

(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
31. Mai 2001 (31.05.2001)

PCT

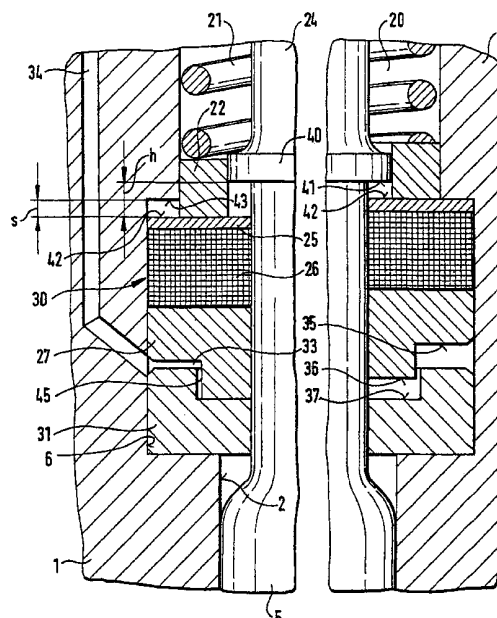
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/38724 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: F02M 61/16, 61/08, 61/10 (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HARNDORF, Horst [DE/DE]; Auenweg 25, 71701 Schwieberdingen (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/04184 (81) Bestimmungsstaaten (national): CZ, JP, KR, US.
- (22) Internationales Anmeldedatum: 24. November 2000 (24.11.2000) (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 199 56 510.4 25. November 1999 (25.11.1999) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- Veröffentlicht:
— Mit internationalem Recherchenbericht.
— Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FUEL INJECTION VALVE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES

(54) Bezeichnung: KRAFTSTOFFEINSPRITZVENTIL FÜR BRENNKRAFTMASCHINEN



(57) Abstract: The invention relates to a fuel injection valve comprising a valve body (1, 80), in which a plunger-shaped valve element (5, 100) is arranged that axially moves counter a closing force inside a boring (2, 90). Said valve element controls, on the end located on the side of the combustion chamber, at least one injection opening (13a, 13b, 92) by means of an opening lifting movement. During the opening lifting movement, the valve element (5, 100) comes to rest on a face of a control plunger (30) that surrounds said valve element (5, 100), said face being configured as a lift stopping face (42). The control plunger (30) delimits, with the stepped face (35) thereof, a control space (33) that can be filled with fuel. When a defined fuel pressure in the control space (33) is reached,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/38724 A1



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.

the control plunger (30) moves toward the spring space (20, 105) from a first lifting position into a second lifting position, thus limiting the opening lifting movement of the valve element (5, 100) to a partial lift. One part of the control plunger (30) is configured as a piezo actuator (26) whose axial extension is altered by the flow of current, whereby the partial lift of the valve element (5, 100) can be continuously adjusted in the first lifting position of the control plunger (30) within the lift of the piezo actuator (26).

(57) Zusammenfassung: Ein Kraftstoffeinspritzventil mit einem Ventilkörper (1, 80), in dem in einer Bohrung (2, 90) ein kolbenförmiges, entgegen einer Schließkraft axial bewegliches Ventilglied (5, 100) angeordnet ist, das an seinem brennraumseitigen Ende durch eine Öffnungshubbewegung wenigstens eine Einpritzöffnung (13a, 13b, 92) steuert. Bei der Öffnungshubbewegung kommt das Ventilglied (5, 100) an einer als Hubanschlagfläche (42) ausgebildeten Stirnfläche eines das Ventilglied (5, 100) umgebenden Steuerkolbens (30) zur Anlage, welcher mit seiner gestuft ausgebildeten Stirnfläche (35) einen mit Kraftstoff befüllbaren Steuerraum (33) begrenzt. Bei einem bestimmten Kraftstoffdruck im Steuerraum 33 bewegt sich der Steuerkolben (30) auf den Federraum (20, 105) zu von einer ersten in eine zweite Hubposition und begrenzt dadurch die Öffnungshubbewegung des Ventilgliedes (5, 100) auf einen Teilhub. Ein Teil des Steuerkolbens (30) ist als Piezo-Aktor (26) ausgebildet, der durch Bestromen seine axiale Ausdehnung ändert, wodurch sich der Teilhub des Ventilgliedes (5, 100) in der ersten Hubposition des Steuerkolbens (30) innerhalb des Hubs des Piezo-Aktors (26) stufenlos einstellen läßt.

5

Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen

10 Stand der Technik

Die Erfindung geht von einem Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen nach der Gattung des Patentanspruchs 1 aus. Ein derartiges aus DE 196 23 211 A1 bekanntes Kraft-

15 stoffeinspritzventil weist einen Ventilkörper auf, in dem in einer Bohrung ein kolbenförmiges, entgegen der Kraft einer Schließfeder axial bewegliches Ventilglied angeordnet ist. Am brennraumseitigen Ende geht das Ventilglied in einen Schließkopf über, der in der Bohrung geführt ist. Der

20 Schließkopf taucht bei der nach außen gerichteten Öffnungshubbewegung des Ventilgliedes aus der Bohrung aus und eine am Schließkopf ausgebildete Steuerkante gibt wenigstens eine Einspritzöffnung frei. Es kann vorgesehen sein, daß mehrere Einspritzöffnungen vorgesehen sind, die durch die Steuerkan-

25 te nacheinander aufgesteuert werden. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, durch eine Begrenzung des Öffnungshubs des Ventilgliedes auf einen Teilhub nur einen Teil der Einspritzöffnungen oder nur einen Teilquerschnitt einer Einspritzöffnung aufzusteuern und damit den gesamten wirksamen

30 Einspritzquerschnitt abhängig vom Öffnungshub des Ventilgliedes zu steuern. Die Öffnungshubbewegung wird durch einen im Ventilkörper angeordneten Steuerkolben auf einen Teilhub beschränkt, dessen Stirnfläche einen hydraulischen Steuer-

35 raum begrenzt. Der Stellerraum ist mit Kraftstoff unter hohem Druck befüllbar und kann dadurch den Steuerkolben in axialer

Richtung von einer ersten in eine zweite Hubposition verschieben, wodurch das Ventilglied entweder den Maximalhub oder nur einen Teilhub ausführt. Ein solcher hydraulisch verstellbarer Hubanschlag hat eine schwarz-weiß-Funktion, das heißt, er läßt keine Abstufungen zwischen den beiden Öffnungshüben zu. Dies schränkt die Steuermöglichkeit des Kraftstoffeinspritzvorgangs ein, so daß eine weitere Optimierung des Einspritzvorgangs erschwert wird.

Auch bei einem Kraftstoffeinspritzventil der nach innen öffnenden Bauart, wie es aus DE 197 29 843 A1 bekannt ist, kann es wünschenswert sein, zur genauen Dosierung einer Voreinspritzmenge einen Teilhub zur Verfügung zu haben, der sich nicht in einer schwarz-weiß-Funktion erschöpft, so daß ein optimaler Einspritzverlauf erreicht werden kann.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß zwischen der Schließfeder und dem geführten Abschnitt des Ventilgliedes ein kombiniert hydraulisch und Piezo-gesteuerter Hubanschlag ausgebildet ist, mit dem die Öffnungshubbewegung des Ventilgliedes auf jeden Wert zwischen dem maximalen Öffnungshub und dem Teilhub eingestellt werden kann. Durch die Kombination des hydraulisch verstellbaren Kolbens mit einem Piezo-Aktor ist es möglich, den hydraulischen Kolben nicht nur zwischen dem Maximalhub und dem Teilhub schalten zu lassen, sondern über bestromen des Piezo-Aktors zwischen dem Teilhub und jedem beliebigen Wert zwischen Teilhub und maximalem Öffnungshub des Ventilgliedes. Dadurch läßt sich in einem weiten Kennfeldbereich des Motors ein optimal angepaßter Öffnungshub des Ventilgliedes realisieren. Soll nur zwischen

Teilhub und maximalem Öffnungshub geschaltet werden, so muß der Piezo-Aktor nicht bestromt werden, was energetisch vorteilhaft ist.

5 Neben der Verwendung des kombinierten hydraulischen und Piezo-gesteuerten Hubanschlags in einer nach außen Öffnenden Vario-Düse ist es auch möglich, den Gegenstand der Erfindung bei einem nach innen Öffnenden Kraftstoffeinspritzventil in derselben vorteilhaften Weise einzusetzen.

10 In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Hubanschlags ist der Steuerkolben als Hohlzylinder ausgebildet, an dessen brennraumabgewandtem Ende der Piezo-Aktor angeordnet ist. Dadurch ist eine einfache Montagemöglichkeit des Steuerkolbens gegeben, da der Piezo-Aktor und der nicht Piezo-aktive Teil des Steuerkolbens separat eingebaut werden können. Bei
15 einem derartig aufgebauten Steuerkolben kommt in einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung das Ventilglied bei der Öffnungshubbewegung nicht direkt am Piezo-Aktor zur Anlage, sondern unter Zwischenlage einer Zwischenscheibe. Dadurch ergibt sich ein geringerer Verschleiß am Piezo-Aktor und da-
20 mit eine längere Lebensdauer des hydraulischen Hubanschlags. Darüber hinaus bietet die Zwischenscheibe die Möglichkeit, durch ein Austauschen dieser einfach und damit kostengünstig herzustellenden Zwischenscheibe den maximalen Öffnungshub über deren Dicke genau einzustellen.

25 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird der Steuerdruck zum Steuern des hydraulischen Hubanschlags einer Steuerleitung entnommen, die mit einem Hochdruckspeicherraum über ein Steuerventil verbunden ist. Die Steuerleitung ist darüber hinaus über ein weiteres Steuerventil mit dem weit-
30 gehend drucklosen Kraftstoffvorratstank verbunden, so daß über eine geeignete Ansteuerung der beiden Ventile eine Be- und Entlastung der Steuerleitung möglich ist, ohne daß eine weitere Kraftstoffhochdruckquelle benötigt wird.

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

5

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils für Brennkraftmaschinen ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigt die

10

Figur 1 einen Längsschnitt durch ein Kraftstoffeinspritzventil,

15

Figur 2 eine vergrößerte Darstellung des in Figur 1 mit II bezeichneten Ausschnitts im Bereich des Schließkopfs,

Figur 3 eine vergrößerte Darstellung des in Figur 1 mit III bezeichneten Ausschnitts im Bereich des Hubanschlags,

20

Figur 4 den schematischen Aufbau des Kraftstoffzufuhrsystems für die Kraftstoffeinspritzung und zur Bereitstellung von Kraftstoffsteuerdruck für den hydraulisch verstellbaren Hubanschlag und

Figur 5 ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil der nach innen Öffnenden Bauart im Längsschnitt.

25

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Die Figur 1 zeigt ein Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen der nach außen Öffnenden Bauart. In einem Ventilkörper 1, der mehrteilig aufgebaut sein kann, ist eine Bohrung 2 ausgebildet, in der ein kolbenförmiges, entgegen der Kraft einer Schließfeder 21 axial bewegliches Ventilglied 5 angeordnet ist. Das Ventilglied 5 ist in einem in Figur 1 oben gezeigten, brennraumabgewandten Abschnitt der

30

Bohrung 2 geführt, während der brennraumzugewandte Abschnitt des Ventilgliedes 5, in Figur 1 unten, von einem Druckraum 11 umgeben ist, der über einen im Ventilkörper 1 ausgebildeten Zulaufkanal 3 mit einer Kraftstoffhochdruckquelle verbindbar ist. Das Ventilglied 5 geht brennraumseitig in einen im Durchmesser vergrößerten Schließkopf 10 über, der in einem im Durchmesser größeren Abschnitt der Bohrung 2 geführt ist.

In Figur 2 ist eine vergrößerte Darstellung des Schließkopfs 10 und des umgebenden Ventilkörpers 1 gezeigt. An der Außenwand des Schließkopfs 10 sind zwei Reihen von Einspritzöffnungen 13a und 13b angeordnet, wobei eine Reihe sämtliche Spritzlöcher umfaßt, die auf derselben Höhe des Schließkopfs angeordnet sind. Die Einspritzöffnungen 13a und 13b sind über Einspritzkanäle 12, die im Schließkopf 10 ausgebildet sind, mit dem Druckraum 11 verbunden. Im geschlossenen Zustand des Kraftstoffeinspritzventils kommt eine am Schließkopf 10 ausgebildete Ventildichtfläche 15 an der als Ventilsitzfläche 17 ausgebildeten Stirnseite des Ventilkörpers 1 zur Anlage und die Einspritzöffnungen 13a, 13b werden vom Ventilkörper 1 überdeckt. Durch den im Vergleich zum Ventilglied 5 größeren Durchmesser des Schließkopfs 10 ist am brennraumabgewandten Ende des Schließkopfs 10 eine Druckschulter 18 ausgebildet, die dem Kraftstoffdruck im Druckraum 11 ausgesetzt ist. Alternativ zu der in Figur 2 gezeigten Ausgestaltung kann es auch vorgesehen sein, daß mehr als zwei Reihen von axial zueinander versetzt angeordneten Einspritzöffnungen 13a, 13b an der Außenmantelfläche des Schließkopfs 10 angeordnet sind. In einer weiteren Ausgestaltung kann es auch vorgesehen sein, daß an der Außenmantelfläche des Schließkopfs 10 nur eine Reihe von Einspritzöffnungen 13a, 13b vorgesehen ist, deren Querschnitt bei der Öffnungshubbewegung des Ventilgliedes 5 ganz oder nur teilweise aufgesteuert wird.

Das Ventilglied 5 geht an seinem brennraumabgewandten Ende in einen Federstößel 24 über, der bis in einen im brennraumabgewandten Bereich des Ventilkörpers 1 ausgebildeten Federraum 20 ragt. Am brennraumabgewandten Ende des Federstößels 24 ist ein Federteller 23 ausgebildet, an dem sich die Schließfeder 21 mit ihrem brennraumabgewandten Ende abstützt. Der Federraum 20 ist über einen im Ventilkörper 1 ausgebildeten und in der Zeichnung nicht dargestellten Ablaufkanal mit einer Ablaufleitung verbunden, um das in den Federraum 20 eindringende Lecköl abzuführen.

Die Figur 3 zeigt eine vergrößerte Darstellung des verstellbaren Hubanschlags von Figur 1. Zwischen dem geführten Abschnitt des Ventilgliedes 5 und dem Federraum 20 ist eine im Durchmesser größere Führungsbohrung 6 ausgebildet. In der Führungsbohrung 6 ist ein mit dem Ventilkörper 1 verbundener Steueranschlag 31 angeordnet und ein axial in der Führungsbohrung 6 beweglicher Steuerkolben 30. Der Steueranschlag 31 ist an dem dem Federraum 20 fernen Ende der Führungsbohrung 6 angeordnet und als Hohlzylinder ausgebildet, dessen Innendurchmesser gestuft ausgebildet ist, wobei der Abschnitt mit dem größeren Innendurchmesser dem Federraum 20 zugewandt ist. Der Steuerkolben 30 ist ebenfalls als Hohlzylinder ausgebildet, wobei dieser im Außendurchmesser gestuft ausgebildet ist und der im Außendurchmesser kleinere Abschnitt dem Federraum 20 abgewandt ist. Der im Außendurchmesser kleinere Abschnitt des Steuerkolbens 30 taucht dabei in den im Innendurchmesser größeren Abschnitt des Steueranschlags 31 ein, wobei zwischen Steuerkolben 30 und Steueranschlag 31 ein Drosselspalt 45 ausgebildet ist. Die am Steuerkolben 30 brennraumseitig durch den gestuften Außendurchmesser ausgebildete äußere Ringstirnfläche 35 einerseits und der Steueranschlag 31 andererseits begrenzen einen Steuerraum 33, zu dem ein im Ventilkörper 1 ausgebildeter Steuerkanal 34 führt. Über den Drosselspalt 45 kann dabei nur wenig Kraft-

stoff vom Steuerraum 33 am Ventilglied 5 vorbei in den Federraum 20 abfließen. Der Steuerkolben 30 ist zweiteilig aufgebaut, wobei der dem Federraum 20 zugewandte, hohlzylinderförmige Abschnitt als Piezo-Aktor 26 ausgebildet ist und
5 der andere Teil einen gestuft ausgebildeten Hydraulikkolben 27 bildet. Zur Bestromung des Piezo-Aktors 26 sind an diesem geeignete elektrische Kontakte angeordnet, die über eine in der Zeichnung nicht dargestellte elektrische Leitung mit einer geeigneten Spannungsquelle verbunden sind. Dabei kann
10 die elektrische Leitung beispielsweise in einem separaten, im Ventilkörper 1 ausgebildeten Kanal geführt sein, oder durch den Federraum 20 und den in der Zeichnung nicht dargestellten Ablaufkanal des Federraums 20 nach außen geführt sein.

15 Dem Federraum 20 zugewandt ist am Piezo-Aktor 26 eine Stützscheibe 25 angeordnet, deren dem Federraum 20 zugewandte Stirnseite als Hubanschlagfläche 42 ausgebildet ist, die bei der auf den Federraum 20 zu gerichteten Hubbewegung des
20 Steuerkolbens 30 an einer durch die Querschnittsverringernug von der Führungsbohrung 6 zum Federraum 20 gebildeten Steuerkolbenanschlag 43 zur Anlage kommt. Im Federraum 20 ist ein Federabstützring 22 angeordnet, an dem sich die Schließfeder 21 mit ihrem brennraumseitigen Ende abstützt. Der Federabstützring 22 ist dabei im Federraum 20 geführt und wird
25 durch die Kraft der Schließfeder 21 gegen die Stützscheibe 25 gepreßt. Am Übergang des Ventilgliedes 5 zum Federstößel 24 ist am Ventilglied 5 ein umlaufender Ringbund 40 ausgebildet, dessen dem Brennraum zugewandte Ringstirnfläche als
30 Anschlagfläche 41 ausgebildet ist. Bei der zum Brennraum gerichteten Öffnungshubbewegung des Ventilgliedes 5 kommt diese Anschlagfläche 41 an der an der Zwischenscheibe 25 ausgebildeten Hubanschlagfläche 42 zur Anlage, wodurch der Öffnungshub begrenzt wird.

In Figur 4 ist der Aufbau der Kraftstoff-Hochdruckversorgung schematisch dargestellt. Aus einem Kraftstoffvorratstank 50 wird Kraftstoff über eine Niederdruckleitung 51 einer Kraftstoffhochdruckpumpe 52 zugeführt. Die Kraftstoffhochdruckpumpe 52 fördert Kraftstoff unter hohem Druck durch eine Hochdruckleitung 53 in einen Hochdruckspeicherraum 55. Für jedes Kraftstoffeinspritzventil 101 der Brennkraftmaschine geht eine Kraftstoffzulaufleitung 60 vom Hochdruckspeicherraum 55 ab, die am Kraftstoffeinspritzventil 101 mit dem Zulaufkanal 3 verbunden ist. Hierbei ist zwischen Zulaufkanal 3 und Kraftstoffzulaufleitung 60 ein Zumeßventil 67 angeordnet, mit dem die Verbindung vom Hochdruckspeicherraum 55 zum Zulaufkanal 3 geöffnet oder verschlossen werden kann. Der Hochdruckspeicherraum 55 ist über ein Steuerventil 57 mit einer Steuerleitung 58 verbindbar. Da im Hochdruckspeicherraum 55 stets ein bestimmter Kraftstoffhochdruck gehalten wird, kann durch Öffnen des Steuerventils 57 Kraftstoff unter hohem Druck in die Steuerleitung 58 geleitet werden, wodurch sich der Druck in der Steuerleitung 58 dem im Hochdruckspeicherraum 55 angleicht. Jedes Kraftstoffeinspritzventil 101 ist über eine Steuerzulaufleitung 59, die mit dem Steuerkanal 34 im Ventilkörper 1 verbunden ist, mit der Steuerleitung 58 verbunden. Die Steuerleitung 58 ist über eine Ablaufleitung 63, in der ein Steuerventil 61 angeordnet ist, mit dem als Entlastungsraum dienenden Kraftstoffvorratstank 50 verbindbar. Durch Öffnen des Steuerventils 61 läßt sich der Druck in der Steuerleitung 58 jederzeit auf das Druckniveau des Kraftstoffvorratstanks 50 entlasten, das näherungsweise dem Atmosphärendruck entspricht. Das gesamte Kraftstoffeinspritzsystem wird von einem Steuergerät 65 gesteuert, das einen Rechner enthält, der durch die Meßwerte verschiedener, in der Zeichnung nicht dargestellter Sensoren die Kraftstoffhochdruckpumpe 52, die Steuerventile 61 und 57, die Zumeßventile 67 und die Bestromung des Piezo-Aktors 26 steuert

Die Funktionsweise des in Figur 1 dargestellten Kraftstoffeinspritzventils ist wie folgt:

5 Zu Beginn des Einspritzvorgangs öffnet das Zumeßventil 67 die Verbindung von der Kraftstoffzulaufleitung 60 zum Zulaufkanal 3. Dadurch strömt Kraftstoff aus dem Hochdruckspeicherraum 55 durch die Kraftstoffzulaufleitung 60 und den Zulaufkanal 3 in den Druckraum 11. Der Kraftstoffdruck im Druckraum 11 steigt an, bis die resultierende Kraft in axialer Richtung auf die Druckschulter 18 größer ist als die Kraft der Schließfeder 21. Das Ventilglied 5 bewegt sich nach außen auf den Brennraum zu, wodurch die beiden Einspritzöffnungen 13a und 13b nacheinander aus der Bohrung 2 austauschen, wodurch der Druckraum 11 mit dem Brennraum verbunden wird und Kraftstoff in den Brennraum eingespritzt wird. Durch die nach außen gerichtete Öffnungshubbewegung des Ventilgliedes 5 bewegt sich auch der Ringbund 40 in Richtung Brennraum und damit die Anschlagfläche 41 auf die Hubanschlagfläche 42 zu. Ob das Ventilglied 5 den maximalen Hub h durchfährt oder nur einen Teilhub, hängt vom Zustand des Steuerkolbens 30 ab.

Die Funktionsweise des verstellbaren Hubanschlags ist wie folgt:

Im geschlossenen Zustand des Kraftstoffeinspritzventils, das heißt, wenn die Ventildichtfläche 15 an der Ventilsitzfläche 17 anliegt und wenn der Steuerraum 33 des hydraulischen Hubanschlags drucklos und der Piezo-Aktor 26 nicht bestromt ist, hat die Hubanschlagfläche 42 von der Anschlagfläche 41 des Ringbunds 40 einen axialen Abstand, der dem maximalen Öffnungshub h des Ventilgliedes 5 entspricht. Dieser Zustand ist in der Figur 3 in der linken Hälfte dargestellt. Ist der Steuerraum 33 ohne Kraftstoffdruck, so liegt die innere

Ringstirnfläche 36 des Steuerkolbens 30 an der Sitzfläche 37 des Steueranschlags 31 an. Wird nun bei geöffnetem Steuer-
ventil 57 und geschlossenem Steuerventil 61 Kraftstoff über
den Steuerkanal 34 in den Steuerraum 33 eingeführt, so er-
höht sich der Kraftstoffdruck im Steuerraum 33, bis die re-
sultierende Kraft auf die äußere Ringstirnfläche 35 größer
als die Kraft der Schließfeder 21 ist. Der Steuerkolben 30
bewegt sich auf den Federraum 20 zu, bis er nach Durchfahren
des Steuerhubs s mit der Hubanschlagfläche 42 an dem Steuer-
kolbenanschlag 43 zur Anlage kommt. Dieser Zustand ist in
der Figur 3 in der rechten Hälfte dargestellt. Der Steuerhub
 s ist dabei kleiner als der maximale Öffnungshub h . Bei der
Öffnungshubbewegung des Ventilgliedes 5 kommt die Anschlag-
fläche 41 nach durchfahren des Hubes $h-s$ an der Hubanschlag-
fläche 42 zur Anlage. Der Steuerhub s beträgt etwa 30 bis
70 % des maximalen Öffnungshubes h , so daß durch Druckbeauf-
schlagung des Steuerraums 33 und die dadurch bewirkte Hubbe-
wegung des Steuerkolbens 30 die Öffnungshubbewegung des Ven-
tilgliedes 5 auf 70 bis 30 % des maximalen Öffnungshubes h
beschränkt wird. Soll das Ventilglied 5 wieder den maximalen
Öffnungshub h durchfahren, wird der Druck im Steuerraum 33
reduziert, indem die Steuerleitung 58 bei geschlossenem
Steuerventil 57 über das Steuerventil 61 und die Ablauflei-
tung 63 in den Kraftstoffvorratstank 50 entlastet wird.
Übersteigt die Kraft der Schließfeder 21 die Kraft des
Kraftstoffdrucks auf die innere Ringstirnfläche 36 des Steu-
erraums 33, so wird der Steuerkolben 30 von der Schließfeder
21 zum Brennraum hin gepreßt, bis die innere Ringstirnfläche
36 an der Sitzfläche 37 anliegt. Soll die Hubanschlagfläche
42 nur einen Teil des Steuerhubs s durchfahren, wird der
Piezo-Aktor 26 bestromt. Durch die Längenänderung des Piezo-
Aktors 26 aufgrund der angelegten Spannung kann die Huban-
schlagfläche 42 stufenlos auf jeden beliebigen Teil des
Steuerhubs s angehoben werden. Die maximal mögliche Längen-

änderung des Piezo-Aktors 26 entspricht dabei beispielsweise in etwa dem Steuerhub s.

5 In Figur 5 ist ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritz-
ventil der nach innen Öffnenden Bauart im Längsschnitt dar-
gestellt. In einem Ventilkörper 80 ist eine als Sackbohrung
ausgeführte Bohrung 90 angeordnet, deren Bodenfläche dem
Brennraum zugewandt ist. An der Bodenfläche ist ein koni-
10 scher Ventilsitz 83 ausgebildet und wenigstens eine Ein-
spritzöffnung 92, die die Bohrung 90 mit dem Brennraum ver-
bindet. Der Ventilkörper 80 ist mittels einer Spannmutter 98
unter Zwischenlage einer Zwischenscheibe 94 gegen einen Ven-
tilhaltekörper 96 verspannt, der mehrteilig aufgebaut sein
kann.

15 In der Bohrung 90 ist ein kolbenförmiges, entgegen der Kraft
einer Schließfeder 21 längsverschiebbares Ventilglied 100
angeordnet, das in einem brennraumabgewandten Abschnitt der
Bohrung 90 dichtend geführt ist und zum Brennraum hin unter
Bildung einer Druckschulter 88 in einen im Durchmesser klei-
20 neren Abschnitt übergeht. Am brennraumseitigen Ende ist am
Ventilglied 100 eine Ventildichtfläche 81 ausgebildet, die
mit dem Ventilsitz 83 zusammenwirkt und so die Einspritzöff-
nungen 92 durch die Längsbewegung des Ventilgliedes 100 öff-
net und schließt. Die Druckschulter 88 ist in einem im Ven-
25 tilkörper 80 ausgebildeten Druckraum 11 angeordnet, der sich
dem Ventilsitz 83 zu in einen das Ventilglied 100 umgebenden
Ringspalt fortsetzt und über einen im Ventilkörper 80 ausge-
bildeten Zulaufkanal 3 mit Kraftstoff befüllbar ist. Durch
die hydraulische Kraft auf die Druckschulter 88 kann das
30 Ventilglied 100 entgegen der Kraft der Schließfeder 21 in
der Bohrung 90 bewegt werden, so daß die Einspritzöffnungen
92 aufgesteuert werden.

Am brennraumabgewandten Ende geht das Ventilglied 90 in ei-
nen Federteller 103 und daran anschließend in einen Feder-
35 stößel 107 über, die beide in einem im Ventilhaltekörper 96

ausgebildeten Federraum 105 angeordnet sind. Der Federraum 105 ist im Durchmesser gestuft ausgebildet und vergrößert sich zum brennraumabgewandten Ende unter Bildung einer als Ringabsatzes ausgebildeten Steuerkolben-Anschlagfläche 43.

5

Am brennraumabgewandten Ende des Federraums 105 ist ein kombinierter, hydraulisch- und Piezo-gesteuerter Hubanschlag angeordnet, wie er bereits weiter oben bei der Beschreibung des nach außen Öffnenden Kraftstoffeinspritzventils der Figur 1 und Figur 3 beschrieben ist, so daß an dieser Stelle nur auf einige Details eingegangen wird. Der Steuerkolben 30 ist brennraumzugewandt zum Steueranschlag 31 angeordnet, und zwischen seiner dem Brennraum zugewandten Stirnseite und dem Federteller 103 ist die den Federstößel 107 umgebende Schließfeder 21 angeordnet, die das Ventilglied 100 mit der Ventildichtfläche 81 gegen den Ventilsitz 83 preßt. Das Ventilglied 100 weist an seinem brennraumabgewandten Ende eine Anschlagfläche 109 auf, die durch die Öffnungshubbewegung des Ventilgliedes 100 vom Brennraum weg am Steuerkolben 30 zur Anlage kommt. Bei Aktivierung des hydraulischen Anschlags oder des Piezo-Aktors bewegt sich der Steuerkolben 30 entgegen der Kraft der Schließfeder 21, wobei die Steuerkolben-Anschlagfläche 43 den maximalen Weg des Steuerkolbens 30 begrenzt. Dadurch verschiebt sich auch die am Steuerkolben 30 ausgebildete Hubanschlagfläche 42 und verringert so den maximal möglichen Öffnungshub des Ventilgliedes 100.

10

15

20

25

30

Alternativ zu dem in Figur 3 oder Figur 5 dargestellten hydraulischen Hubanschlag kann es auch vorgesehen sein, daß der gesamte Steuerkolben 30 als Piezo-Aktor ausgebildet ist. Dadurch entfällt die Verbindung des vorzugsweise aus Metall hergestellten Hydraulikkolbens 27 und des Piezo-Aktors 26. Weiter kann es auch vorgesehen sein, daß die Stützscheibe 25 entfällt und die Hubanschlagfläche 42 am Piezo-Aktor 26 ausgebildet ist.

35

5 In Figur 1, 3 und 5 ist zu beachten, daß der Piezo-Aktor 26 der Übersichtlichkeit halber nur schematisch dargestellt wurde. Die Größe, insbesondere die axiale Ausdehnung des Piezo-Aktors 26, muß entsprechend des jeweiligen Anwendungsfalls gewählt werden unter Berücksichtigung der geringen relativen Längenänderung des Piezo-Aktors.

Ansprüche

5

10

15

20

25

30

35

1. Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem Ventilkörper (1,80), in dem in einer Bohrung (2,90) ein entgegen einer Schließkraft axial bewegliches, kolbenförmiges Ventilglied (5,100) angeordnet ist, das auf einem dem Brennraum abgewandten Abschnitt seiner Länge in der Bohrung (2) geführt ist und auf einem, vom geführten Abschnitt dem Brennraum zu angeordneten Abschnitt von einem im Ventilkörper (1,80) ausgebildeten Druckraum (11) umgeben ist, der mit einer Kraftstoffhochdruckquelle (55) verbindbar ist und in dem eine in Öffnungsrichtung wirkende Druckschulter (18) des Ventilgliedes (5,100) angeordnet ist, welches Ventilglied (5,100) mit seinem dem Brennraum zugewandten Endbereich wenigstens eine Einspritzöffnung (13a,13b,92) steuert, die durch eine Öffnungshubbewegung des Ventilgliedes (5,100) entgegen der Schließkraft ganz oder teilweise aufsteuerbar und damit mit dem Druckraum (11) verbindbar ist, und mit einem den maximalen Öffnungshub des Ventilgliedes (5,100) begrenzenden, axial beweglichen Steuerkolben (30), dessen eine Stirnfläche als Hubanschlagfläche (42) zur Begrenzung der Öffnungshubbewegung des Ventilgliedes (5,100) dient und dessen andere Ringstirnfläche (35) einen mit einer Kraftstoffhochdruckquelle verbindbaren Stellerraum (33) begrenzt, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Steuerkolben (30) zumindest zu einem Teil als Piezo-Aktor (26) ausgebildet ist.
2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß am Ventilglied (5,100) eine Anschlagfläche (41,109) ausgebildet ist, die bei der Öffnungshubbewegung an der Hubanschlagfläche (42) zur Anlage kommt.

3. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Steuerkolben (30) als Hohlzylinder ausgebildet ist, der koaxial zum Ventilglied (5,100) angeordnet ist und in einer Führungsbohrung (6) geführt ist.
- 5
4. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Steuerkolben (30) als Stufenkolben ausgebildet ist, dessen der Anschlagfläche (41,109) zugewandte Stirnfläche als Hubanschlagfläche (42) ausgebildet ist und dessen durch den Querschnittübergang ausgebildete, der Hubanschlagfläche (42) abgewandte Ringstirnfläche (35) den Steuerraum (33) begrenzt.
- 10
5. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Piezo-Aktor (26) hohlzylinderförmig ausgebildet ist und koaxial zum Ventilglied (5,100) angeordnet ist.
- 15
6. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Steuerkolben (30) zum Teil als Piezo-Aktor (26) ausgebildet ist und der Piezo-Aktor (26) der Anschlagfläche (41,109) des Ventilgliedes (5,100) zugewandt angeordnet ist.
- 20
7. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß an der der Anschlagfläche (41,109) des Ventilgliedes (5,100) zugewandten Stirnseite des Steuerkolbens (30) eine Stützscheibe (25) angeordnet ist, an der die Hubanschlagfläche (42) ausgebildet ist.
- 25
8. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schließkraft durch wenigstens eine in einem Federraum (20,105) angeordnete Schließfeder (21) aufgebracht wird.
- 30
9. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß am Übergang der Führungsbohrung (6) zum Federraum (20,105) eine als Ringstirnfläche ausgebildete Steuerkolben-Anschlagfläche (43) angeordnet ist, die die axiale Bewegung des Steuerkolbens (30) in Richtung auf
- 35

die am Ventilglied (5,100) ausgebildete Anschlagfläche (41,109) begrenzt.

- 5 10. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Ventilglied (5) zur Aufsteuerung der Einspritzöffnungen (13a,13b) eine nach außen, auf den Brennraum zu gerichtete Öffnungshubbewegung ausführt.
- 10 11. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß am Ventilglied (5) ein Ringbund (40) ausgebildet ist, dessen brennraumzugewandte Ringstirnfläche als Anschlagfläche (41) ausgebildet ist, die mit der Hubanschlagfläche (42) des Steuerkolbens (30) zusammenwirkt.
- 15 12. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schließfeder (21) zumindest mittelbar an der brennraumabgewandten Stirnfläche des Steuerkolbens (30) anliegt, so daß die Schließfeder (21) dem Hub des Steuerkolbens (30) entgegenwirkt.
- 20 13. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Steuerraum (33) über ein Steuerventil (57) mit der Kraftstoffhochdruckquelle (55) verbindbar ist.
- 25 14. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Steuerraum (33) über ein Steuerventil (61) mit einem Entlastungsraum (50) verbindbar ist.
15. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kraftstoffhochdruckquelle als Hochdruckspeicherraum (55) ausgebildet ist.

1/5

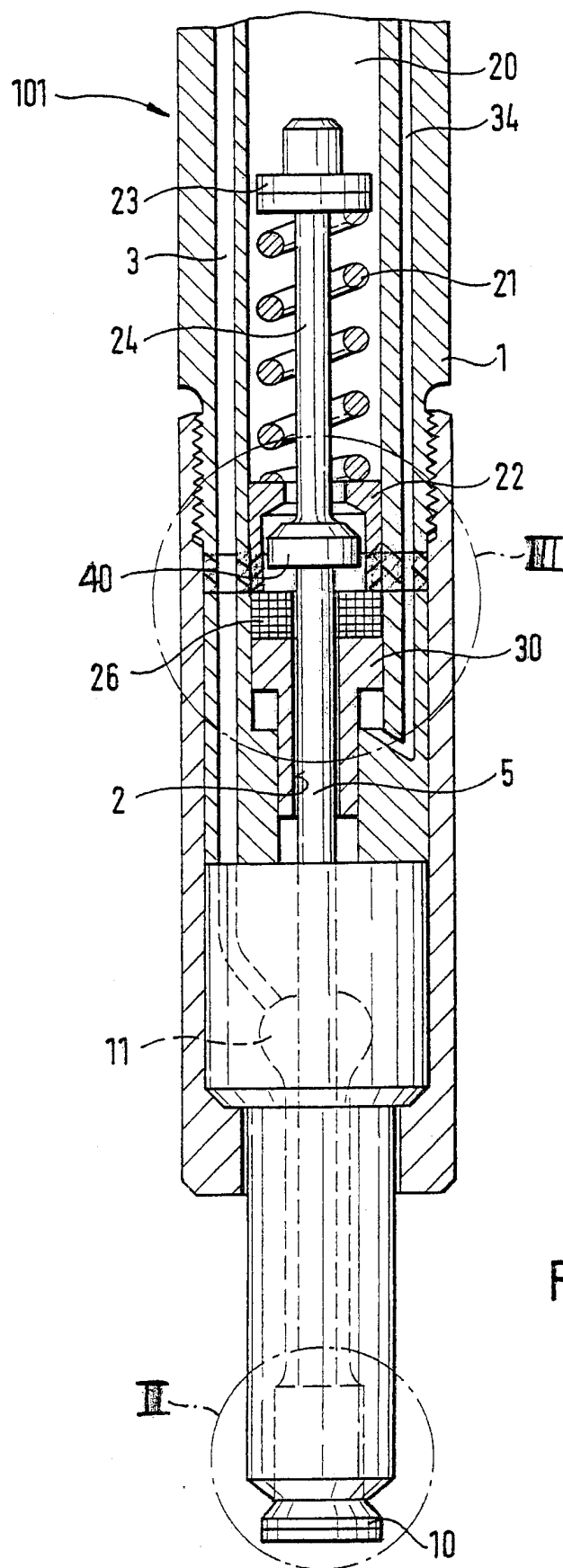


FIG. 1

2/5

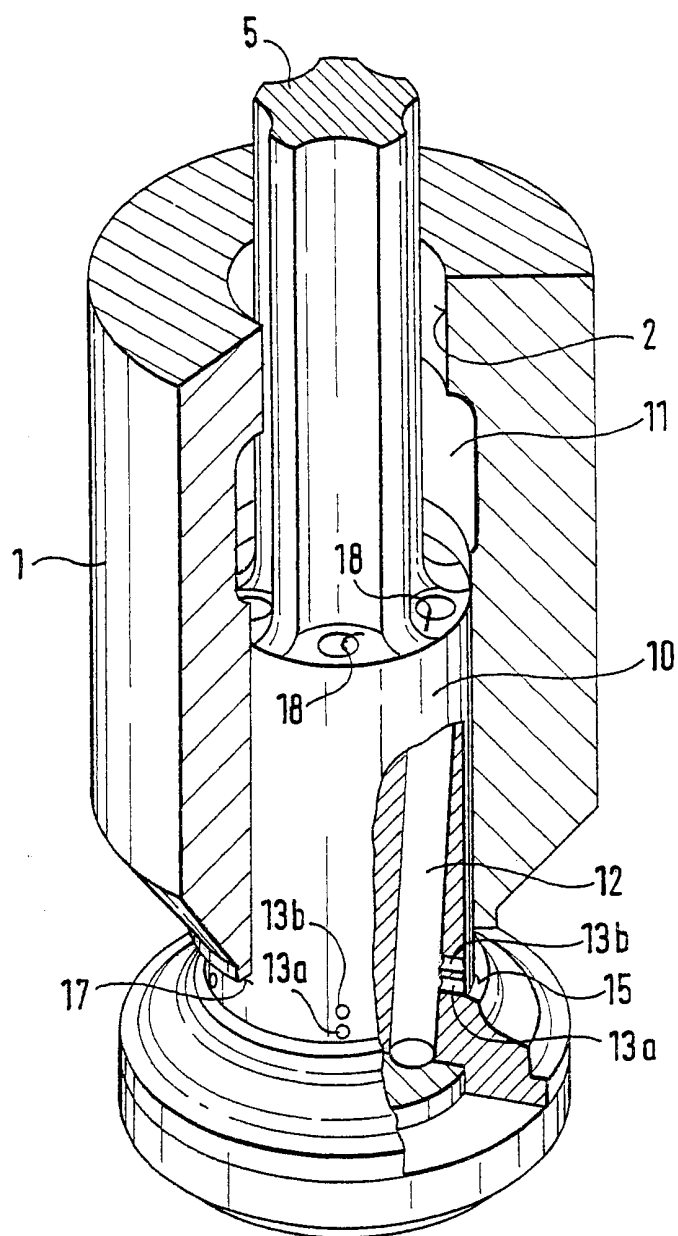
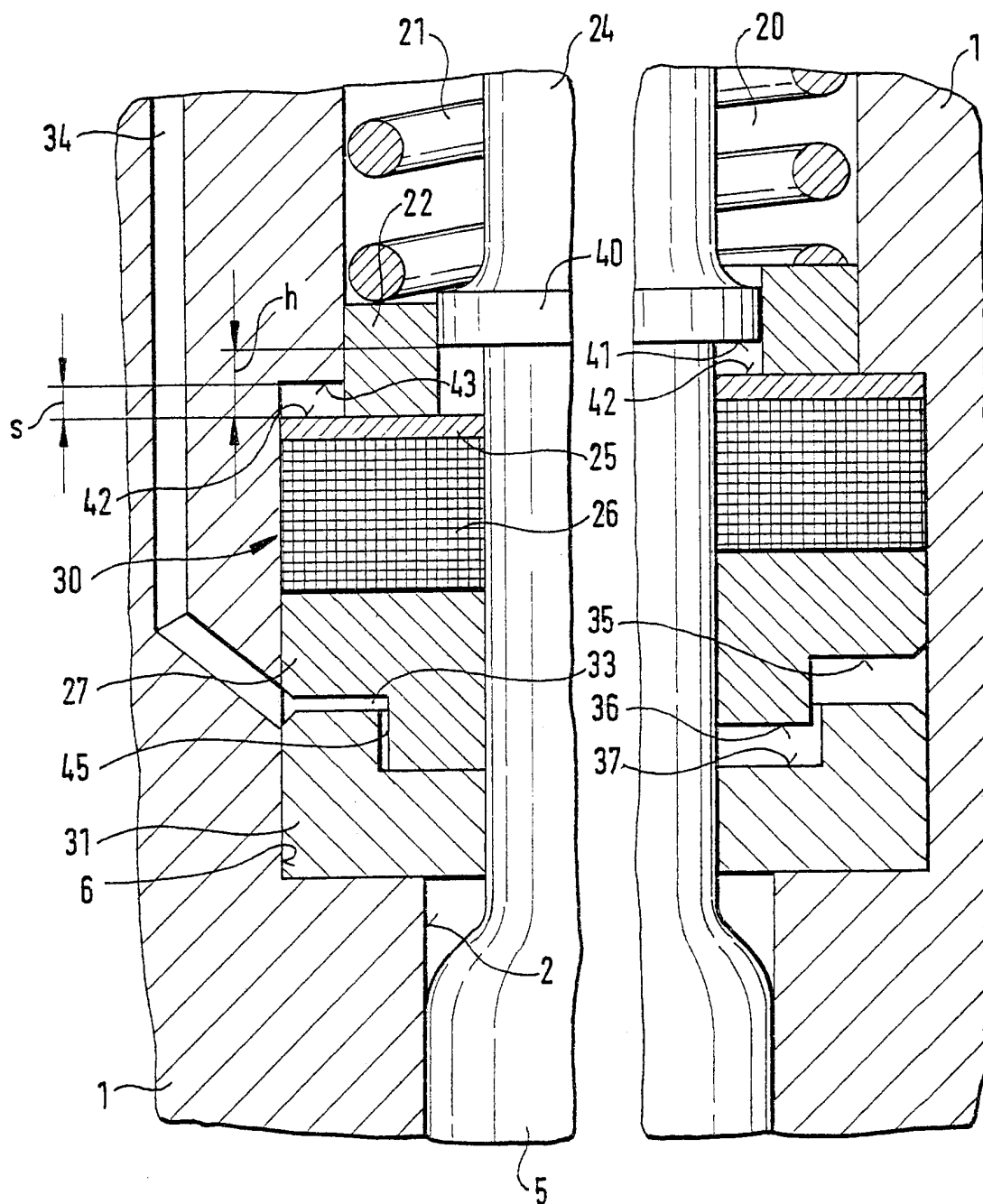


FIG. 3



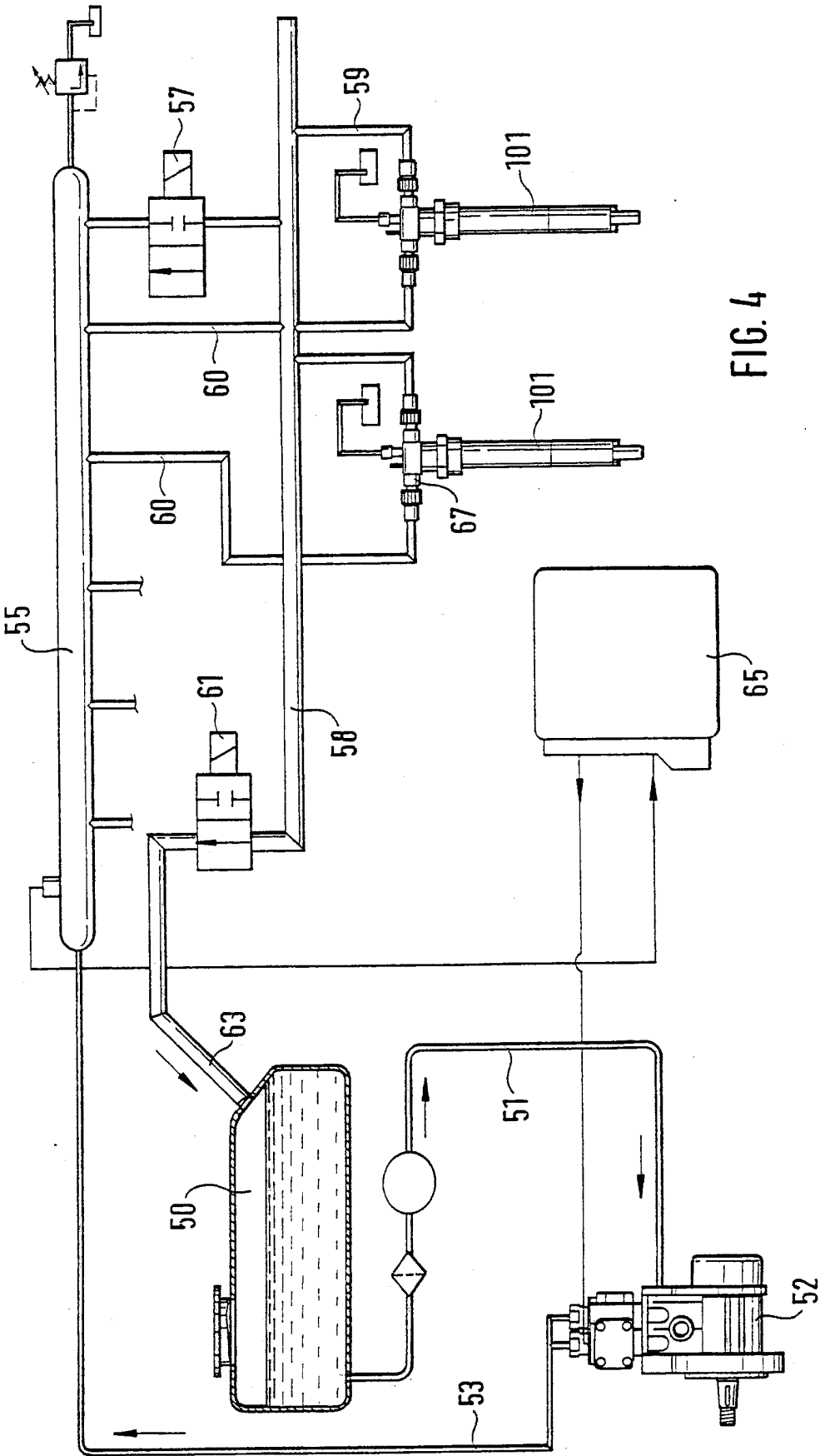


FIG. 4

5/5

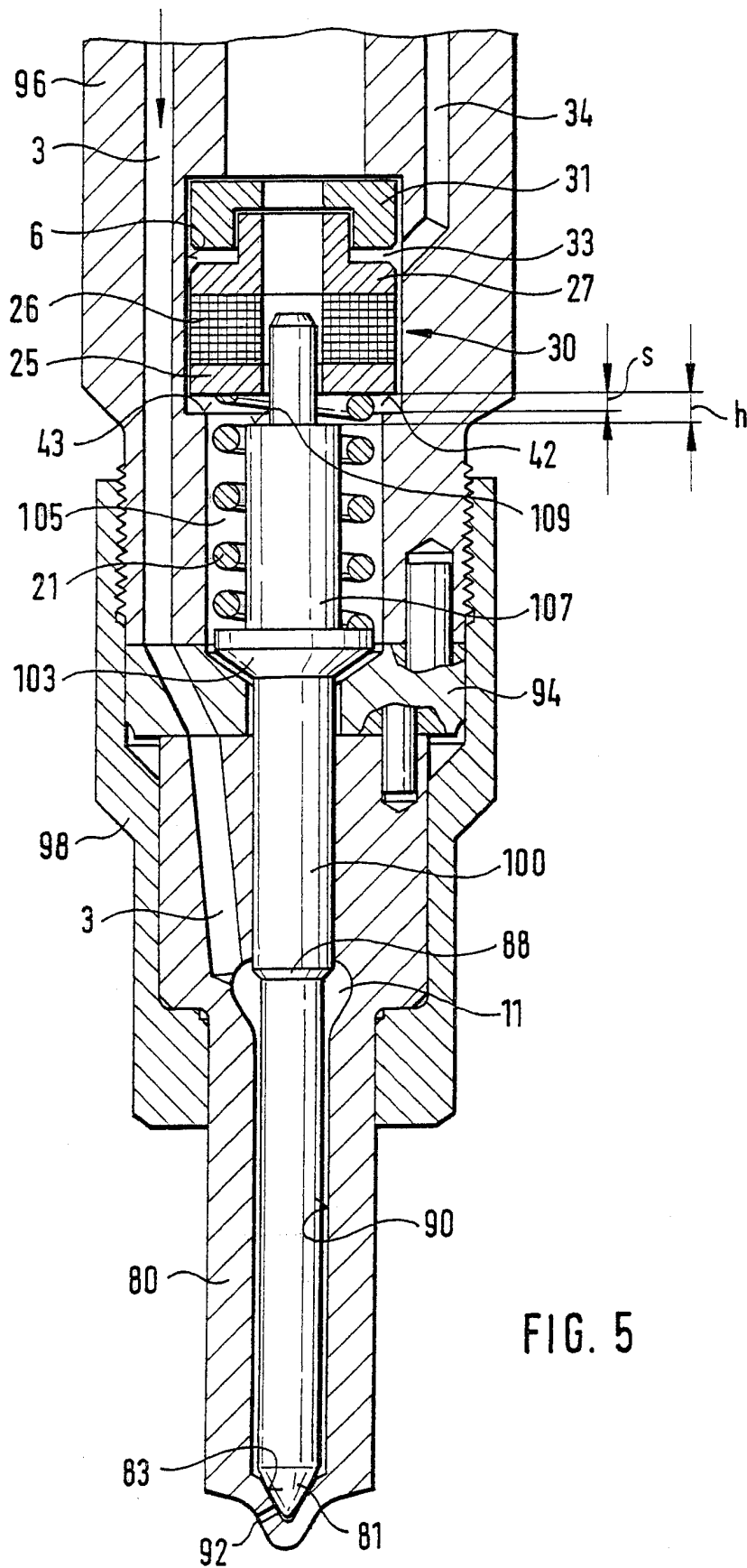


FIG. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 00/04184

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F02M61/16 F02M61/08 F02M61/10

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, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 196 23 211 A (BOSCH GMBH ROBERT) 18 December 1997 (1997-12-18) cited in the application column 4, line 3 -column 7, line 29; figures 1-4B	1
A	DE 43 32 124 A (BOSCH GMBH ROBERT) 23 March 1995 (1995-03-23) column 1, line 45 -column 3, line 2; figure 1	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.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 May 2001

Date of mailing of the international search report

11/05/2001

Name and mailing address of the ISA

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

Authorized officer

Friden, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/04184

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19623211 A	18-12-1997	GB 2314120 A,B IT MI971151 A JP 10054325 A	17-12-1997 16-11-1998 24-02-1998
DE 4332124 A	23-03-1995	GB 2282183 A,B JP 7167014 A US 5518184 A	29-03-1995 04-07-1995 21-05-1996

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/04184

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 F02M61/16 F02M61/08 F02M61/10

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, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 196 23 211 A (BOSCH GMBH ROBERT) 18. Dezember 1997 (1997-12-18) in der Anmeldung erwähnt Spalte 4, Zeile 3 -Spalte 7, Zeile 29; Abbildungen 1-4B ---	1
A	DE 43 32 124 A (BOSCH GMBH ROBERT) 23. März 1995 (1995-03-23) Spalte 1, Zeile 45 -Spalte 3, Zeile 2; Abbildung 1 -----	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

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. Mai 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

11/05/2001

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

Friden, C

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/04184

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19623211 A	18-12-1997	GB 2314120 A,B	17-12-1997
		IT MI971151 A	16-11-1998
		JP 10054325 A	24-02-1998
DE 4332124 A	23-03-1995	GB 2282183 A,B	29-03-1995
		JP 7167014 A	04-07-1995
		US 5518184 A	21-05-1996