhaltekörper 15 auf, der unter Zwischenlage einer Zwischenscheibe 17 durch eine Spannmutter 22 in axialer Richtung gegen einen Ventilkörper 20 gespannt ist. Im Ventilhaltekörper 15 ist ein Zulaufkanal 25 ausgebildet, der mit der Hochdruckleitung 12 verbunden ist. Der Zulaufkanal 25 ist über ein Steuerventil 30 mit einer Zulaufbohrung 27 verbindbar, die durch den Ventilhaltekörper 15 und die Zwischenscheibe 17 bis in den Ventilkörper 20 reicht. Im Ventilkörper 20 ist eine Bohrung 62 ausgebildet, in der ein kolbenförmiges Ventilglied 60 längsverschiebbar angeordnet ist. Das Ventilglied 60 ist in einem brennraumabgewandten Abschnitt in der Bohrung 62 dichtend geführt, verjüngt sich dem Brennraum zu unter Bildung einer Druckfläche 65 und geht an seinem Ende in eine im wesentlichen konische Ventildichtfläche 66 über, die mit einem am brennraumseitigen Ende der Bohrung 62 ausgebildeten Ventilsitz 70 zusammenwirkt. Im Ventilsitz 70 ist wenigstens eine Einspritzöffnung 68 ausgebildet, die die Bohrung 62 mit dem Brennraum der Brennkraftmaschine verbindet. Durch eine radiale Erweiterung der Bohrung 62 ist im Bereich der Druckfläche 65 ein Druckraum 64 ausgebildet, der sich als ein das Ventilglied 60 umgebender Ringkanal bis zum Ventilsitz 70 fortsetzt. In den Druckraum 64 mündet die Zulaufbohrung 27, so daß der Druckraum 64 über die Zu-

laufbohrung 27 mit Kraftstoff unter hohem Druck befüllt werden kann.

[0010] Im Ventilhaltekörper 15 ist ein Federraum 72 ausgebildet, der als Entlastungsraum dient und als Bohrung ausgeführt ist, die koaxial zur Bohrung 62 angeordnet ist und über eine in der Zwischenscheibe 17 ausgebildete zentrale Öffnung 67 mit der Bohrung 62 verbunden ist. In den Federraum 72 mündet ein im Ventilhaltekörper 15 ausgebildeter Ablaufkanal 24, welcher über eine Leckölleitung 18 mit dem Kraftstofftank 3 verbunden ist, so daß im Federraum 72 stets ein niedriger Kraftstoffdruck herrscht. In der zentralen Öffnung 67 der Zwischenscheibe 17 ist ein Federteller 69 angeordnet, der mit dem Ventilglied 60 verbunden ist und bis in den Federraum 72 ragt. Unter Zwischenlage einer ringscheibenförmigen Ausgleichsscheibe 31 ist zwischen dem Federteller 69 und dem brennraumabgewandten Ende des Federraums 72 eine Schließfeder 74 angeordnet, die als Schraubendruckfeder ausgebildet ist und eine Druckvorspannung aufweist, wodurch das Ventilglied 60 eine in axialer Richtung auf den Ventilsitz 70 zu und damit in Schließrichtung wirkende Kraft erfährt. Das Ventilglied 60 wird so mit der Ventildichtfläche 66 gegen den Ventilsitz 70 gepreßt, daß die Einspritzöffnungen 68 verschlossen sind, falls keine der Federkraft entgegengerichtete Kraft auf das Ventilglied 60 wirkt. In der Figur 2 ist eine vergrößerte Darstellung im Bereich des Federraums 72 der Figur 1 dargestellt. Die zentrale Öffnung 67 weist an der Anlagefläche der Zwischenscheibe 17 am Ventilkörper 20 einen Durchmesser auf, der geringer ist als der Durchmesser der Bohrung 62, so daß an der Zwischenscheibe 17 eine Anschlagfläche 73 ausgebildet ist. Im Federraum 72 ist ein Druckstift 40 angeordnet, der mit dem Federteller 69 verbunden ist und an seinem brennraumabgewandten Ende in einen Kolben 45 übergeht. In Fig. 2 ist dieser Bereich des Kraftstoffeinspritzventils 1 vergrößert dargestellt. Der Kolben 45 ist in der Führungsbohrung 90 einer Hülse 42 angeordnet, die am brennraumabgewandten Ende des Federraums 72 angeordnet ist. Die Hülse 42 weist an ihrem dem Ventilglied 60 abgewandten Ende einen Kragen auf, so daß dort ein Steuerabschnitt 48 gebildet ist, der einen geringeren Durchmesser aufweist als die Führungsbohrung 90. Die Schließfeder 74 stützt sich unter Zwischenlage einer Ausgleichsscheibe 29 an der Hülse 42 ab, so daß die Hülse 42 durch die Kraft der Schließfeder 74 gegen das brennraumabgewandte Ende des Federraums 72 gepreßt wird.

[0011] Am federraumabgewandten Ende des Kolbens 45 ist ein zylinderförmiger Endabschnitt 44 ausgebildet, dessen Durchmesser genau dem Durchmesser des Steuerabschnitts 48 der Hülse 42 entspricht. Der zylinderförmige Endabschnitt 44 wird von einer Steuerkante 93 begrenzt, die mit einer Dichtkante 92 zusammenwirkt, die am ventilgliedzugewandten Ende des Steuerabschnitts 48 ausgebildet ist, so daß dadurch ein Ventil gebildet wird. In Schließstellung des Ventilgliedes 60, welche in der Fig. 2 dargestellt ist, weist die Dicht-

kante 92 von der Steuerkante 93 einen axialen Abstand u auf. Am Übergang des zylinderförmigen Endabschnitts 44 zum Kolben 45 ist am Kolben 45 eine Anschlagschulter 96 ausgebildet; die von der Anschlagfläche 94 der Hülse 42 einen axialen Abstand h aufweist, der den Gesamthub des Ventilglieds 60 begrenzt. Hierbei ist die Anschlagfläche 94 am Übergang des Steuerabschnitts 48 zur Führungsbohrung 90 ausgebildet. An der Außenmantelfläche des Kolbens 45 sind zwei Ausnehmungen 43 ausgebildet, die sich am Kolben 45 gegenüberliegen, so daß in der Zeichnung nur eine Ausnehmung 43 sichtbar ist. Die Ausnehmungen 43 verbinden den zylinderförmigen Endabschnitt 44 mit dem Federraum 72. In Schließstellung des Ventilgliedes 60, das ist, wenn die Ventildichtfläche 66 am Ventilsitz 70 anliegt, weist der Kolben 45 einen axialen Abstand von der Ausgleichsscheibe 29 auf, so daß der Steuerabschnitt 48 über die Ausnehmungen 43 mit dem Federraum 72 verbunden ist.

[0012] Der Federraum 72 ist durch eine Steuerverbindung, die sich aus der Führungsbohrung 90, dem Steuerabschnitt 48 und einer im Ventilhaltekörper 15 ausgebildeten Verbindungsbohrung 47 zusammensetzt, mit einem im Ventilhaltekörper 15 ausgebildeten Steuerraum 50 verbunden, der zylindrisch ausgebildet ist und dem Ventilglied 60 abgewandt in eine Steuerbohrung 38 übergeht. Die Steuerbohrung 38 ist dabei parallel zur Bohrung 62 ausgebildet, wobei es jedoch auch vorgesehen sein kann, daß beide Bohrungen koaxial zueinander sind, einen Winkel miteinander einschließen oder senkrecht zueinander sind. Die Steuerbohrung 38 ist im Durchmesser gestuft ausgebildet. An der Mündung der Steuerbohrung 38 in den Steuerraum 50 ist die Steuerbohrung 38 als Schiebeabschnitt 138 ausgebildet. Im weiteren Verlauf erweitert sich die Steuerbohrung 38 radial unter Bildung eines konischen Steuerventilsitzes 52 und geht daran anschließend in einen Führungsabschnitt 238 über. An ihrem dem Steuerraum 50 abgewandten Ende ist die Steuerbohrung 38 über eine Zwischenbohrung 49 mit einem Leckölraum 51 verbunden, der mit dem Ablaufkanal 24 verbunden ist und in dem sich ein Elektromagnet 34 befindet, der mit einem ebenfalls im Leckölraum 51 angeordneten Magnetanker 36 wirkverbunden ist. In der Steuerbohrung 38 ist ein kolbenförmiges Steuerventilglied 32 angeordnet, das im Führungsabschnitt 238 mit einem ersten Abschnitt 132 dichtend geführt ist. Das Steuerventilglied 32 verjüngt sich dem Steuerraum 50 zu und geht in einen im Durchmesser kleineren zweiten Abschnitt 232 über, so daß zwischen dem zweiten Abschnitt 232 des Steuerventilglieds 32 und der Wand des Führungsabschnitts 238 der Steuerventilbohrung 38 ein ringförmiger erster Hochdruckraum 55 ausgebildet ist, in den der Zulaufkanal 25 mündet. Im weiteren Verlauf dem Steuerraum 50 zu geht das Steuerventilglied 32 von der Bildung einer konischen Steuerventildichtfläche 54 in einen gegenüber dem zweiten Abschnitt 232 im Durchmesser verringerten dritten Abschnitt 332 des Steuerventilglieds 32

über. Dieser dritte Abschnitt 332 ist innerhalb des Schieberabschnitts 138 angeordnet, so daß zwischen dem dritten Abschnitt 332 des Steuerventilglieds 32 und der Wand der Steuerventilbohrung 38 ein zweiter Hochdruckraum 56 ausgebildet ist, der ebenfalls ringförmig ausgebildet ist und von dem die Zulaufbohrung 27 zum Druckraum 64 abführt. Die Steuerventildichtfläche 54 bildet zusammen mit dem Steuerventilsitz 52 ein erstes Ventil, durch das der Zulaufkanal 25 mit der Zulaufbohrung 27 verbindbar ist. Das dem Steuerraum 50 zugewandte Ende des Steuerventilglieds 32 wird durch einen gegenüber dem dritten Abschnitt 332 des Steuerventilglieds 32 im Durchmesser vergrößerten Schieberkopf 39 gebildet, der, wenn die Steuerventildichtfläche 54 am Steuerventilsitz 52 anliegt, in den Steuerraum 50 ragt. An dem dem Steuerraum 50 abgewandten Ende des Schieberkopfs 39 ist an diesem eine Schieberkante 57 ausgebildet, die mit einer am Übergang der Steuerventilbohrung 38 zum Steuerraum 50 gebildeten Dichtkante 58 zusammenwirkt. Der Durchmesser des Schieberkopfs 39 ist nur geringfügig kleiner als der Durchmesser der Schieberbohrung 138 der Steuerventilbohrung 38, so daß der Schieberkopf 39 dichtend in die Schieberbohrung 138 eintauchen kann. Sobald bei der Längsbewegung des Steuerventilglieds 32 die Schieberkante 57 die Dichtkante 58 erreicht, wird die Steuerverbindung vom zweiten Hochdruckraum 56 zum Steuerraum 50 unterbrochen, so daß dadurch ein zweites als Schieberventil ausgebildetes Ventil gebildet ist.

[0013] An dem dem Steuerraum 50 abgewandten Ende ist das Steuerventilglied 32 über einen Stift 53 mit dem Magnetanker 36 verbunden. Wird der Elektromagnet 34 geeignet bestromt, so wird der Magnetanker 36 und über den Stift 53 auch das Steuerventilglied 32 in axialer Richtung vom Brennraum wegbewegt, so daß die Steuerventildichtfläche 54 vom Steuerventilsitz 52 abhebt und den ersten Hochdruckraum 55 mit dem zweiten Hochdruckraum 56 verbindet. Sobald sich die Schieberkante 57 des Schieberkopfs 39 und die Dichtkante 58, die am brennraumseitigen Ende der Schieberbohrung 138 ausgebildet ist, gegenüberliegen, verschließt der Schieberkopf 39 den Steuerraum 50 gegen den zweiten Hochdruckraum 56. Dadurch sind jetzt der Zulaufkanal 25 und die Zulaufbohrung 27 über den ersten Hochdruckraum 55 und den zweiten Hochdruckraum 56 miteinander verbunden, so daß Kraftstoff unter hohem Druck in den Druckraum 64 einfließen kann. Durch eine geeignete Bestromung des Elektromagneten 34 wird der Magnetanker 36 wieder in die entgegengesetzte Richtung bewegt, so daß das Steuerventilglied 32 mit der Steuerventildichtfläche 54 wieder am Steuerventilsitz 52 zur Anlage kommt und so den ersten Hochdruckraum 55 gegen den zweiten Hochdruckraum 56 verschließt. Dabei taucht auch der Schieberkopf 39 aus dem Führungsabschnitt 138 aus, so daß jetzt über den zweiten Hochdruckraum 56 die Zulaufbohrung 27 mit dem Steuerraum 50 verbunden ist. Die beiden durch das Steuerventilglied 32 gebildeten Ventile bilden zu-

sammen ein 3/2-Wegeventil, das den Steuerraum 50, die Zulaufbohrung 27 und den Zulaufkanal 25 wechselseitig miteinander verbindet.

[0014] Die Funktionsweise des Kraftstoffeinspritzventils ist wie folgt: Der Hochdrucksammelraum 10 ist über die Hochdruckleitung 12 und den Zulaufkanal 25 mit dem ersten Hochdruckraum 55 verbunden, so daß im ersten Hochdruckraum 55 stets ein hoher Kraftstoffdruck anliegt. Soll eine Einspritzung erfolgen, so wird der Elektromagnet 34 bestromt, so daß der Magnetanker 36 bewegt wird und über den Stift 53 auch das Steuerventilglied 32. Durch das Abheben der Steuerventildichtfläche 54 vom Steuerventilsitz 52 wird der erste Druckraum 55 mit dem zweiten Druckraum 56 verbunden und damit auch der Zulaufkanal 25 mit der Zulaufbohrung 27, so daß dem Druckraum 64 jetzt Kraftstoff unter hohem Druck zufließt. Im Zuge der Längsbewegung des Steuerventilglieds 32 taucht auch der Schieberkopf 39 in die Schieberbohrung 138 ein, so daß die Verbindung vom zweiten Druckraum 56 zum Steuerraum 50 unterbrochen wird. Übersteigt die hydraulische Kraft auf die Druckfläche 65 die Kraft der Schließfeder 74, so bewegt sich das Ventilglied 60 in axialer Richtung vom Ventilsitz 70 weg und hebt mit seiner Ventildichtfläche 66 vom Ventilsitz 70 ab und gibt so die Einspritzöffnungen 68 frei, so daß Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird. Sobald das Ventilglied 60 den Vorhub u durchfahren hat, erreicht die Steuerkante 93 des zylinderförmigen Endabschnitts 44 die Dichtkante 92, so daß der durch den Steuerabschnitt 48, die Verbindungsbohrung 47 und den Steuerraum 50 gebildete Raum hydraulisch bis auf Dichtungsspalte abgeschlossen ist. Da der Kraftstoff in diesem Raum bei der weiteren Öffnungshubbewegung des Ventilglieds 60 zusammengepreßt wird, ergibt sich im weiteren Verlauf der Öffnungshubbewegung des Ventilglieds 60 eine gewisse Dämpfung, so daß das Ventilglied 60 nach Durchfahren des Gesamthubs h, also dann, wenn die Anschlagschulter 96 an der Anschlagfläche 94 zur Anlage kommt, in seiner Öffnungshubbewegung etwas abgebremst wird. Das Ventilglied 60 kommt hierbei nicht an der Anschlagfläche 73 der Zwischenscheibe 17 zur Anlage. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, daß der Hub des Ventilglieds 60 durch die Anlage an der Anschlagfläche 73 begrenzt wird, während zwischen der Anschlagfläche 94 und der Anschlagschulter 96 ein Restspalt verbleibt. Soll die Einspritzung beendet werden, wird der Elektromagnet 36 geeignet bestromt und der Magnetanker 36 bewegt über den Stift 53 das Steuerventilglied 32 in axialer Richtung in Richtung des Steuerraums 50. Sobald die am Schieberkopf 39 ausgebildete Schieberkante 57 die Dichtkante 58 erreicht, wird der Druckraum 64 über die Zulaufbohrung 27 mit dem Steuerraum 50 und über die Verbindungsbohrung 47 mit dem Steuerabschnitt 48 verbunden. Hierdurch wird der zylinderförmige Endabschnitt 44 mit dem noch relativ hohen Kraftstoffdruck im Steuerraum 50 beaufschlagt, so daß sich auf den Kolben 45 und über den

Druckstift 40 auch auf das Ventiltglied 60 eine zusätzliche hydraulische Kraft in Schließrichtung ergibt. Da jetzt einerseits der hydraulische Druck im Druckraum 64 abnimmt und andererseits auf das Ventiltglied 60 sowohl die Kraft der Schließfeder 74 als auch die hydraulische Kraft auf den Kolben 45 wirkt, wird das Ventiltglied 60 in Schließrichtung beschleunigt bewegt. Nachdem das Ventiltglied 60 den Differenzhub h-u durchfahren hat, taucht der zylinderförmige Endabschnitt 44 aus dem Steuerabschnitt 48 aus. Bewegt sich das Ventiltglied 60 weiter in Schließrichtung, wird der Steuerraum 50 über die Verbindungsbohrung 47 und die Ausnehmungen 43 am Kolben 45 mit dem Federraum 72 verbunden und damit druckentlastet. Hierdurch wird der hydraulische Druck im Steuerraum 50 sehr rasch abgebaut, und die hydraulische Kraft auf den zylinderförmigen Endabschnitt 44 des Kolbens 45 entfällt. Die weitere Schließbewegung des Ventiltglieds 60 wird also nur noch durch die Kraft der Schließfeder 74 vorangetrieben. Hierdurch kommt das Ventiltglied 60, auch gedämpft durch den Restdruck im Druckraum 64, am Ventilsitz 70 zur Anlage und verschließt so wieder die Einspritzöffnungen 68. Das Steuerventiltglied 32 setzt seine Schließbewegung so lange fort, bis die Steuerventildichtfläche 54 am Steuerventilsitz 52 anliegt und so den ersten Hochdruckraum 55 wieder gegen den zweiten Hochdruckraum 56 verschließt. Der Druckraum 64 wird über die Zulaufbohrung 27 weiter entlastet, bis er völlig drucklos ist.

[0015] Da sich der Kolben 45 in der Führungsbohrung 90 der Hülse 42 synchron mit dem Ventiltglied 60 bewegt, tritt eine relativ starke Reibung zwischen dem Kolben 45 und der Hülse 42 auf. Um diese Reibung zu vermindern und damit die Lebensdauer des Kraftstoffeinspritzventils zu erhöhen, ist die Hülse 42 vorzugsweise aus einem sehr harten Stahl hergestellt, der extrem verschleißarm ist, so daß zwischen der Hülse 42 und dem Kolben 45, der ebenfalls aus einem sehr harten Stahl gefertigt sein kann, nur eine geringe Reibung auftritt. Die Härte des Stahls der Hülse 42 ist hierbei deutlich höher als die Härte des Stahls des Ventilhaltekörpers 15. Eine Ausbildung des gesamten Ventilhaltekörpers 15 aus einem derart harten Stahl wäre zum einen sehr teuer und zum anderen wäre es technisch sehr aufwendig, in einem solch harten Stahl die Vielzahl von Bohrungen und Ausnehmungen auszubilden, die für die Funktion des Kraftstoffeinspritzventils im Ventilhaltekörper 15 nötig sind. Zur besseren Montierbarkeit der einzelnen Komponenten kann es hierbei auch vorgesehen sein, daß der Ventilhaltekörper 15 mehrteilig aufgebaut ist.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen mit einem Kraftstoffeinspritzventil (1), das ein Gehäuse aufweist, in dem in einer Bohrung (62) ein

Ventiltglied (60) axial beweglich angeordnet ist, welches Ventiltglied (60) hydraulisch gesteuert durch den Kraftstoffdruck in einem Druckraum (64) entgegen einer Schließkraft längsverschiebbar ist und dadurch wenigstens eine Einspritzöffnung (68) steuert, und mit einem Steuerventil (30), durch das die Verbindung des Druckraums (64) mit einer Kraftstoffhochdruckquelle (10) und/oder eines Entlastungsraums (72) gesteuert wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Steuerventil (30) mit dem Entlastungsraum (72) über eine Steuerverbindung verbunden ist, die durch ein zusätzliches Ventil verschließbar ist, welches als Steuerglied einen Kolben (45) aufweist, der sich synchron mit dem Ventiltglied (60) in Längsrichtung bewegt und der einen Endabschnitt (44) aufweist, an dem eine Steuerkante (93) ausgebildet ist, welche nach einem Teil des Gesamthubs des Kolbens (45) in einen Steuerabschnitt (48) der Steuerverbindung eintaucht und diese verschließt.

2. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Endabschnitt (44) zylinderförmig ausgebildet ist und die Steuerkante (93) am Ende des Endabschnitts (44) ausgebildet ist.
3. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Steuerventil (30) zwei Schaltstellungen aufweist, wobei es in der ersten Schaltstellung zum Öffnen des Kraftstoffeinspritzventils (1) die Verbindung der Kraftstoffhochdruckquelle (10) zu dem Druckraum (64) öffnet und die Verbindung des Entlastungsraums (72) mit dem Druckraum (64) unterbricht und in der zweiten Schaltstellung zum Schließen des Kraftstoffeinspritzventils (1) den Druckraum (64) mit dem Entlastungsraum (72) verbindet und dabei die Verbindung des Druckraums (64) mit der Kraftstoffhochdruckquelle (10) unterbricht (3/2-Wegeventil).
4. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kolben (45) in einer Hülse (42) angeordnet ist.
5. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Hülse (42) aus einem härteren Stahl gefertigt ist als das Gehäuse des Kraftstoffeinspritzventils.
6. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kolben (45) seitliche Ausnehmungen (43) aufweist, die den zylinderförmigen Endabschnitt (43) mit dem Entlastungsraum (72) verbinden.
7. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kolben (45) ko-

axial zum Ventilglied (60) angeordnet ist.

5

10

15

20

25

30

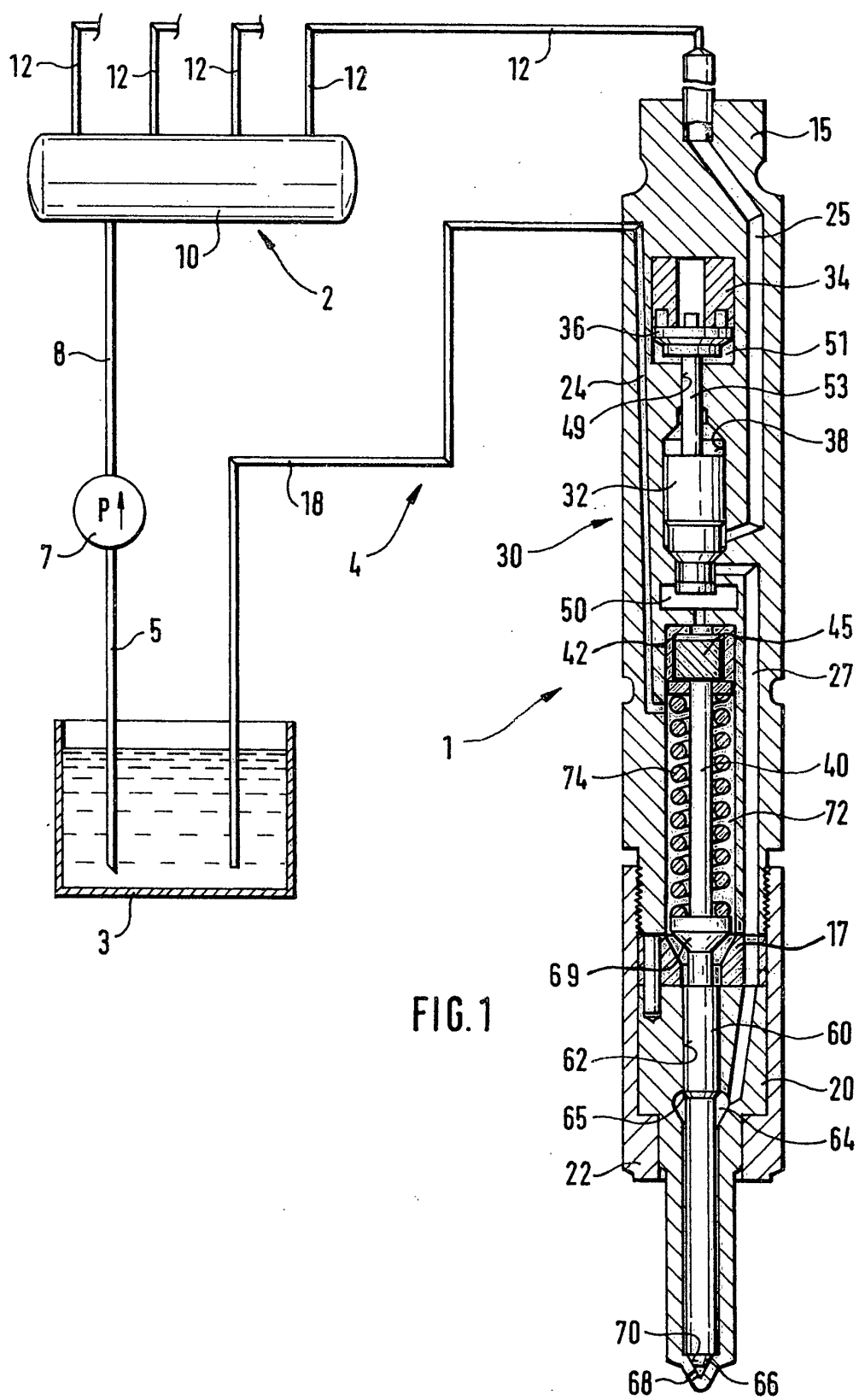
35

40

45

50

55



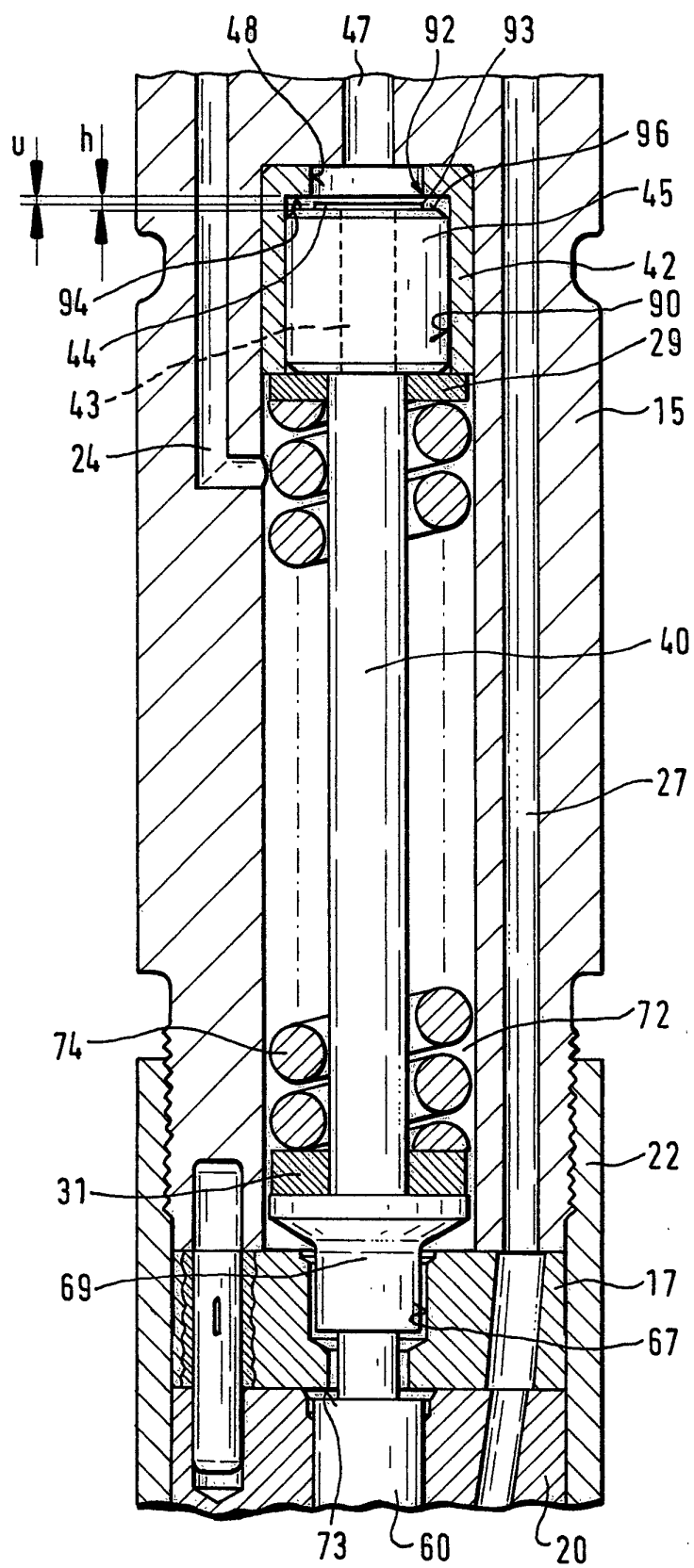


Fig. 2

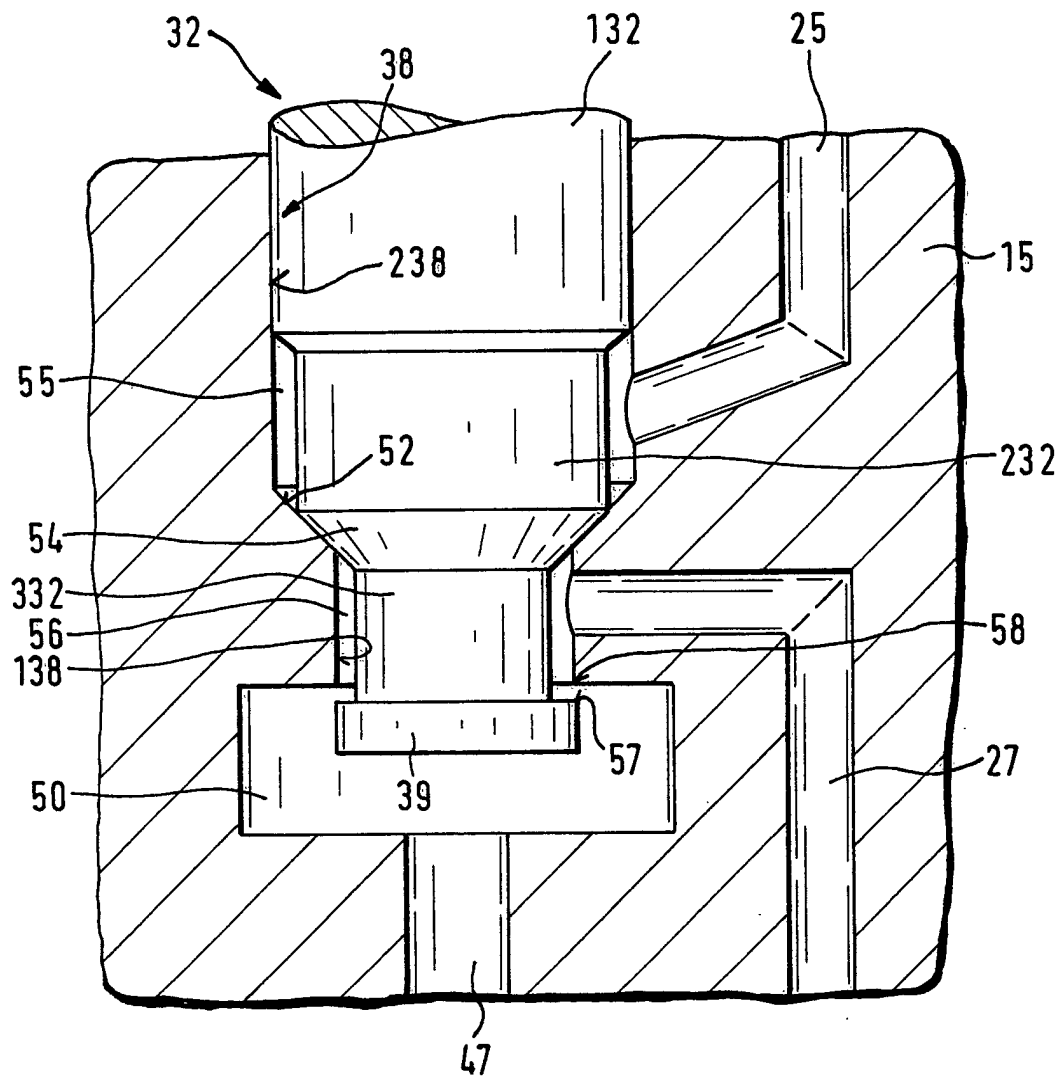


Fig. 3