(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. Juni 2002 (13.06.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/46601 A1

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: F02M 55/04, 63/02

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/04530

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. Dezember 2001 (05.12.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
100 60 812.4 7. Dezember 2000 (07.12.2000) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

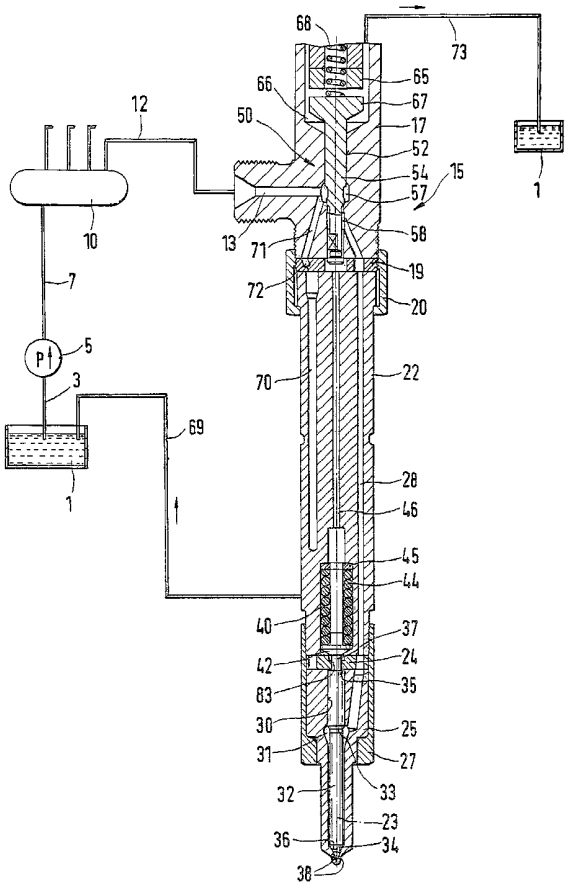
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **EGLER, Walter** [DE/DE]; Eichenweg 8, 70839 Gerlingen (DE). **FERRARO, Giovanni** [DE/DE]; Beuzlen 6, 71642 Ludwigsburg (DE). **EGELER, Hansjörg** [DE/DE]; Vordere Str. 20, 70734 Fellbach (DE). **BRENK, Achim** [DE/DE]; Remchingerstr. 11, 75236 Kaempfelbach-Bilfingen (DE). **KLENK, Wolfgang** [DE/DE]; Besigheimer Str. 25, 74369 Loechgau (DE). **BOEHLAND, Peter** [DE/DE]; Erfurter Weg 11/1, 71672 Marbach (DE). **TESCHNER,**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** FUEL INJECTION SYSTEM FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES

(54) **Bezeichnung:** KRAFTSTOFFEINSPRITZSYSTEM FÜR BRENNKRAFTMASCHINEN



(57) Abstract: The invention relates to a fuel injection system comprising a fuel injection valve (15) and a control valve (50). Said control valve (50) has a control valve element (54) that can be longitudinally displaced inside a control valve boring (52). A control valve sealing surface (55) is provided on the control valve element (54) and interacts with a control valve seat (56) thereby controlling the connection of a first pressure space (57) to a second pressure space (58). The first pressure space (57) is connected to a high-pressure accumulating space (10). A boring (30) is provided inside a valve body (25) and, inside said boring, a piston-like valve needle (32), with its combustion chamber-side end, controls the opening of at least one injection opening (38) by executing a longitudinal movement while being subjected to the action of the pressure inside a pressure chamber (31). Said pressure chamber (31) is connected to the second pressure space (58) via a supply channel (28). The first supply space (57) is connected via a restrictor (72) to a damping space (70), which is configured as a pocket boring and otherwise closed, whereby rapidly damping pressure vibrations occurring when the control valve (50) closes.

(57) Zusammenfassung: Kraftstoffeinspritzsystem mit einem Kraftstoffeinspritzventil (15) und einem Steuerventil (50), welches Steuerventil (50) ein in einer Steuerventilbohrung (52) längsverschiebbares Steueventilglied (54) aufweist. Am Steuerventilglied (54) ist eine Steuerventil dichfläche (55) ausgebildet, die mit einem Steuerventilsitz (56) zusammenwirkt und so die Verbindung von einem ersten Druckraum (57) zu einem zeiten Druckraum (58) steuert, wobei der erste Druckaum (57) mit einem Hochdrucksammelraum (10) verbunden ist. In einem Ventilkörper (25) ist eine Bohrung (30) ausgebildet, in der eine kolbenförmige Ventilnadel (32) mit ihrem brennraumseitigen Ende die Öffnung

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/46601 A1

Werner [DE/DE]; Bernsteinstr. 24, 70619 Stuttgart (DE). **KANNE, Sebastian** [DE/DE]; Koenig-Karl-Str. 54, 70372 Stuttgart (DE). **KAHLEYSS, Ingolf** [DE/DE]; Hinter Der Schillerhöhe 15, 71672 Marbach (DE). **GORDON, Uwe** [DE/DE]; Breitenguessbacher Str. 56a, 96164 Kemmern (DE). **MACK, Manfred** [DE/DE]; Hinter Der Mauer 13, 89174 Altheim (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(national)*: JP, KR, PL, US.

(84) Bestimmungsstaaten *(regional)*: europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

wenigstens eine Einspritzöffnung (38) steuert, indem sie druckbeaufschlagt durch den Druck in einer Druckkammer (31) eine Längsbewegung durchfährt, wobei zweiten Druckraum (31) über einen Zulaufkanal (28) ,it dem zweiten Druckraum (58) verbunden ist. Der erste Druckraum (57) ist über eine Drossel (72) mit einem als Sackbohrung ausgebildeten und ansonsten abgeschlossenen Dämpfungsraum (70) verbunden, wodurch auftretende Druckschwingungen beim Schliessen des Steuerventils (50) rasch abgedämpft werden.

Kraftstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen

Stand der Technik

Die Erfindung geht von einem Kraftstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen nach der Gattung des Patentanspruchs 1 aus. Ein solches Kraftstoffeinspritzsystem ist beispielsweise aus der Schrift DE 197 01 879 A1 bekannt und umfaßt einen Kraftstofftank, aus dem durch eine Hochdruckpumpe Kraftstoff in einen Hochdrucksammelraum gefördert wird. In dem Hochdrucksammelraum wird durch eine Regeleinrichtung ein vorgegebener Kraftstoffhochdruck aufrecht erhalten. Von dem Hochdrucksammelraum führen entsprechend der Anzahl der Brennräume der Brennkraftmaschine Hochdruckzuleitungen zu je einem Kraftstoffeinspritzventil, wobei das Kraftstoffeinspritzventil durch ein Steuerventil mit der Hochdruckleitung verbindbar ist. Das Steuerventil und das Kraftstoffeinspritzventil werden hierbei häufig aus Platzgründen in einem Gehäuse angeordnet. Das Kraftstoffeinspritzventil umfaßt hierbei eine Ventilnadel, die in einer Bohrung geführt ist und im Brennraum zugewandten Bereich von einem Druckraum umgeben ist. An der Ventilnadel ist eine Druckfläche ausgebildet, die vom Kraftstoff im Druckraum beaufschlagt wird, so daß die Ventilnadel bei Erreichung eines bestimmten Öffnungsdrucks im Druckraum entgegen einer Schließkraft eine Längsbewegung ausführt und so wenigstens eine Einspritzöffnung freigibt, durch die Kraftstoff aus dem Druckraum in den Brennraum der

Brennkraftmaschine gelangt. Das Steuerventil des Kraftstoffeinspritzsystems ist als 3/2-Wegeventil ausgebildet, das in einer Stellung den Hochdrucksammelraum mit der Druckkammer des Kraftstoffeinspritzventils verbindet und in einer zweiten Stellung die Verbindung zum Hochdrucksammelraum unterbricht und die Druckkammer mit einem im Ventilkörper ausgebildeten Leckölraum verbindet, welcher Leckölraum über eine Leitung mit dem Kraftstofftank verbunden ist, so daß im Leckölraum stets ein niedriger Kraftstoffdruck herrscht. Schaltet das Steuerventil von der geschlossenen Stellung in die geöffnete Stellung, so wird eine Druckwelle erzeugt, die durch den Zulaufkanal in den Druckraum läuft und dort zu einer Drucküberhöhung führt, das heißt, daß die Einspritzung des Kraftstoffs mit einem Druck erfolgt, der deutlich höher ist als der Druck im Hochdrucksammelraum. Hierdurch erhält man hohe Einspritzdrücke bei einem moderaten Hochdruck im Hochdrucksammelraum und in den Kraftstoffhochdruck führenden Teilen des Kraftstoffeinspritzsystems. Da der Kraftstoff in den Zuleitungen durch das geöffnete Steuerventil während der Einspritzung in Bewegung ist, wird er beim Schließen des Steuerventils abrupt gestoppt, so daß die kinetische Energie des Kraftstoffs in Kompressionsarbeit umgewandelt wird. Dadurch entstehen Druckschwingungen, die bei einer der ersten Einspritzung unmittelbar folgenden zweiten Einspritzung die genaue Dosierung und die exakte Zumessung der Einspritzmenge erschwert, da der Zustand am Steuerventil aufgrund der Druckschwingungen nicht genau bekannt ist.

Der vorliegenden Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Kraftstoffeinspritzsystem zu konstruieren, daß eine genaue Dosierung der Einspritzmenge und genau absetzbare Haupt-, Vor- und Nacheinspritzungen ermöglicht.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzsystem mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 weist demgegenüber den Vorteil auf, daß die beim Schließen des Steuerventils, also bei der Unterbrechung der Verbindung zum Hochdrucksammelraum auftretenden Druckschwingungen durch die Verbindung des ersten Druckraums bzw. der Hochdruckzuleitung mit einem Dämpfungsraum über eine Drossel abgedämpft werden und somit schnell abklingen. Das Steuerventil kommt daher nach dem Schließen sehr rasch wieder in einen stationären Zustand, so daß es möglich ist, in einem engen zeitlichen Abstand zur vorausgegangenen Einspritzung eine zweite Einspritzung durchzuführen und dabei deren Einspritzmenge sehr genau kontrollieren zu können. Das Steuerventil ist ein 3/2-Wegeventil in einem Steuerventilkörper und beinhaltet ein Steuerventilglied, das an einer Steuerbohrung längsverschiebbar geführt ist. Durch eine radiale Erweiterung der Steuerbohrung sind in der Steuerbohrung zwei Druckräume ausgebildet, wobei der erste Druckraum mit dem Hochdrucksammelraum verbunden ist und der zweite Druckraum mit der im Kraftstoffeinspritzventil ausgebildeten Druckkammer. In Schließstellung des Steuerventilglieds wird in der ersten Stellung die Verbindung vom ersten zum zweiten Druckraum unterbrochen, und der zweite Druckraum und damit die Druckkammer ist mit einem Leckölraum verbunden und somit drucklos. In der Öffnungsstellung des Steuerventilglieds wird die Verbindung vom ersten zum zweiten Druckraum geöffnet und die Verbindung des zweiten Druckraums mit dem Leckölraum unterbrochen, so daß der Hochdrucksammelraum mit der Druckkammer verbunden ist.

Der erste Druckraum ist über eine Drossel mit einem Dämpfungsraum verbunden, so daß Druckschwingungen, wie sie beim Öffnen und Schließen des Steuerventils im ersten Druckraum

und auch in der Hochdruckzuleitung auftreten, abgedämpft werden. Durch eine geeignete Ausgestaltung der Drossel läßt sich die Dämpfungs-Charakteristik so einstellen, daß Druckschwingungen im Druckraum bereits nach wenigen Schwingungsperioden vollständig abklingen.

In einer ersten vorteilhaften Ausgestaltung des Gegenstandes der Erfindung ist der Dämpfungsraum als Bohrung ausgebildet, die im Ventilhaltekörper parallel zu dessen Längsachse verläuft. Dadurch läßt sich der Dämpfungsraum in den bereits bekannten Kraftstoffeinspritzventilen ohne Umbauten realisieren und ohne daß der Außendurchmesser des Kraftstoffeinspritzventils geändert werden muß.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist der Ventilhaltekörper gegen den Steuerventilkörper unter Zwischenlage einer Zwischenscheibe axial verspannt. Die den Dämpfungsraum bildende Bohrung verläuft zum Teil im Steuerventilkörper, durch die Zwischenscheibe und, zum größeren Teil, im Ventilhaltekörper. Die Drossel ist in der Zwischenscheibe ausgebildet, so daß durch Austausch der Zwischenscheibe gegen eine mit einer anderen Drossel das Kraftstoffeinspritzventil an die Erfordernisse des jeweiligen angepaßt werden kann, ohne daß am übrigen Kraftstoffeinspritzventil konstruktive Änderungen erfolgen müssen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Gegenstandes der Erfindung besteht der Dämpfungsraum aus zwei zueinander parallelen Bohrungsabschnitten, die beide im Ventilhaltekörper verlaufen. Die beiden Bohrungsabschnitte der Dämpfungsraums sind durch einen Querkanal miteinander verbunden, so daß sich ein kürzerer Ventilhaltekörper bei gleichem Volumen der Drosselbohrung realisieren läßt.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung sind die beiden Bohrungsabschnitte des Dämpfungsraums durch einen Querkanal verbunden, der in einer Zwischenscheibe angeordnet ist, welche zwischen dem Ventilhaltekörper und dem Ventilkörper angeordnet ist. Durch diese Ausgestaltung entfällt eine Querverbindung der Bohrungsabschnitte innerhalb des Ventilhaltekörpers, welche nur relativ aufwendig, beispielsweise mit Hilfe eines Fingerfräsers, gefertigt werden kann. Die Ausbildung der Querverbindung in der Zwischenscheibe ermöglicht es, beide Bohrungsabschnitte des Dämpfungsraums ausgehend von einer der Stirnseite des Ventilhaltekörpers auszubilden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung sind in der Leitung, die den Dämpfungsraum mit der Hochdruckzuleitung verbindet, wenigstens zwei Drosseln angeordnet. Durch die beiden Drosseln erhält man eine deutlich stärkere Drosselung als mit nur einer Drossel, so daß die beiden Drosseln einen wesentlich größeren Durchflußquerschnitt aufweisen können als eine einzelne Drossel, die dieselbe Dämpfungswirkung aufweist. Hierdurch ist die Gefahr, daß die Drosseln durch Schmutzpartikel im Kraftstoff verstopfen, deutlich geringer. Besonders vorteilhaft ist es hierbei, die beiden Drosseln nicht in einer Linie fluchtend zueinander anzuordnen, sondern radial gegeneinander versetzt, was die Dämpfungswirkung zusätzlich verstärkt.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Gegenstandes der Erfindung ist zwischen dem Dämpfungsraum und dem ersten Druckraum ein Schließventil angeordnet, das die Verbindung vom ersten Druckraum zum Dämpfungsraum nur dann öffnet, wenn eine Dämpfung erwünscht ist. Die zur Einspritzung mit höchstmöglichem Druck angestrebte Drucküberhöhung beim Öffnen des Steuerventils wird durch die ständige Verbindung des ersten Druckraums mit dem Dämpfungsraum etwas ernied-

rigt. Deshalb unterbricht das Schließventil die Verbindung des ersten Druckraums zum Dämpfungsraum während der Öffnungsphase des Steuerventils. Nach Beendigung der Einspritzung wird das Schließventil geöffnet, so daß die Druckwellen im ersten Druckraum wie bisher schnell abgedämpft werden. Durch dieses Schließventil erhält man somit einen optimalen Einspritzdruck und gleichzeitig eine Dämpfung der Druckschwingungen, die eine exakte Dosierung der Einspritzungen möglich macht.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird das Schließventil durch den Druck im zweiten Druckraum gesteuert. Bei geöffnetem Steuerventil herrscht im zweiten Druckraum zumindest annähernd derselbe Druck wie im ersten Druckraum und das Schließventil wird durch diesen Druck geschlossen. Schließt das Steuerventil die Verbindung vom ersten zum zweiten Druckraum, so fällt der Druck im zweiten Druckraum ab und das Schließventil öffnet dadurch die Verbindung vom ersten Druckraum zum Dämpfungsraum. Anschließend erfolgt die Dämpfung der Druckschwingung in der bereits geschilderten Art und Weise. Die Steuerung durch den Druck im zweiten Druckraum macht eine zusätzliche elektronische Ansteuerung des Schließventils überflüssig.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Gegenstandes der Erfindung ist der Steuerventilkörper aus einem harten Stahl gefertigt, während der Ventilhaltekörper, in dem der Dämpfungsraum ausgebildet ist, aus einem relativ weichen Stahl gefertigt ist. Im Steuerventilkörper ist das Steuerventil angeordnet, das Dichtflächen enthält, die einer starken Beanspruchung ausgesetzt sind. Durch die Ausbildung mittels eines harten Stahls wird der Verschleiß im Bereich des Ventilsitzes des Steuerventils vermindert. Zur Ausbildung des Ventilhaltekörpers ist hingegen ein weicher Stahl vorteilhaft, da hier keine Sitz- oder Dichtflächen vorgesehen

sind und somit keine starke mechanische Beanspruchung stattfindet. Der den Dämpfungsraum bildende Hohlraum kann in dem weichen Stahl kostengünstig und schnell ausgebildet werden.

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

Zeichnung

In der Zeichnung sind verschiedene Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzsystems dargestellt. Es zeigt

- Figur 1, ein Kraftstoffeinspritzventil im Längsschnitt und die Kraftstoffhochdruckversorgung im schematischen Aufbau,
- Figur 2 eine Vergrößerung von Figur 1 im Bereich des Steuerventils,
- Figur 3 derselbe Ausschnitt wie Figur 2 eines weiteren Ausführungsbeispiels,
- Figur 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Kraftstoffeinspritzsystems in derselben Darstellung wie Figur 1,
- Figur 5 einen Querschnitt durch das in Figur 4 dargestellte Kraftstoffeinspritzventil entlang der Schnittlinie V-V und
- Figur 6 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzsystems im schematischen Aufbau,
- Figur 7 eine vergrößerte Darstellung der Figur 1 im Bereich der Zwischenscheibe,
- Figur 8 denselben Ausschnitt wie Figur 7 eines weiteren Ausführungsbeispiels und
- Figur 9 denselben Ausschnitt wie Figur 7 eines weiteren Ausführungsbeispiels.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Figur 1 ist ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil im Längsschnitt gezeigt, das zusammen mit der in der schematisch dargestellten Kraftstoffhochdruckversorgung und dem ebenso nur schematisch dargestellten Leckölsystem ein Kraftstoffeinspritzsystem bildet. Aus einem Kraftstofftank 1 wird Kraftstoff über eine Kraftstoffleitung 3 einer Hochdruckpumpe 5 zugeleitet, die den Kraftstoff unter hohem Druck über eine Zuleitung 7 in einem Hochdrucksammelraum 10 fördert. Im Hochdrucksammelraum 10 wird durch eine in der Zeichnung nicht dargestellte Regeleinrichtung ein vorgegebener Kraftstoffhochdruck aufrecht erhalten. Vom Hochdrucksammelraum 10 führen Hochdruckzuleitungen 12 ab, die mit je einem Kraftstoffeinspritzventil 15 verbunden sind, von denen in der Zeichnung exemplarisch eines dargestellt ist. Das Kraftstoffeinspritzventil 15 ist mehrteilig aufgebaut und umfaßt einen Steuerventilkörper 17, in dem ein Steuerventil 50 angeordnet ist. Gegen den Steuerventilkörper 17 ist ein Ventilhaltekörper 22 unter Zwischenlage einer Zwischenscheibe 19 mittels einer Spannmutter 20 axial verspannt. Am anderen Ende des Ventilhaltekörpers 22, das dem Brennraum zugewandt ist, liegt der Ventilhaltekörper 22 unter Zwischenlage einer Ventilzwischenscheibe 24 an einem Ventilkörper 25 an, welcher Ventilkörper 25 mittels einer Spannmutter 27 gegen den Ventilhaltekörper 22 verspannt ist. Im Ventilkörper 25 ist eine Bohrung 30 ausgebildet, an deren brennraumseitigen Ende ein im wesentlichen konischer Ventilsitz 36 ausgebildet ist, in dem wenigstens eine Einspritzöffnung 38 angeordnet ist. In der Bohrung 30 ist eine kolbenförmige Ventilnadel 32 angeordnet, die in einem brennraumabgewandten Abschnitt der Bohrung 30 dichtend geführt ist und die sich unter Bildung einer Druckfläche 33 dem Brennraum zu verjüngt. Die Ventil-

nadel 32 geht an ihrem brennraumseitigen Ende in eine im wesentlichen konische Ventildichtfläche 34 über, die mit dem Ventilsitz 36 zusammenwirkt und so in Schließstellung, also bei Anlage am Ventilsitz 36 die Einspritzöffnungen 38 verschließt. Auf der Höhe der Druckfläche 33 ist durch eine radiale Erweiterung der Bohrung 30 eine Druckkammer 31 ausgebildet, die sich als ein die Ventilnadel 32 umgebener Ringkanal bis zum Ventilsitz 36 fortsetzt. Die Druckkammer 31 ist über einen im Ventilkörper 25, der Ventilzwischenscheibe 24, dem Ventilhaltekörper 22, der Zwischenscheibe 19 und dem Steuerventilkörper 17 verlaufende Zulaufbohrung 28 mit dem Hochdrucksammelraum 10 verbindbar und somit mit Kraftstoff unter hohem Druck befüllbar.

In der Ventilzwischenscheibe 24 ist eine zentrale Öffnung 83 ausgebildet, die die Bohrung 30 mit einem im Ventilhaltekörper 22 ausgebildeten Federraum 40 verbindet. Der Federraum 40 ist hierbei als Bohrung ausgeführt und koaxial zur Bohrung 30 angeordnet. Die zentrale Öffnung 83 weist einen geringeren Durchmesser auf als die die Ventilnadel 32 führende Bohrung 30, so daß am Übergang des Ventilkörpers 25 zur Ventilzwischenscheibe 24 eine Anschlagschulter 35 ausgebildet ist. Der axiale Abstand der brennraumabgewandten Stirnseite der Ventilnadel 32 von der Anschlagschulter 35 der Ventilzwischenscheibe 24 in Schließstellung des Kraftstoffeinspritzventils definiert den Öffnungshub der Ventilnadel 32.

An ihrem brennraumabgewandten Ende geht die Ventilnadel 32 in einen Druckstift 37 über, der koaxial zur Ventilnadel 32 angeordnet ist und in der zentralen Öffnung 83 der Ventilzwischenscheibe 24 angeordnet ist. Der Druckstift 37 geht in einen im Federraum 40 angeordneten Federteller 42 über, zwischen dem und dem brennraumabgewandten Ende des Federraums 40 eine als Schraubendruckfeder ausgebildete Schließfeder 44 unter Druckvorspannung angeordnet ist. Hierbei kann die

Druckvorspannung der Schließfeder 44 über die Dicke einer Ausgleichsscheibe 45 festgelegt werden, die zwischen der Schließfeder 44 und dem brennraumabgewandten Ende des Federraums 40 angeordnet ist. Durch die Kraft der Schließfeder 44 wird über den Federteller 42 und den Druckstift 37 die Ventilnadel 32 mit der Ventildichtfläche 34 gegen den Ventilsitz 36 gepreßt und dadurch die Einspritzöffnungen 38 verschlossen. Der Federraum 40 ist über eine Leckölleitung 69 mit dem Kraftstofftank 1 verbunden, so daß in den Federraum 40 eindringender Kraftstoff in den Kraftstofftank 1 abgeführt wird, weshalb im Federraum 40 stets ein niedriger Kraftstoffdruck herrscht. An seinem brennraumabgewandten Ende geht der Federraum 40 in eine koaxial zur Bohrung 30 und dem Federraum 40 angeordnete Durchgangsbohrung 46 über, die bis in einen in der Zwischenscheibe 19 ausgebildeten Absteuerraum 76 reicht.

In Figur 2 ist eine vergrößerte Darstellung des Steuerventils 50 im Längsschnitt dargestellt. Die Steuerventilbohrung 52 unterteilt sich in einen Dichtungsabschnitt 152 und einen im Durchmesser kleineren Führungsabschnitt 252. Die Steuerventilbohrung 52 mündet dabei dem Brennraum abgewandt in einen im Steuerventilkörper 17 ausgebildeten Leckölraum 66 und mit ihrem anderen Ende in den Absteuerraum 76, welcher über die Durchgangsbohrung 46 mit dem Federraum 40 verbunden ist. Durch eine radiale Erweiterung der Steuerventilbohrung 52 ist ein erster Druckraum 57 ausgebildet, der über einen im Steuerventilkörper 17 ausgebildeten Zulaufkanal 13 mit der Hochdruckzuleitung 12 und damit mit dem Hochdrucksammelraum 10 verbunden ist. Ausgehend vom ersten Druckraum 57 ist dem Ventilhaltekörper 22 zugewandt durch eine weitere radiale Erweiterung der Steuerventilbohrung 52 ein zweiter Druckraum 58 ausgebildet. In den zweiten Druckraum 58 mündet die Zulaufbohrung 28, die den zweiten Druckraum 58 mit der Druckkammer 31 verbindet. Am Übergang des ersten Druckraums 57

zum zweiten Druckraum 58 ist an der Wand der Steuerventilbohrung 52 ein im wesentlichen konischer Steuerventilsitz 56 ausgebildet. In der Steuerventilbohrung 52 ist ein Steuerventilglied 54 längsverschiebbar angeordnet, das im Dichtungsabschnitt 152 der Steuerventilbohrung 52 dichtend geführt ist. Vom dichtend geführten Abschnitt des Steuerventilglieds 54 aus verjüngt sich das Steuerventilglied 54 dem Ventilhaltekörper 22 zu unter Bildung einer Steuerventildichtfläche 55, die im wesentlichen konisch ausgebildet ist und mit dem Steuerventilsitz 56 zusammenwirkt. Das Steuerventilglied 54 erstreckt sich durch den zweiten Druckraum 58 bis in den in der Zwischenscheibe 19 ausgebildeten Absteuerraum 76, wo das Steuerventilglied 54 in einen Steuerabschnitt 62 übergeht, der zylindrisch ausgebildet ist und einen Durchmesser aufweist, der nur geringfügig kleiner ist als der Durchmesser des Führungsabschnitts 252 der Steuerventilbohrung 52. Zwischen dem Steuerabschnitt 62 und dem zweiten Druckraum 58 wird das Steuerventilglied 54 im Führungsabschnitt 252 der Steuerventilbohrung 52 geführt, wobei am Steuerventilglied 54 Ausnehmungen 60 ausgebildet sind, so daß Kraftstoff am geführten Abschnitt des Steuerventilglieds 54 vorbei fließen kann. Die dem Steuerventilkörper 17 zugewandte Ringstirnfläche 78 des Steuerabschnitts 62 weist in Schließstellung des Steuerventilglieds 54, das ist, wenn die Steuerventildichtfläche 55 am Steuerventilsitz 56 anliegt, einen axialen Abstand vom Beginn der Steuerventilbohrung 52 auf, der einem Absteuerhub h_a entspricht.

An dem dem Ventilhaltekörper 22 abgewandten Ende geht das Steuerventilglied 54 in einen Magnetanker 67 über, der im Leckölraum 66 angeordnet ist, wobei der Leckölraum 66 über eine Leckölleitung 73 mit dem Kraftstofftank 1 verbunden ist. Der Magnetanker 67 weist in Schließstellung des Steuerventilglieds 54 einen axialen Abstand h_g von einem ebenfalls im Leckölraum 66 angeordneten Elektromagneten 65 auf. Der E-

lektromagnet 65 umgibt eine Ventilfeder 68, die zwischen einem in der Zeichnung nicht dargestellten ortsfesten Anschlag und dem Magnetanker 67 unter Vorspannung angeordnet ist und das Steuerventilglied 54 in Schließstellung beaufschlagt. Der Elektromagnet 65 ist im Leckölraum 66 ortsfest angeordnet und kann durch eine geeignete Bestromung eine anziehende Kraft auf den Magnetanker 67 ausüben, der dadurch in Öffnungsrichtung des Steuerventilglieds 54 gezogen wird, bis er am Elektromagneten 65 zur Anlage kommt. Diese Öffnungshubbewegung des Steuerventilglieds 54 erfolgt gegen die Schließkraft der Ventilfeder 68, so daß das Steuerventilglied 54 durch Wegfall der Bestromung des Elektromagneten 65 durch die Ventilfeder 68 wieder in Schließstellung gedrückt wird.

Neben dem Zulaufkanal 13 mündet in den ersten Druckraum 57 auch eine Leitung, die als Verbindungskanal 71 ausgebildet ist. Der Verbindungskanal 71 verläuft geneigt zur Längsachse des Steuerventilglieds 54 bis zur Zwischenscheibe 19. In der Zwischenscheibe 19 ist eine Drossel 72 ausgebildet, über die der Verbindungskanal 71 mit einem im Ventilhaltekörper 22 ausgebildeten Dämpfungsraum 70 verbunden ist. Der Dämpfungsraum 70 ist hierbei als Sackbohrung ausgeführt, die parallel zur Längsachse 23 des Ventilhaltekörpers 22 und zur Durchgangsbohrung 46 verläuft. Die den Dämpfungsraum 70 bildende Sackbohrung kann, je nach gewünschtem Volumen des Dämpfungsraums 70, eine unterschiedliche Länge aufweisen. Auch ist es möglich, die den Dämpfungsraum 70 bildende Sackbohrung mit unterschiedlichen Durchmessern auszubilden.

In Figur 3 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzsystems dargestellt, wobei dieselbe Ausschnittsvergrößerung wie in Figur 2 dargestellt ist. Die Funktion und der Aufbau entsprechen genau dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel, jedoch ist der Dämpfungsraum 70 hier durch eine Ausnehmung im Steuerventil-

körper 17 dargestellt, die zylinderförmig ausgebildet ist und parallel zur Steuerventilbohrung 52 verläuft. Der Dämpfungsraum 70 ist über eine Leitung, die als Verbindungskanal 71 ausgebildet ist, nahe dem ersten Druckraum 57 mit dem Zulaufkanal 13 verbunden. Innerhalb des Verbindungskanals 71 ist eine Drossel 72 angeordnet, die den Durchfluß von Kraftstoff durch den Verbindungskanal 71 dämpft. Da der Dämpfungsraum 70 einschließlich des Verbindungskanals 71 und der Drossel 72 innerhalb des Steuerventilkörpers 17 angeordnet sind, muß der Ventilhaltekörper 22 gegenüber einem Kraftstoffeinspritzventil ohne einen Dämpfungsraum 70 baulich nicht geändert werden.

In Figur 4 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzsystems dargestellt, wobei gegenüber der Figur 1 nur die Ausbildung des Dämpfungsraums 70 verändert ist. Der Dämpfungsraum 70 ist in diesem Ausführungsbeispiel nicht als einfache Sackbohrung ausgebildet, sondern ist in zwei Bohrungsabschnitte 170, 270 unterteilt, die parallel zueinander im Ventilhaltekörper 22 ausgebildet sind. Der erste Bohrungsabschnitt 170 des Dämpfungsraums 70 reicht von einer Stirnseite des Ventilhaltekörpers 22 bis zur anderen Stirnseite, also von der Zwischenscheibe 19 bis zur Ventilzwischenscheibe 24. In der Ventilzwischenscheibe 24 mündet der erste Bohrungsabschnitt 170 des Dämpfungsraums 70 in eine Querverbindung 85, die im Querschnitt eine ovale bis nierenförmige Form aufweist, wie Figur 5 in einem Querschnitt der Ventilzwischenscheibe 24 zeigt. Im Ventilhaltekörper 22 ist von der dem Brennraum zugewandten Stirnseite des Ventilhaltekörpers 22 ein zweiter Bohrungsabschnitt 270 des Dämpfungsraums 70 ausgebildet, der als Sackbohrung ausgeführt ist und welcher zweite Bohrungsabschnitt 270 gegenüber dem ersten Bohrungsabschnitt 170 um einen Winkel α um die Längsachse 23 des Ventilhaltekörpers 22 verschwenkt angeordnet ist. Durch die Querverbindung 85 in der Ventilzwi-

schenscheibe 24 werden die beiden Bohrungsabschnitte 170 und 270 miteinander verbunden, so daß sie zusammen den Dämpfungsraum 70 bilden.

In der Figur 5 ist ein Querschnitt durch das Kraftstoffeinspritzventil entlang der Linie V-V der Figur 4 gezeigt. In der Ventilzwischenscheibe 24 sind neben der zentralen Öffnung 83 und der Querverbindung 85 noch zwei weitere Zentrierstiftbohrungen 88 und 89 ausgebildet. In diesen Zentrierstiftbohrungen 88 und 89 werden bei der Montage des Kraftstoffeinspritzventils Zentrierstifte eingesteckt, die in entsprechende Bohrungen im Ventilhaltekörper 22 und dem Ventilkörper 25 eintauchen und dadurch eine exakte Positionierung dieser Körper zueinander gewährleisten.

Die Funktionsweise des Kraftstoffeinspritzsystems, wie es in den Figuren 1 bis 5 dargestellt ist, ist wie folgt: Die Hochdruckpumpe 5 fördert durch die Kraftstoffleitung 3 Kraftstoff aus dem Kraftstofftank 1 über eine Hochdruckzuleitung 7 in den Hochdrucksammelraum 10. Im Hochdrucksammelraum 10 wird durch eine in der Zeichnung nicht dargestellte Regeleinrichtung ein vorgegebenes hohes Kraftstoffdruckniveau aufrecht erhalten. Das Druckniveau beträgt bei den heute üblichen Hochdrucksammelräumen bis zu 140 MPa. Vom Hochdrucksammelraum 10 wird der Kraftstoff durch die Hochdruckzuleitungen 12 zu den Kraftstoffeinspritzventilen 15 geleitet. Im Kraftstoffeinspritzventil 15 gelangt der Kraftstoff durch den Zulaufkanal 13 in den ersten Druckraum 57. Zu Beginn des Einspritzzyklus ist das Steuerventil 50 in Schließstellung, das heißt, der Elektromagnet 65 ist nicht bestromt und das Steuerventilglied 54 wird durch die Ventilfeder 68 mit der Steuerventildichtfläche 55 an das Steuerventil 56 gepreßt und verschließt den ersten Druckraum 57 gegen den zweiten Druckraum 58. Der zweite Druckraum 58 ist über die Ausnehmungen 60 mit dem Absteuerraum 76 verbunden, der durch

die Durchgangsbohrung 46 mit dem Federraum 40 in Verbindung steht, welcher mit dem Kraftstofftank 1 verbunden ist. Auf diese Weise herrscht im zweiten Druckraum 58 und über die Zulaufbohrung 28, die vom zweiten Druckraum 58 ausgeht, auch in der Druckkammer 31 ein niedriger Kraftstoffdruck, der dem Druck im Kraftstofftank 1 entspricht. Im Dämpfungsraum 70 herrscht wegen des Verbindungskanals 71 derselbe Druck wie im ersten Druckraum 57 und damit auch derselbe Druck wie im Hochdrucksammelraum 10. Soll eine Einspritzung erfolgen, so wird der Elektromagnet 65 bestromt, so daß sich der Magnetanker 67 entgegen der Kraft der Ventilfeder 68 auf den Elektromagneten 65 zubewegt. Durch die Bewegung des Magnetankers 67 bewegt sich auch das Steuerventilglied 54 und die Steuerventildichtfläche 55 hebt vom Steuerventilsitz 56 ab. Hierdurch wird der erste Druckraum 57 mit dem zweiten Druckraum 58 verbunden. Solange der Absteuerhub h_a noch nicht vom Steuerventilglied 54 durchfahren ist, bleibt der zweite Druckraum 58 über die Ausnehmungen 60 mit dem Absteuerraum 76 verbunden, so daß zu Beginn der Hubbewegung des Steuerventilglieds 54 Kraftstoff aus dem ersten Druckraum in den zweiten Druckraum 58 fließt und von diesem in den Absteuerraum 76. Dadurch setzt sich die Kraftstoffmenge, die im Zulaufkanal 13 unter hohem Druck steht, in Bewegung und erhält so kinetische Energie. Nach Durchfahren des Absteuerhubs h_a taucht der Steuerabschnitt 62 in die Steuerventilbohrung 52 ein und verschließt so den zweiten Druckraum 58 gegen den Absteuerraum 76. Der bereits in Bewegung befindliche Kraftstoff im Zulaufkanal 13 strömt nun in die Zulaufbohrung 28 und weiter in die noch verschlossene Druckkammer 31, wo sich die kinetische Energie des Kraftstoffs in Kompressionsarbeit umwandelt. Damit geht eine Druckerhöhung in der Druckkammer 31 einher und man erhält einen deutlich höheren Druck als im Hochdrucksammelraum 10. Dieser Druck kann einige 10 MPa über dem Druck im Hochdrucksammelraum 10 liegen. Durch den Druck in der Druckkammer 31 ergibt sich eine hydraulische Kraft

auf die Druckfläche 33 der Ventilnadel 32, welche dadurch in axialer Richtung vom Brennraum weg entgegen der Kraft der Schließfeder 44 bewegt wird. Dadurch hebt auch die Ventildichtfläche 34 vom Ventilsitz 36 ab und die Einspritzöffnungen 38 werden freigegeben, so daß Kraftstoff aus der Druckkammer 31 an der Ventilnadel 32 vorbei zu den Einspritzöffnungen 38 fließt und von dort in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird. Die Ventilnadel 32 setzt hierbei ihre Öffnungshubbewegung solange fort, bis sie mit ihrer dem Brennraum abgewandten Stirnseite an der Anschlagschulter 35 der Ventilzwischenscheibe 24 anliegt. Soll die Einspritzung beendet werden, so wird der Elektromagnet 65 nicht mehr bestromt, so daß die Ventilfeder 68 das Steuerventilglied 54 zurück in die Schließstellung drückt. Im Verlauf der Schließbewegung des Steuerventilglieds 54 taucht der Steuerabschnitt 62 wieder aus dem Führungsabschnitt 252 der Steuerventilbohrung 52 aus und verbindet den zweiten Druckraum 58 und damit über die Zulaufbohrung 58 auch die Druckkammer 31 mit dem Absteuerraum 76, der mit dem Leckölsystem verbunden ist. Die Druckkammer 31 wird somit entlastet und die Kraft der Schließfeder 44 auf die Ventilnadel 32 überwiegt die hydraulische Kraft auf die Druckfläche 33 und die Ventilnadel 32 fährt zurück in Schließstellung. Da der Kraftstoff im Zulaufkanal 13 nach wie vor kinetische Energie aufweist, wird diese kinetische Energie nach dem Schließen des Steuerventils 50 in Kompressionsarbeit umgewandelt, so daß der Druck im ersten Druckraum 57 ansteigt. Durch diese Drucküberhöhung herrscht im ersten Druckraum 57 ein höherer Druck als im Dämpfungsraum 70, so daß nun Kraftstoff aus dem ersten Druckraum 57 durch den Verbindungskanal 71 und die Drossel 72 in den Dämpfungsraum 70 fließt, wo der Druck dadurch entsprechend erhöht wird. Die so in dem Dämpfungsraum 70 fließende Druckwelle erniedrigt also den Druck im ersten Druckraum 57 und erhöht den Druck im Dämpfungsraum 70, bis der Druck im Dämpfungsraum 70 höher ist als im ersten Druck-

raum 57. Ein Teil des Kraftstoffs fließt nun wieder durch die Drossel 72 und den Verbindungskanal 71 aus dem Dämpfungsraum 70 zurück in den ersten Druckraum 57, wo der Druck entsprechend wieder ansteigt. Diese Druckschwingung wird durch die Drossel 72 gedämpft, so daß die Druckschwingung im Gegensatz zu Kraftstoffeinspritzsystemen ohne eine entsprechende Dämpfung nach wenigen Schwingungen abgeklungen ist und im ersten Druckraum 57 wieder ein konstanter Druck herrscht, der dem Druck im Hochdrucksammelraum 10 entspricht. Über den Querschnitt der Drossel 72 und das Volumen des Dämpfungsraums 70 kann die Stärke der Dämpfung an die Erfordernisse des Kraftstoffeinspritzventils angepaßt werden.

In Figur 6 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzsystems als schematisches Blockschaltbild dargestellt. Die Funktionsweise des Steuerventils 50 ist, wie in den voran gegangenen Ausführungsbeispielen, die eines 3/2-Wegeventils, das den ersten Druckraum 57, den zweiten Druckraum 58 und die Leckölleitung 69 entsprechend verbindet. Der erste Druckraum 57 ist über einen Verbindungskanal 71 und eine Drossel 72 mit den Dämpfungsraum 70 verbunden, wobei in diesem Ausführungsbeispiel zwischen der Drossel 72 und dem Dämpfungsraum 70 ein Schließventil 92 angeordnet ist. Das Schließventil 92 wird durch die Kraft einer Feder 94 und den Druck im zweiten Druckraum 58, der über eine Verbindungsleitung 96 auf das Schließventil 92 wirkt, gesteuert. Herrscht im zweiten Druckraum 58 ein entsprechend hoher Kraftstoffdruck, der eine größere Kraft auf das Schließventil 92 ausübt als die Feder 94, so wird das Schließventil 92 den Verbindungskanal 71 unterbrechen und der Dämpfungsraum 70 ist nicht mehr mit dem ersten Druckraum 57 verbunden, so daß eine im ersten Druckraum 57 auftretende Druckschwingung nicht mehr gedämpft wird. Ist der Kraftstoffdruck im zweiten Druckraum 58 entsprechend

niedrig, wie dies bei geschlossenem Steuerventil 50 der Fall ist, so überwiegt die Kraft der Feder 94 gegenüber der Kraft des Kraftstoffdrucks im zweiten Druckraum und das Schließventil 92 öffnet die Verbindung vom ersten Druckraum 57 zum Dämpfungsraum 70.

Der Vorteil des Schließventils 92 ist, daß Druckschwingungen im ersten Druckraum 57 nur dann gedämpft werden, wenn das Steuerventil 50 geschlossen ist, also dann, wenn keine Einspritzung erfolgt. Ist nämlich der erste Druckraum 57 ständig mit dem Dämpfungsraum 70 über die Drossel 72 verbunden, so wird auch der erwünschte Druckstoß zu Beginn der Einspritzung etwas abgedämpft, so daß die maximal erreichbare Drucküberhöhung in der Druckkammer 31 etwas niedriger ausfällt als bei einem abgeschlossenen ersten Druckraum 57, der ansonsten über keine Dämpfung verfügt. Durch das Schließventil 92 erhält man somit einen höheren Einspritzdruck bei gleichem Druck im Hochdrucksammelraum 10. Das Schließventil 92 ist hierbei in vorteilhafter Weise ebenfalls im Steuerventilkörper 17 ausgebildet, so daß weiterhin eine kompakte Bauweise des Kraftstoffeinspritzsystems möglich ist und die Schaltung des Schließventils 92 nicht durch eine unnötig lange Verbindungsleitung 96 verzögert wird.

Neben der Anordnung der Drossel 72 in der Zwischenscheibe 19 kann es auch vorgesehen sein, die Drosselstelle im Steuerventilkörper 17 oder im Ventilhaltekörper 22 auszubilden. Hierzu kann die Zwischenscheibe 19 entfallen und es wird so eine Hochdruckdichtfläche eingespart. In diesem Fall wird der Absteuerraum 76 entsprechend im Ventilhaltekörper 22 angeordnet. Weiter kann es vorgesehen sein, den Dämpfungsraum 70 durch zwei Bohrungsabschnitte 170, 270 auszubilden, wobei die Verbindung der Bohrungsabschnitte 170, 270 jedoch nicht in der Ventilzwischenscheibe 24, sondern im Ventilhaltekörper 22 ausgebildet ist. Hierdurch erhält man einen im Längs-

schnitt zumindest näherungsweise U-förmigen Dämpfungsraum. Ein solcher Dämpfungsraum kann beispielsweise mit Hilfe eines Fingerfräsers hergestellt werden. Weiter kann es vorgesehen sein, das Schließventil 92 nicht durch den Druck im zweiten Druckraum 58 zu steuern, sondern direkt, beispielsweise mit Hilfe eines elektrischen Aktors, der von einem Steuergerät angesteuert wird.

Darüber hinaus kann es auch vorgesehen sein, den Dämpfungsraum 70 nicht als Bohrung auszubilden, sondern einen beliebigen Hohlraum im Ventilhaltekörper 22 auszubilden und diesen über eine gedrosselte Verbindung mit dem ersten Druckraum 57 zu verbinden. Ein solcher Dämpfungsraum kann optimal an die Platzverhältnisse des Ventilhaltekörpers 22 angepaßt werden. Darüber hinaus ist es auch möglich, den Dämpfungsraum 70 im Steuerventilkörper 17 auszubilden, wodurch eine entsprechende Hochdruckdichtfläche, wie sie zwischen der Zwischenscheibe 19 und dem Ventilhaltekörper 22 bzw. dem Steuerventilkörper 17 und der Zwischenscheibe 19 ausgebildet ist, entfällt.

Weiter kann es vorgesehen sein, das Steuerventil 50 nicht, wie in den Ausführungsbeispielen dargestellt, direkt mit Hilfe eines Elektromagneten zu steuern. Alternativ dazu kann das Steuerventilglied 54 durch eine Vorrichtung, die das Steuerventilglied 54 mithilfe hydraulischer Kräfte in Öffnungs- bzw. Schließstellung bringen, gesteuert werden.

Der Steuerventilsitz 56 des Steuerventils 50 ist durch das Aufsetzen der Steuerventildichtfläche 55 bei der Längsbewegung des Steuerventilglieds 52 einer hohen mechanischen Belastung ausgesetzt. Es ist deshalb notwendig, den Steuerventilkörper 17 aus einem harten, verschleißfesten Stahl zu fertigen. Demgegenüber ist die Ausbildung des Dämpfungsraums 70 als Sackbohrung im Ventilhaltekörper 22 in einem harten

Stahl nur mit erheblichem Aufwand möglich. Da im Ventilhaltekörper 22 keine mechanisch hochbeanspruchten Flächen vorhanden sind, kann der Ventilhaltekörper 22 aus einem relativ weichen Stahl gefertigt werden, in dem sich Bohrungen gut ausbilden lassen.

In Figur 7 ist eine Vergrößerung von Figur 1 im Bereich der Zwischenscheibe 19 schematisch dargestellt, wobei jedoch hier zwei Drosseln 72 in der Zwischenscheibe 19 angeordnet sind. In die Zwischenscheibe 19 sind zwei Drosselscheiben 74 eingesetzt, die außermittig jeweils eine die Drossel 72 bildende Bohrung aufweisen. Die Drosseln 72 sind hierbei versetzt gegeneinander angeordnet, so daß sie nicht fluchten. Der Kraftstoff, der bei der Dämpfung der Druckwellen durch die Drosseln 72 hindurchfließt, muß also zweimal eine starke Richtungsänderung machen, was die Dämpfungswirkung der Drosseln 72 erheblich steigert. Aus diesem Grund kann der Querschnitt der Drosseln 72 größer gewählt werden als bei der Ausführung mit nur einer Drossel 72, wodurch die Gefahr des Verstopfens der Drossel 72 durch Schmutzpartikel deutlich vermindert wird.

In Figur 8 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel mit zwei Drosseln 72 im Verbindungskanal 71 dargestellt. Hier sind die Drosselscheiben 74 im Steuerventilkörper 17 angeordnet, so daß die Zwischenscheibe 19 und der Ventilhaltekörper 22 keine drosselnden Vorrichtungen beinhalten. Die Anordnung der Drosselscheiben 74 und der Drosseln 72 zueinander ist identisch mit dem im Figur 7 gezeigten Ausführungsbeispiel.

In Figur 9 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Kraftstoffeinspritzsystems mit zwei Drosseln 72 dargestellt. Im Steuerventilkörper 17 und im Ventilhaltekörper 22 ist jeweils eine Drosselscheibe 74 und damit auch eine Drossel 72

angeordnet, wobei in diesem Ausführungsbeispiel der Steuerventilkörper 17 direkt am Ventilhaltekörper 22 anliegt.

Neben den in den Figuren 7, 8 und 9 gezeigten Ausführungsbeispielen kann es auch vorgesehen sein, daß die Drosseln 72 in anderer Kombination auf den Steuerventilkörper 17, die Zwischenscheibe 19 und den Ventilhaltekörper 22 verteilt angeordnet sind. Ebenso kann es vorgesehen sein, daß mehr als zwei Drosseln 72 im Verbindungskanal 71 angeordnet sind, die ebenfalls je nach Erfordernis auf den Steuerventilkörper 17, die Zwischenscheibe 19 und den Ventilhaltekörper 22 verteilt angeordnet sein können.

Ansprüche

1. Kraftstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen mit einem von einer Kraftstoffhochdruckquelle versorgten Kraftstoffeinspritzventil, das ein Ventilglied (32) aufweist, das durch den Druck einer im Kraftstoffeinspritzventil ausgebildeten Druckkammer (31) verstellbar ist und dadurch wenigstens eine mit der Druckkammer (31) verbindbare Einspritzöffnung (38) steuert, und mit einem Steuerventil (50), das ein Steuerventilglied (54) aufweist, welches in einer ersten Stellung einen ständig mit der Kraftstoffhochdruckquelle verbundenen ersten Druckraum (57) von einer zur Druckkammer (31) führenden Zulaufbohrung (28) trennt und in einer zweiten Stellung die Verbindung zwischen der Kraftstoffhochdruckquelle und der Druckkammer (31) öffnet, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen Kraftstoffhochdruckquelle und erstem Druckraum (57) eine Leitung (71), die eine Drossel (72) aufweist, zu einem ansonsten abgeschlossenen Dämpfungsraum (70) führt, wobei der Dämpfungsraum (70) als Sackbohrung ausgeführt ist.
2. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Leitung (71) vom ersten Druckraum (57) zum Dämpfungsraum (70) führt.
3. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Kraftstoffeinspritzventil einen Steuerventilkörper (17), einen Ventilhaltekörper (22) und einen Ventilkörper (25) aufweist, wobei der Steuerventil-

körper (17) und der Ventilkörper (25) an gegenüberliegenden Stirnseiten des Ventilhaltekörpers (22) angeordnet sind und das Steuerventil (50) im Steuerventilkörper (17) und das Ventilglied (32) im Ventilkörper (25) angeordnet sind.

4. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Steuerventilkörper (17) gegen den Ventilhaltekörper (22) axial verspannt ist, wobei der Dämpfungsraum (70) im Ventilhaltekörper (22) ausgebildet ist.
5. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Drossel (72) im Steuerventilkörper (17) angeordnet ist.
6. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Drossel (72) im Ventilhaltekörper (22) angeordnet ist.
7. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen dem Steuerventilkörper (17) und dem Ventilhaltekörper (22) eine Zwischenscheibe (19) angeordnet ist, in der die Drossel (72) ausgebildet ist.
8. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Leitung (71) wenigstens zwei Drosseln (72) angeordnet sind.
9. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Drosseln (72) durch Bohrungen in Drosselscheiben (74) ausgebildet sind, wobei die Drosselscheiben (74) in einer Radialebene der Leitung (71) angeordnet sind.
10. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Drosseln (72) in radialer Richtung der Drosselscheiben (74) gegeneinander versetzt angeordnet sind.
11. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Dämpfungsraum (70) aus zwei zuein-

ander parallelen Bohrungsabschnitten (170; 270) besteht, die miteinander verbunden sind.

12. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß beide Bohrungsabschnitte (170; 270) des Dämpfungsraums (70) durch eine im Ventilhaltekörper (22) ausgebildete Querverbindung verbunden sind.

13. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Ventilkörper (25) unter Zwischenlage einer Ventilzwischenscheibe (24) gegen den Ventilhaltekörper (22) axial verspannt ist und daß in der Ventilzwischenscheibe (24) eine Querverbindung (85) ausgebildet ist, die die Bohrungsabschnitte (170; 270) des Dämpfungsraums (70) miteinander verbindet.

14. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Steuerventilkörper (17) aus einem härteren Stahl gefertigt ist als der Ventilhaltekörper (22).

15. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kraftstoffhochdruckquelle ein Hochdrucksammelraum (10) („common rail") ist.

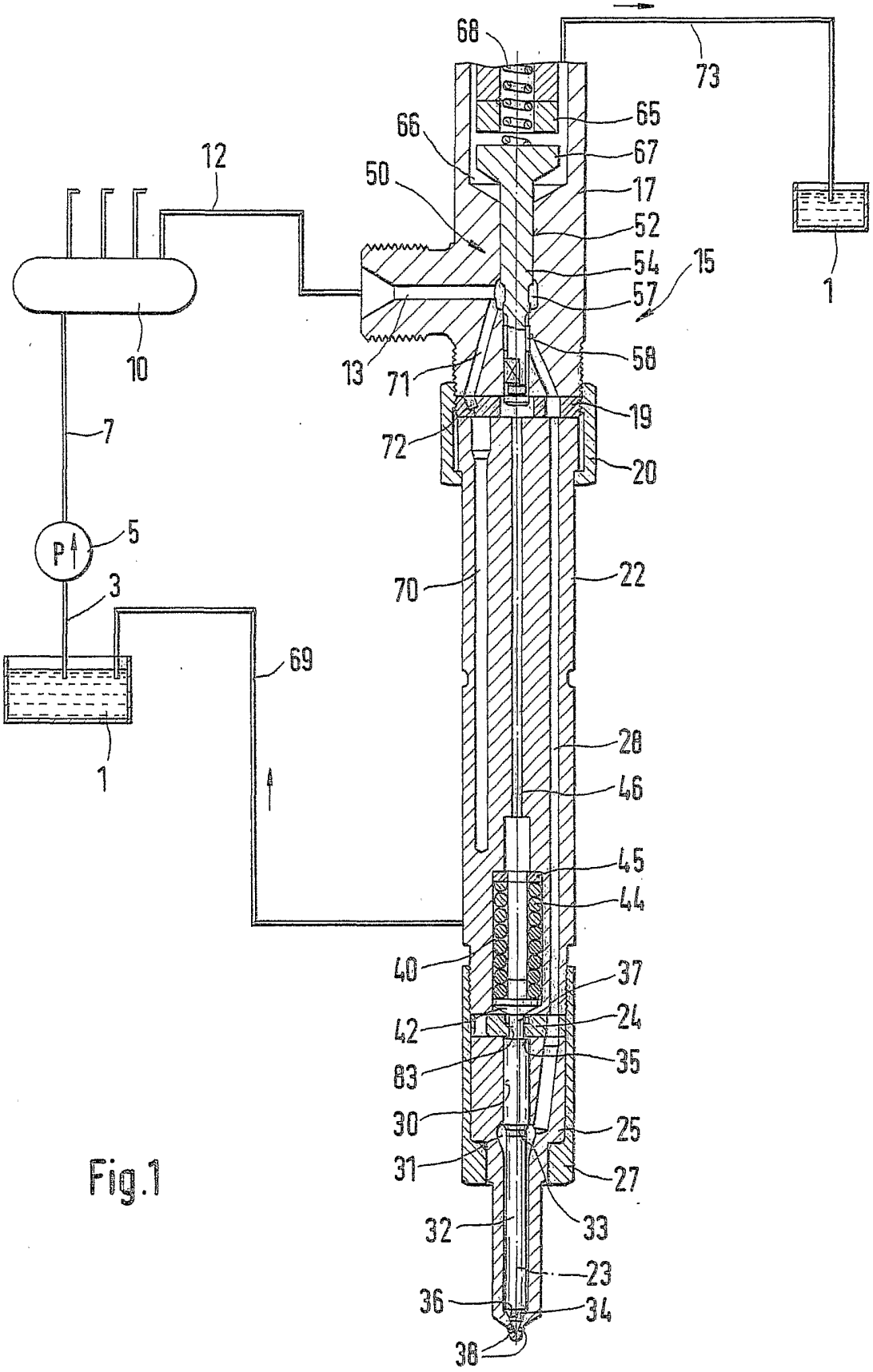
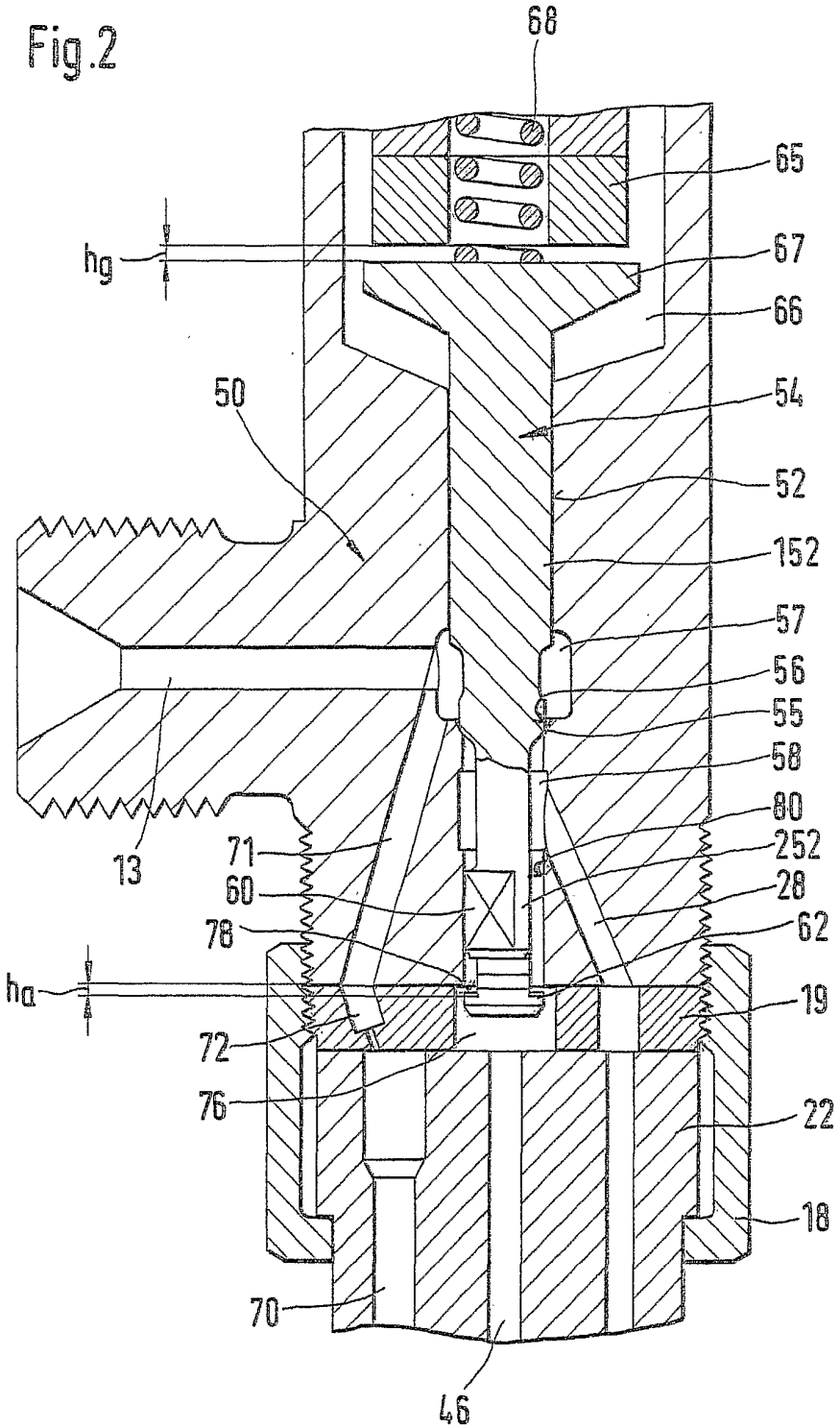

68
73
65
66
67
50
17
52
12
54
15
57
1
10
13
71
58
19
72
20
7
5
P
70
22
3
69
28
1
46
45
44
40
37
42
24
83
35
30
25
31
27
32
33
23
36
34
38

Fig.1

Fig.2


68
65
hg
67
66
50
54
52
152
57
56
55
58
80
252
28
62
19
22
18
13
71
60
78
ha
72
76
70
46

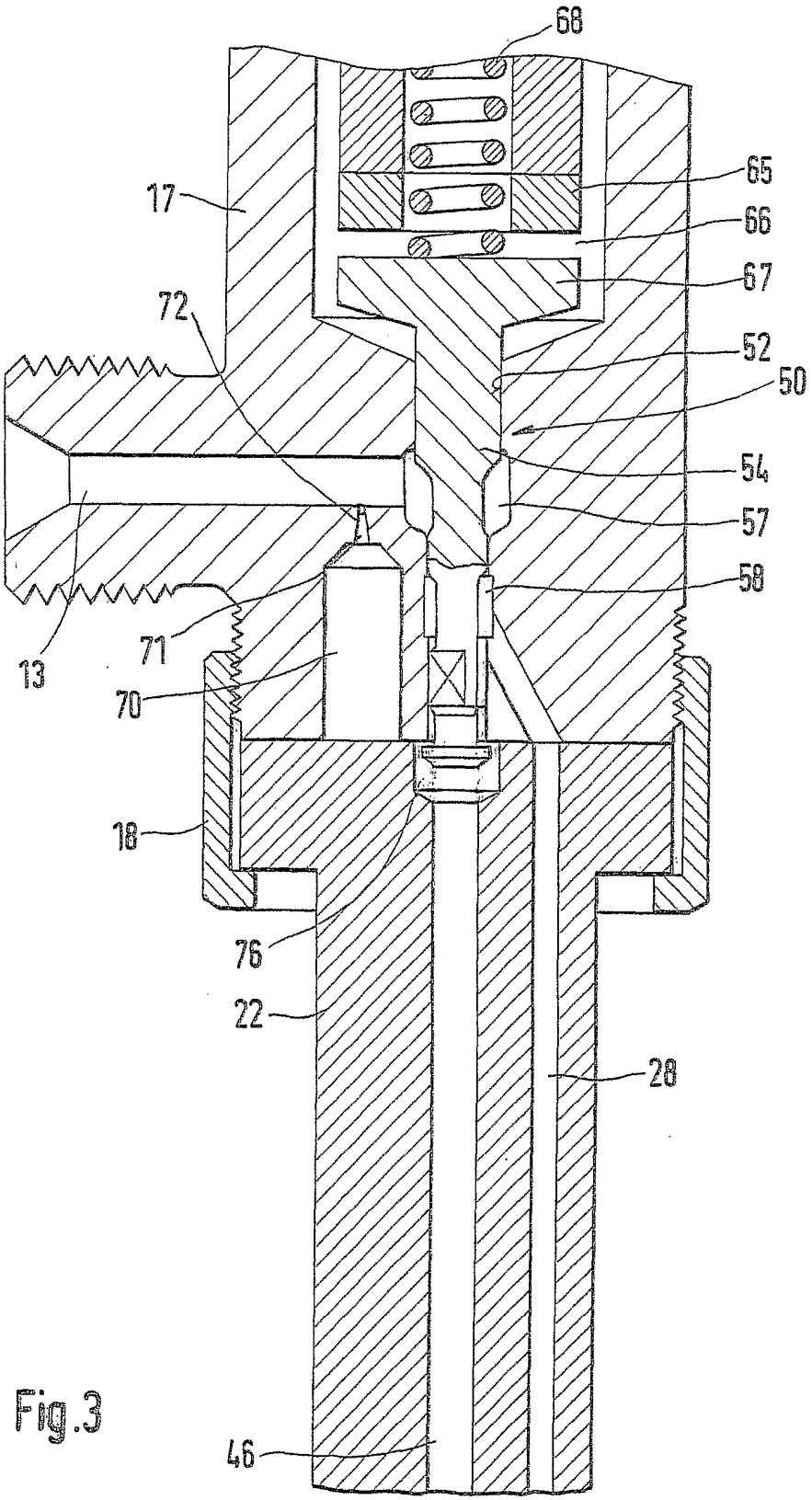


Fig.3

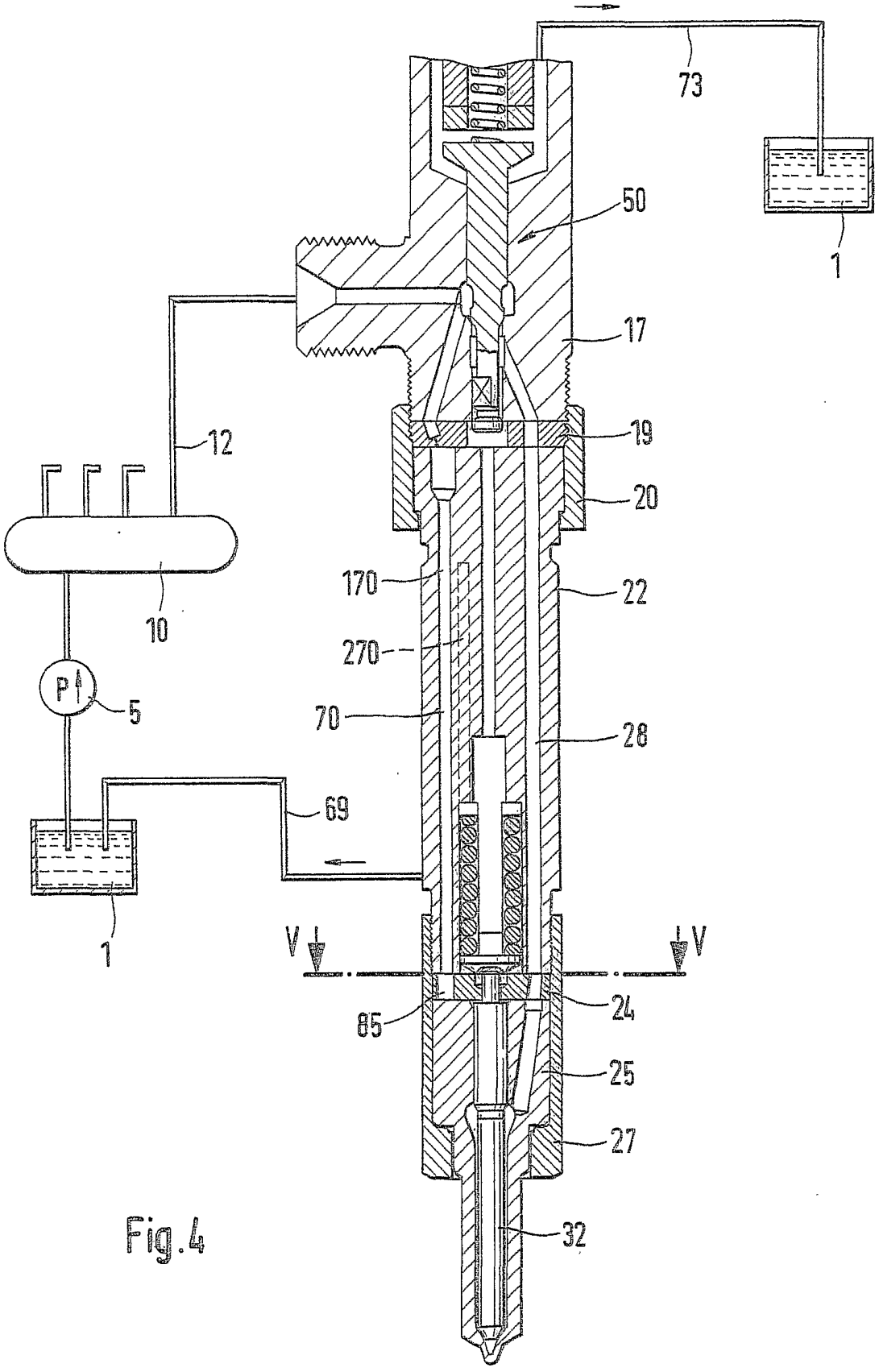
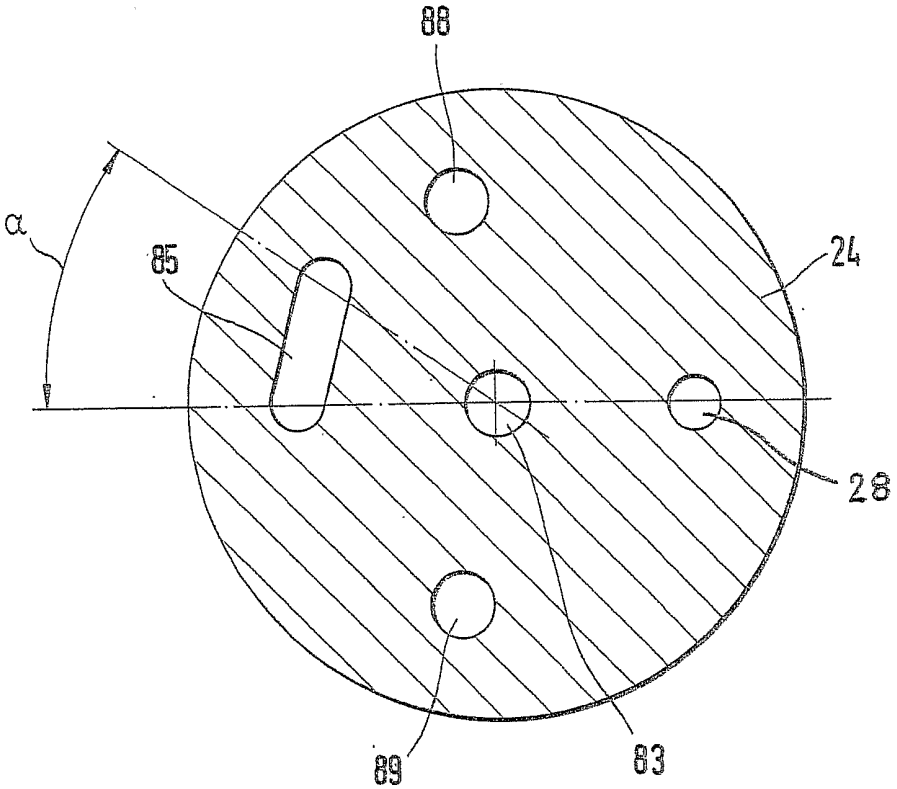


Fig. 4

Fig.5



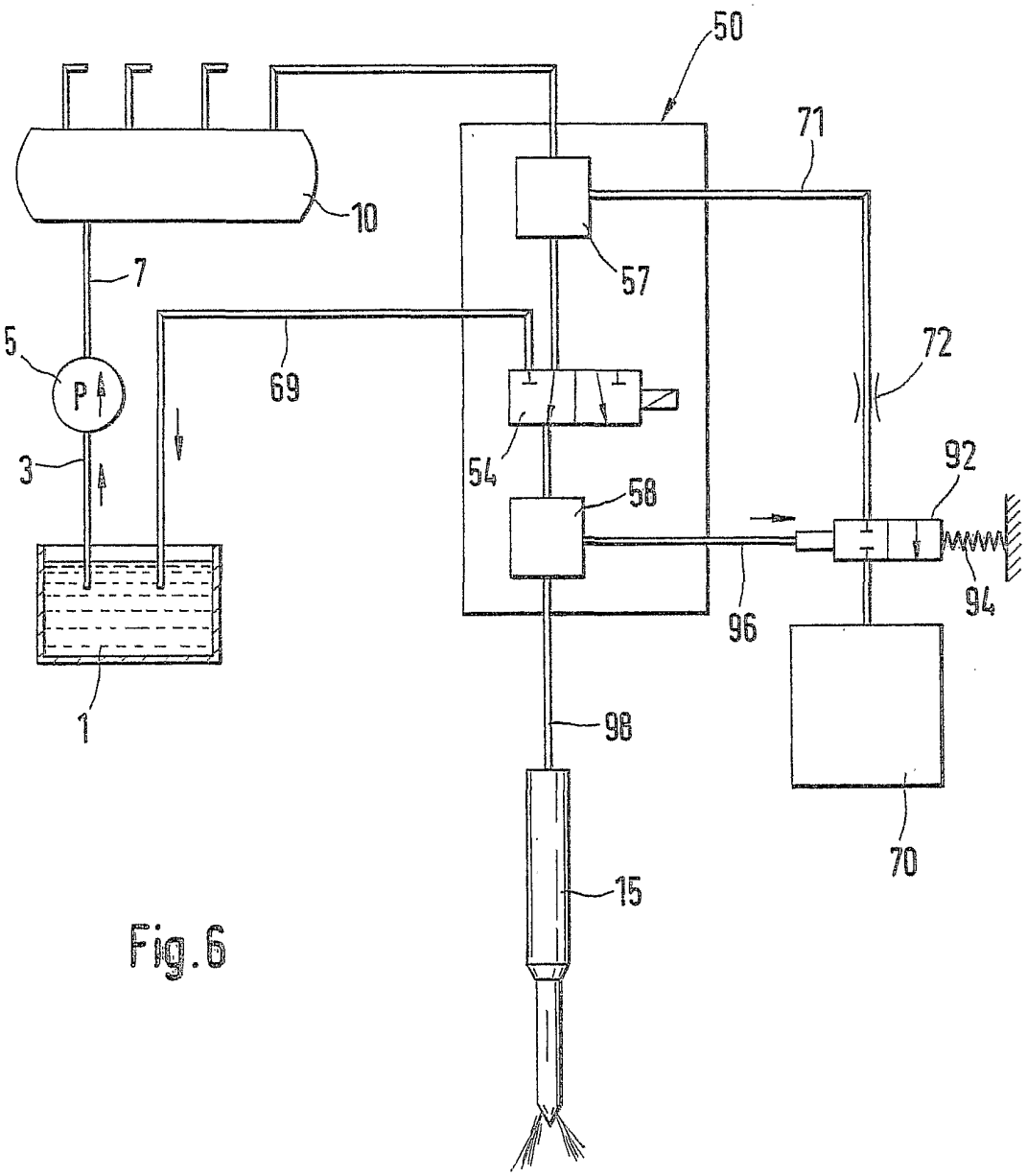


Fig.6

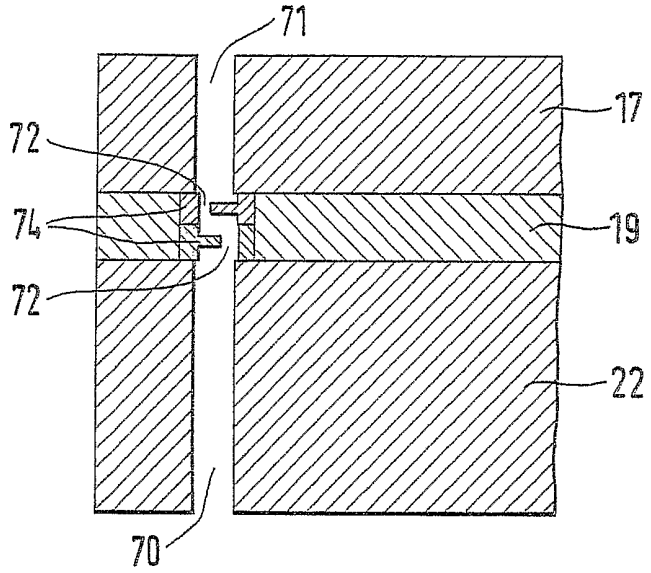


Fig.7

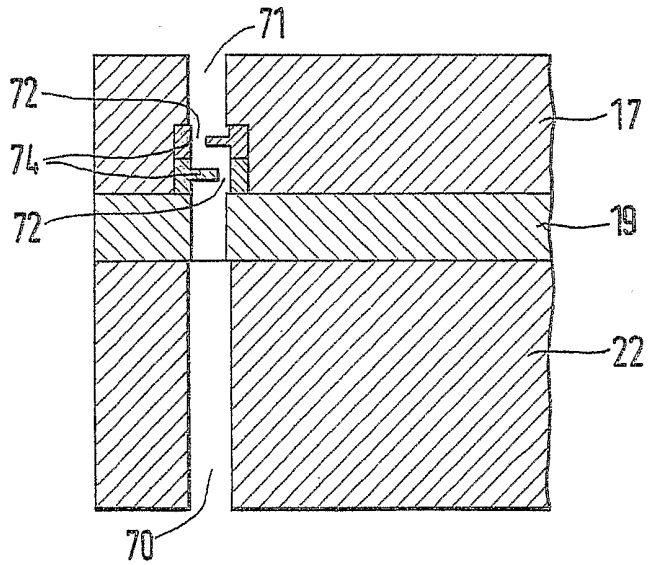


Fig.8

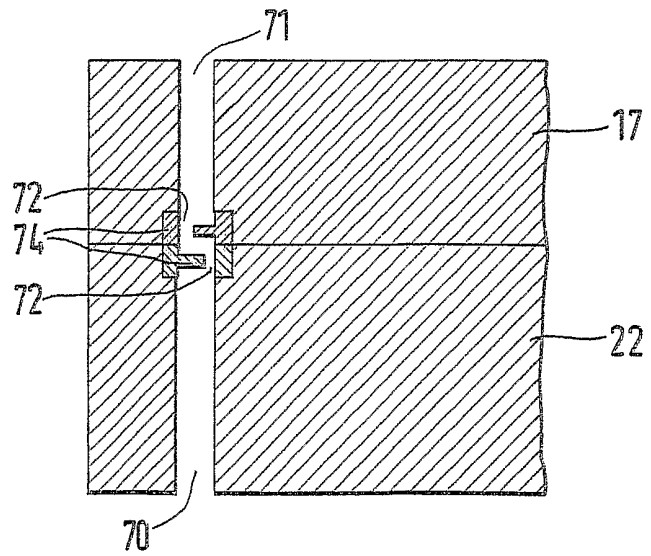


Fig.9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In Application No
PCT/DE 01/04530

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F02M55/04 F02M63/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 199 57 591 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 12 October 2000 (2000-10-12) the whole document	1,3,14, 15
X	EP 0 995 902 A (TOYOTA MOTOR CO LTD ;NIPPON SOKEN (JP)) 26 April 2000 (2000-04-26) abstract; figures 4,5	1,15
X	DE 199 58 249 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 2 November 2000 (2000-11-02) figure 2	1,15
A	EP 1 030 052 A (INST FRANCAIS DU PETROL) 23 August 2000 (2000-08-23) the whole document	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
18 March 2002	04/04/2002

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Wagner, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

I Application No
PCT/DE 01/04530

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19957591 A	12-10-2000	JP 2000291509 A	17-10-2000
		DE 19957591 A1	12-10-2000
		FR 2791735 A1	06-10-2000
		US 6209525 B1	03-04-2001
EP 0995902 A	26-04-2000	JP 2000192872 A	11-07-2000
		EP 0995902 A2	26-04-2000
DE 19958249 A	02-11-2000	JP 2000303933 A	31-10-2000
		DE 19958249 A1	02-11-2000
		FR 2792685 A1	27-10-2000
		US 6293296 B1	25-09-2001
EP 1030052 A	23-08-2000	FR 2786225 A1	26-05-2000
		EP 1030052 A1	23-08-2000
		JP 2000161178 A	13-06-2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In ales Aktenzeichen
PCT/DE 01/04530

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F02M55/04 F02M63/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 199 57 591 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 12. Oktober 2000 (2000-10-12) das ganze Dokument	1,3,14, 15
X	EP 0 995 902 A (TOYOTA MOTOR CO LTD ;NIPPON SOKEN (JP)) 26. April 2000 (2000-04-26) Zusammenfassung; Abbildungen 4,5	1,15
X	DE 199 58 249 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 2. November 2000 (2000-11-02) Abbildung 2	1,15
A	EP 1 030 052 A (INST FRANCAIS DU PETROL) 23. August 2000 (2000-08-23) das ganze Dokument	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
18. März 2002	04/04/2002
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	**Bevollmächtigter Bediensteter** Wagner, A

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

	ales Aktenzeichen
	PCT/DE 01/04530

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 19957591	A	12-10-2000	JP	2000291509 A	17-10-2000
			DE	19957591 A1	12-10-2000
			FR	2791735 A1	06-10-2000
			US	6209525 B1	03-04-2001
EP 0995902	A	26-04-2000	JP	2000192872 A	11-07-2000
			EP	0995902 A2	26-04-2000
DE 19958249	A	02-11-2000	JP	2000303933 A	31-10-2000
			DE	19958249 A1	02-11-2000
			FR	2792685 A1	27-10-2000
			US	6293296 B1	25-09-2001
EP 1030052	A	23-08-2000	FR	2786225 A1	26-05-2000
			EP	1030052 A1	23-08-2000
			JP	2000161178 A	13-06-2000