(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
3. Mai 2001 (03.05.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/31193 A2

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: F02M 57/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/03693

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. Oktober 2000 (20.10.2000)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
199 51 554.9 26. Oktober 1999 (26.10.1999) 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)*: **HLOUSEK, Jaroslaw** [AT/AT]; Markt 395, A-5440 Golling (AT).

(81) Bestimmungsstaaten *(national)*: IN, JP, RU, US.

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

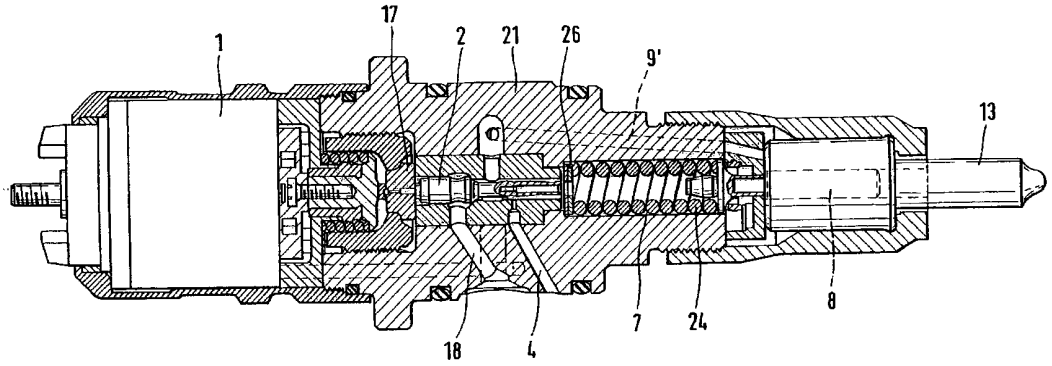
Veröffentlicht:

— *Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.*

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.

(54) **Title:** FUEL INJECTOR WITH INTEGRATED FLOW RESTRICTOR

(54) **Bezeichnung:** KRAFTSTOFFINJEKTOR MIT INTEGRIERTER DURCHFLUSSBEGRENZUNG



(57) **Abstract:** The invention relates to a fuel injection system for an internal combustion engine. Said fuel injection system comprises a common high-pressure accumulator (common rail) that can be filled via a high pressure pump. The high pressure accumulator is linked with injection valves that contain respective control valves (2) that are configured as 3/2-port directional control valves. Control surfaces (5, 6; 19) are provided on the control element (2) and link a high pressure supply line (18) with feed lines (9, 9') to the injection nozzle (13) or to a relief line (4), said control element (2) being activated by a controlled outlet line (23). The control element (2) contains a throttle element (10) which communicates with a cavity (7) via a bore (11).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung bezieht sich auf eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine, mit einem über eine Hochdruckpumpe befüllbaren gemeinsame Hochdrucksammelraum (Common Rail). Der Hochdrucksammelraum ist mit Einspritzventilen verbunden, die jeweils ein als 3/2-Wege-Ventil ausgebildetes Steuerventil (2) enthalten. Am Steuerteil (2) sind Steuerflächen (5, 6; 19) vorgesehen, die eine Hochdruckversorgungsleitung (18) mit Zuleitungen (9, 9') zur Einspritzdüse (13) oder einer Entlastungsleitung (4) verbinden, wobei das Steuerteil (2) durch eine gesteuerte Abflußleitung (23) aktivierbar ist. Das Steuerteil (2) enthält ein Drosselelement (10), welches über eine Bohrung (11) mit einem Hohlraum (7) in Verbindung steht.

WO 01/31193 A2

Kraftstoffinjektor mit integrierter Durchflußbegrenzung

Technisches Gebiet:

Bei Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit befüllbaren Hochdrucksammelräumen (Common Rail) werden Injektoren eingesetzt, die ständig mit dem extrem hohen Systemdruck beaufschlagt sein können, was einerseits ein weitgehend verzögerungsfreies Einspritzen von Kraftstoff ermöglicht, andererseits aber ein Verhindern kleinster Nacheinspritzungen nach Einspritzende durch ein schnell herbeizuführendes Nadelschließen am Spritzende erforderlich macht.

Stand der Technik:

EP 0 657 642 A2 bezieht sich auf eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für Brennkraftmaschinen. Ein Hochdrucksammelraum steht mit den Einspritzventilen ständig in Verbindung. Um zu vermeiden, daß der hohe Systemdruck ständig an den Einspritzventilen anliegt, ist das Steuerventil so ausgeführt, daß es während der Einspritzpausen am Einspritzbauteil dessen Verbindung zum Druckspeicherraum verschließt und eine Verbindung zwischen Einspritzventil und einem Entlastungsraum aufsteuert. Dadurch lassen sich die aufzubringenden Schließkräfte herabsetzen, die durch Federkräfte aufgebracht werden. Ständig steigende Anforderungen an die Systemdruckhöhe erfordern höhere Schließkräfte, die anders dimensionierte Federn erfordern. Der für die beweglichen Federn zur Verfügung stehende Bauraum ist jedoch begrenzt.

DE 197 01 879 A1 bezieht sich ebenfalls auf eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für Brennkraftmaschinen. Mittels eines ansteuerbaren Magnetventils läßt sich ein in einen unter Druck stehenden Arbeitsraum mündender Entlastungskanal derart

aufsteuern, daß das Steuerventil in eine Öffnungsstellung bzw. in eine Schließstellung verfahrbar ist.

Darstellung der Erfindung:

Mit dem am Steuerteil vorgesehenen Drosselelement kann ohne zusätzlich erforderliche Bauteile oder auf größere Schließkräfte erzeugende Schraubenfeder zurückgreifen zu müssen, eine auf das Steuerteil einwirkende Schließkrafterhöhung erzielt werden. Damit ist ein schnelleres Schließen der Düsennadel am Einspritzende sowie ein dichterer Abschluß gegen die Hochdruckversorgungsleitung vom Hochdrucksammelbehälter gewährleistet. Die Erhöhung der Schließkraft am Steuerteil verhindert das Auftreten von Nachspritzern auch kleinster Kraftstoffmengen durch Erhöhung des Druckes am Federraum. Während des Einspritzvorgangs ist der Federraum, in welchem ein Federelement eingelassen ist, mit dem unter hohem Einspritzdruck stehenden Kraftstoff beaufschlagt. Während des Einspritzvorgangs ist die neben dem Steuerteil vorgesehene Druckentlastungsleitung durch die Steuerkanten des Steuerteils verschlossen, so daß während der Einspritzung der hohe Kraftstoffdruck auch am Federraum ansteht, so daß sich als Funktion der Öffnungszeit des Steuerteils im Federraum ein den sich nach Einspritzende einstellenden Rückstellvorgang des Steuerteils begünstigender Kraftstoffdruck aufbaut.

Dem Steuerteil in seiner es umschließenden Hülse gegenüberliegend, befindet sich ein weiteres Drosselelement, welches in der druckfreien Entlastungsleitung vorgesehen ist. Nach Ende des Einspritzvorgangs verhindert die Drossel in der Entlastungsleitung, daß es in der Einspritzdüse zu Kavitationserscheinungen kommt. Bei entsprechender Dimensionierung des Querschnitts des Drosselelements kann der Federraum einerseits vollständig druckentlastet werden, andererseits kann eine vollständige Druckentlastung des Federraums dadurch unterbunden werden, daß durch eine geeignete Dimensionierung des Querschnitts des Drosselelements ein erhöhter Restdruck im Federraum voreinstellbar ist und erhalten bleibt.

Ein mit der erfindungsgemäßen Lösung weiterhin erzielbarer Vorteil liegt darin, daß vor dem ersten Start der Brennkraftmaschine eine Entlüftung der Brennkraftmaschine durch das Drosselelement am Steuerteil des 3/2-Wege-Ventils erzielbar ist.

Der für die Funktionssicherheit von Einspritzventilen bedeutsame Effekt der erfindungsgemäßen Lösung liegt in einem über das Drosselelement erfolgenden, sich allmählich einstellenden Druckausgleich an der Düsennadel einerseits und dem Federraum durch das Drosselelement und die Bohrung andererseits bei sich einstellenden Funktionsstörungen am Einspritzventil beispielsweise durch ein nicht schließendes Magnetventil oder durch Klemmen oder reiben des Steuerteils am Sitz. Der Druckausgleich stellt sich innerhalb einer Zeitspanne ein. Die über den Querschnitt des Drosselelements für den Druckausgleich zur Verfügung stehende Zeitspanne bestimmt bei maximalem Systemdruck die maximale Einspritzmenge. Die die nominale Einspritzmenge übersteigende maximale Einspritzmenge kann durch geeignete Dimensionierung des Querschnitts des Drosselelements im Steuerteil so ausgelenkt werden, daß es, falls es zu einem Einspritzvorgang mit maximaler Einspritzmenge in den Motor kommt, dieser keinen Schaden nimmt.

Mit der auf diese Weise mechanisch gesteuerten maximalen Einspritzmenge können auch elektronische Fehlfunktionen, in Gestalt ausbleibender oder zu langer Ansteuersignale, abgefangen werden.

Zeichnung:

Anhand der zeichnerischen Darstellung wird die Erfindung nachstehend detaillierter erläutert.

Es zeigt:

Figur 1 einen über einen Hochdrucksammelraum (Common Rail) beaufschlagten Injektor und

Figur 2 das vergrößert dargestellte Steuerteil des 3/2-Wege-Ventils zwischen Magnetventil und Federraum.

Ausführungsvarianten:

Aus der Darstellung gemäß Figur 1 geht ein über einen Hochdrucksammelraum (Common Rail) beaufschlagter Injektor hervor.

Am der Einspritzdüse gegenüberliegenden Ende des Injektors befindet sich ein 2/2-Wege-Ventil, welches vorzugsweise als elektrisch ansteuerbares Magnetventil ausgeführt ist. Das 2/2-Wege-Ventil 1 hat die Aufgabe, eine oberhalb des Steuerteils 2 – vorzugsweise als Steuerschieber ausgebildet – vorgesehene Steuerkammer dadurch vom anstehenden hohen Druck zu entlasten, daß ein Entlastungskanal geöffnet wird. Dies bewirkt ein in Verbindungtreten von unter hohem Druck stehenden Kraftstoff in der Versorgungsleitung 18 mit der Hochdruckleitung 9, 9', die zur Düsennadel 8 der Einspritzdüse 13 führt. Mittels der Einspritzdüse 13 wird der anstehende und unter hohem Druck stehende Kraftstoff bei Einspritzbeginn in definiert bemessener Menge in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt.

Das Steuerteil 2, welches in Figur 2 in vergrößertem Maßstab und detaillierter dargestellt ist, wird von einer Hülse umschlossen, welche mit Zuström- und Abströmbohrungen für die Kraftstoffleitungen 4, 18 sowie die Hochdruckleitung 9 versehen ist. Die Hülse 12 ihrerseits ist in einem Gehäuse 21 eingelassen. Im Gehäuse 21 befindet sich ein Federraum 7, in welchem eine Schraubenfeder 24

eingelassen ist. Die Schraubenfeder 24 stützt sich einerseits auf einem Paar Scheiben 26 ab, während sie mit dem anderen Ende an einem ringförmigen Einsatz anliegt, der eine Düsennadel 8 aufnimmt, mit der die Einspritzdüse 13 zu öffnen und nach Einspritzende wieder zu verschließen ist.

Die Verbindung des in Figur 1 dargestellten Injektors mit dem Hochdrucksammelraum (Common Rail) erfolgt via Hochdruckleitung 18. Der Hochdrucksammelraum ist in Figur 1 nicht näher dargestellt. Die drucklose Entlastungsleitung 4 fördert überflüssigen Kraftstoff in einen ebenfalls nicht dargestellten Kraftstofftank. Im Vergleich zum Injektorgehäuse 21, welches aus relativ preisgünstigem Material gefertigt werden kann, sind die das Steuerteil 2 umschließende Hülse 12 sowie das Steuerteil 2 selbst aus hochwertigem Material hergestellt. Zur Minimierung sich bei der Relativbewegung zwischen Steuerteil 2 und es umgebender Hülse 12 einstellender Leckageverluste sind das Steuerteil 2 und die Hülse 12 mit engsten Toleranzen in Bezug aufeinander ausgeführt.

Figur 2 zeigt in detaillierter Darstellung das im Gehäuse 21 eingelassene Steuerteil 2, welches von einer Hülse 12 umschlossen ist.

Durch das im Injektorgehäuse 21 aufgenommene 2/2-Wege-Ventil 1 kann ein Schließkörper 15 geöffnet werden, der im Ruhezustand, beaufschlagt über ein Federelement 16, eine in einem Anschlag 17 vorgesehene Entlastungsbohrung 23 verschließt. Die Entlastungsbohrung 23 ist mit einer geringen Durchflußquerschnittsfläche ausgeführt, wodurch die Entlastungsbohrung 23 als Drossel wirkt. In das Injektorgehäuse 21 mündend ist eine Hochdruckversorgungsleitung 18 dargestellt, über die die Versorgung des Injektors mit unter Hochdruck stehendem Kraftstoff erfolgt. Die Hochdruckversorgungsleitung 18 vom Hochdrucksammelraum (Common Rail) mündet in eine Bohrung der Hülse 12. Das vorzugsweise als Steuerschieber ausgebildete Steuerteil 2 gibt bei Ansteuerung des 2/2-Wege-Ventils 1 die in eine

Steuerkammer 22 mündende Entlastungsbohrung 23 frei, wodurch der Druck in der Steuerkammer 22 abnimmt. Dies bewirkt eine Bewegung des Steuerschiebers 2 auf die Anschlagfläche 17 hin, welche die das Steuerteil 2 aufnehmende Bohrung 20 der Hülse 12 begrenzt.

Bei abnehmendem Druck in der Steuerkammer 22 öffnet das Steuerteil 2 am Ventilsitz 3, unter hohem Druck stehender Kraftstoff schießt entlang der Steuerstufe 19 in die zur Einspritzdüse 13 führenden Hochdruckleitungen 9, 9' ein. Der Verlauf des Einspritzvorgangs kann maßgeblich durch die Ausformung der Steuerstufe 19 beeinflußt werden. Der unter hohem Druck stehende Kraftstoff beaufschlagt nicht nur die Hochdruckkanäle 9, 9' der zur Einspritzdüse führenden Leitungen, sondern auch ein im Steuerteil 2 vor den Steuerkanten 5, 6 angeordnetes Drosselelement 10. Dieses – beispielsweise als kostengünstige Bohrung im Steuerteil 2 ausgeführt – Drosselelement 10 mündet in eine axiale Bohrung 11 des Steuerteils 2, welche wiederum in einen Freiraum 7 mündet. In diesem Hohlraum des Injektorgehäuses 21 sind ein Scheiben 26 eingelassen, an denen sich das Federelement 24 abstützt. Das andere Ende des Federelements 24 ist dem der Düsennadel 8 zugewandten Ende des Hohlraums 7 zugeordnet.

Während des Einspritzvorgangs wird der Druck im Federraum 7 abhängig von der Öffnungszeit des Steuerventils 2 angehoben. Es kommt zum Druckaufbau im Hohlraum 7 auf der der Düsennadel 8 (Figur 1) abgewandten Seite. Gegen Einspritzende, d.h. das 2/2-Wege-Ventil 1 schließt, der Druck in der Steuerkammer 22 steigt demzufolge an und das Steuerteil 2 bewegt sich auf dem Ventilsitz 3 im Steuergehäuse 21 zu, erfolgt eine Entspannung der Einspritzdüse 13 durch eine Freigabe der Entlastungsleitung 4 durch die am Steuerteil 2 ausgebildeten Steuerkanten 5, 6.

Ebenfalls als Bohrung in der das Steuerteil 2 umschließenden Hülse 12 ist ein weiteres Drosselelement 14 ausgebildet, welches in der Entlastungsleitung 4

vorgesehen ist. Das weitere Drosselelement 14 verhindert ein schlagartiges Abfallen des Kraftstoffdrucks unter den entsprechenden Dampfdruck, so daß durch das weitere Drosselelement 14 Kavitation verhindert wird.

Da im Federraum 7 während des Einspritzvorgangs ein kontinuierliche - entsprechend der Öffnungszeit des Steuerteils 2 – Druckerhöhung stattgefunden hat, wird durch die Schließbewegung des Steuerteils 2 auf den Federraum 7 hin eine Erhöhung des Schließdruckanstiegs für das Steuerteil 2 erzielt. Dadurch lassen sich eventuell zwischen Ventilsitz 3 und der Steuerstufe 19 einstellende Leckagen, die zu höchst unerwünschten Kraftstoffnachspritzern führen können, wirksam vermeiden.

Zwischen den einzelnen Einspritzvorgängen kann der Federraum 7 durch den Öffnungsquerschnitt des Drosselelements 10 entlastet werden. Durch die Steuerkanten 5, 6 kann Kraftstoff via Entlastungsleitung 4 in den nicht näher dargestellten Vorratstank zurückströmen. Je nach gewähltem Querschnitt am Drosselelement 10 kann eine vollständige Druckentlastung des Federraums 7 erfolgen. Bei entsprechender Dimensionierung des Drosselquerschnitts am Drosselelement 10 im Steuerteil 2 kann im Federraum 7 auch ein von der Motordrehzahl abhängiger Restdruck aufrechterhalten werden, wodurch der Düsenöffnungsdruck bei höheren Drehzahlen abgehoben werden kann.

Beim ersten Starten der Brennkraftmaschine kann in vorteilhafter Weise ein Entlüften der Brennräume der Brennkraftmaschine erfolgen, wodurch sich ein leichteres Starten des Motors erzielen läßt.

Mit der erfindungsgemäßen Lösung können in vorteilhafter Weise nachteilige Auswirkungen von mechanischen oder elektronischen Funktionsstörungen vermieden werden. Ist beispielsweise eine Undichtigkeit am 2/2-Wege-Ventil 1 aufgetreten oder die Feder 16 gebrochen oder ist ein Klemmen des Steuerteils 2 in

der Hülse 12 aufgetreten, wird die Düsennadel 8 an ihrem Sitz mit dem gleichen Druck beaufschlagt, wie auf der anderen Seite, wo sich über das Drosselelement 10, die Bohrung 11 und den Federraum 7 allmählich der gleiche Druck aufbaut. Die Zeitspanne, in der der allmähliche Aufbau des Druckgleichgewichts erfolgt, wird durch den Drosselquerschnitt am Drosselelement 10 bestimmt. Die Zeitspanne, die der Druckausgleich bei maximalem Systemdruck an der Düsennadel 8 in Anspruch nimmt, legt die maximale Einspritzmenge fest. Die maximale Einspritzmenge, die die nominale Einspritzmenge übersteigt, kann durch Vorgabe des Drosselquerschnitts am Drosselelement 10 so bestimmt werden, daß bei Einspritzung der maximalen Einspritzmenge in den Brennraum der Brennkraftmaschine diese keinen Schaden nimmt.

Sollte eine elektronische Funktionsstörung in Gestalt eines zu langen Ansteuersignals am Magnetventil 1 auftreten, kann dieser Funktionsfehler durch die auf mechanischem Wege durch entsprechende Dimensionierung der Querschnittsfläche des Drosselelements 10 abgefangen werden, da die maximale Einspritzmenge auf mechanischem Wege vorgegeben ist.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine, mit einem über eine Hochdruckpumpe befüllbaren gemeinsamen Hochdrucksammelraum, der mit den Einspritzventilen verbunden ist, welche ein ein als 3/2-Wege-Ventil ausgebildetes Steuerventil (2) enthalten, welches Steuerflächen (5, 6, 19) enthält, die eine Hochdruckversorgungsleitung (18) mit der Einspritzleitung (9, 9') oder einer Entlastungsleitung (4) verbinden, wobei das Steuerteil (2) durch eine gesteuerte Abflußleitung (23) aktivierbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuerteil (2) ein Drosselelement (10) enthält, welches über eine Bohrung (11) mit einem Hohlraum (7) in Verbindung steht.

2. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bohrung (11) über das Drosselelement (10) mit dem Düsenzulauf (9) verbunden ist.

3. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Entlastungsleitung (4) ein weiteres Drosselelement (14) enthalten ist, das bei Druckentlastung der Einspritzdüse (13) Kavitation vermeidet.

4. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß durch Verschließen der Entlastungsleitung (4) durch die Steuerkanten (5, 6) des Steuerteils (2) der auf dieses wirkende Schließdruck erhöht wird.

5. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Dimensionierung des Querschnitts des Drosselelements (10) der Hohlraum (7) vollständig druckentlastet wird.

6. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß abhängig von der Drehzahl der Brennkraftmaschine durch die Dimensionierung des Querschnitts des Drosselelements (10) ein den Öffnungsdruck der Einspritzdüse (13) erhöhender Restdruck im Hohlraum (7) einstellbar ist.

7. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß durch das Drosselelement (10) der Hohlraum (7) beim ersten Start der Brennkraftmaschine entlüftbar ist.

8. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß durch das Drosselelement (10) am Steuerteil (2) bei Funktionsstörungen des Steuerteils (2) sich ein Druckausgleich zwischen Düsennadel (8) und dem Hohlraum (7) einstellt.

9. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß durch den Querschnitt des Drosselelements (10) bei anstehendem maximalen Systemdruck die Zeitdifferenz des sich einstellenden Druckausgleichs an der Düsennadel (8) vorgebbar ist und damit die maximale Einspritzmenge begrenzt wird.

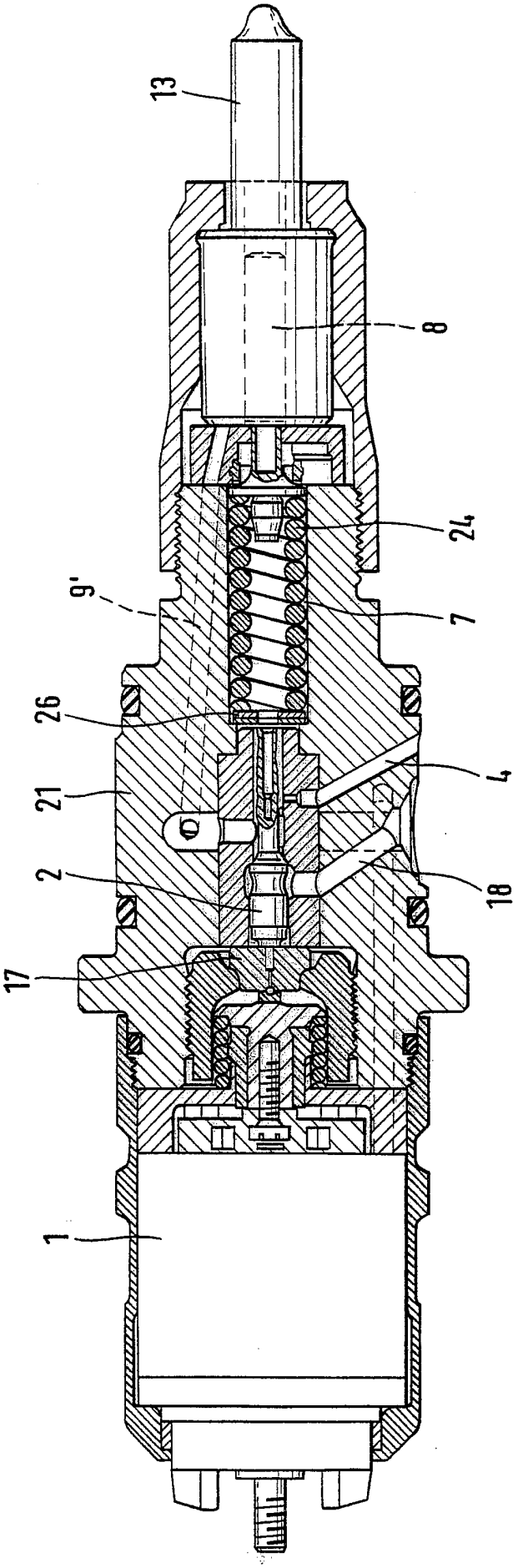


Fig.1

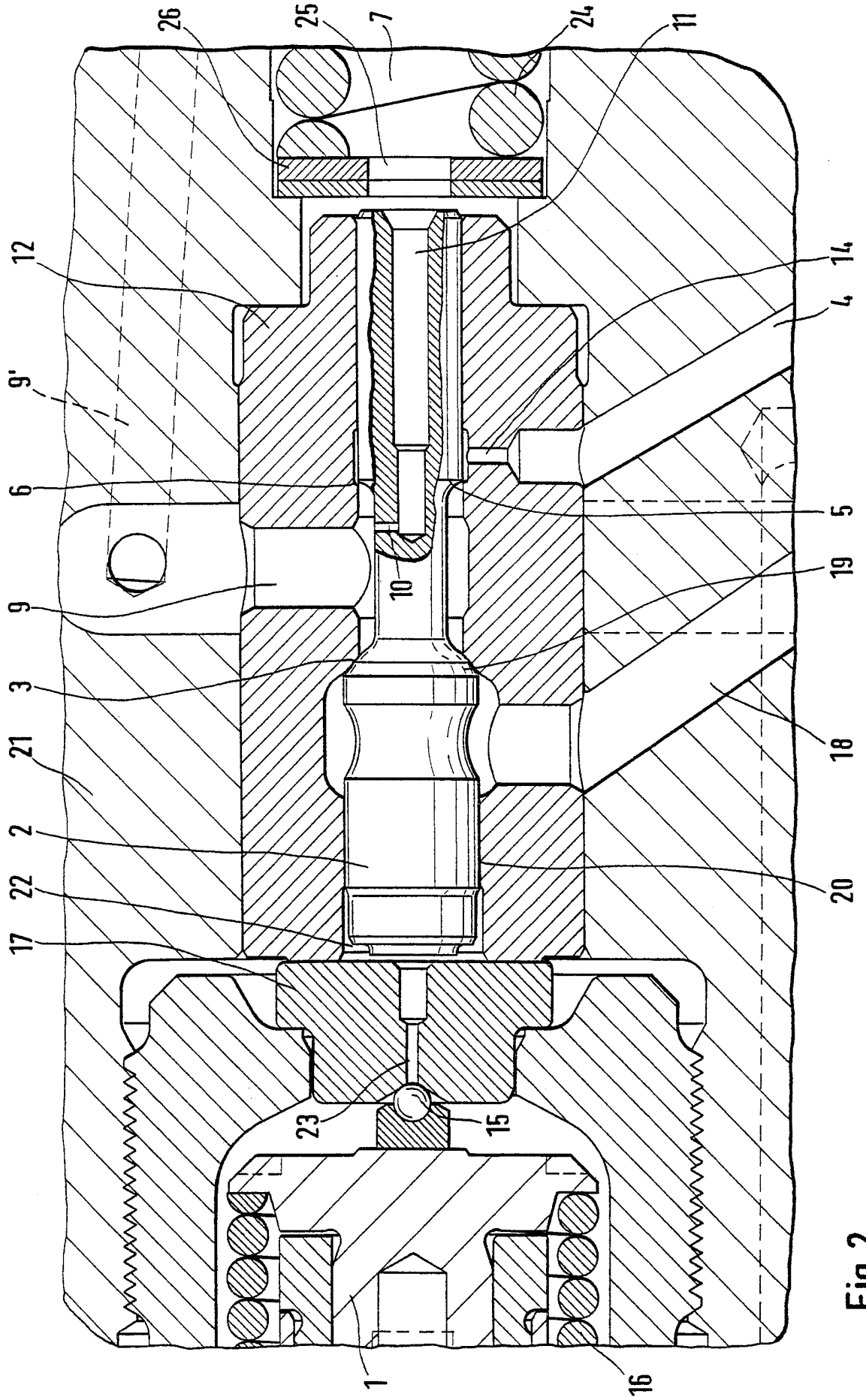


Fig.2