

(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
19. April 2001 (19.04.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/27465 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F02M 59/36**,
59/46, 45/06, F16K 1/44

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BOECKING**,
Friedrich [DE/DE]; Kahlhieb 34, 70499 Stuttgart (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/03583

(81) Bestimmungsstaaten (national): CZ, JP, KR, US.

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. Oktober 2000 (12.10.2000)

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

(25) Einreichungssprache: Deutsch

Veröffentlicht:

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

— Mit internationalem Recherchenbericht.

— Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen
eintreffen.

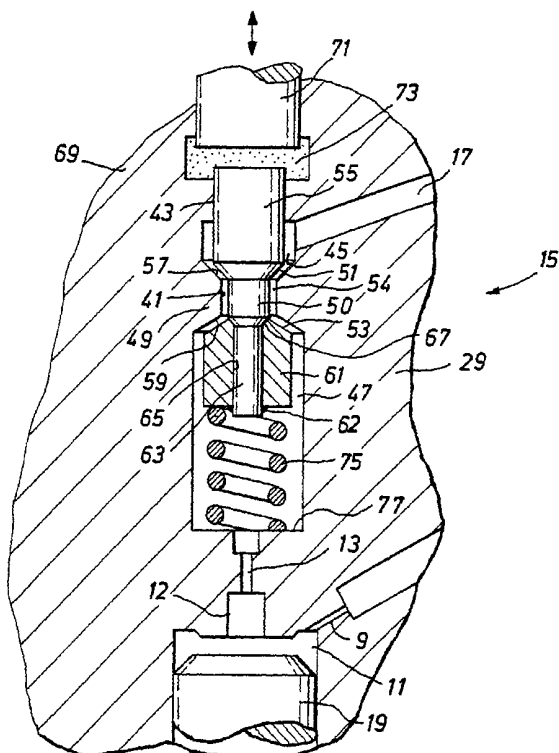
(30) Angaben zur Priorität:
199 49 528.9 14. Oktober 1999 (14.10.1999) DE

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

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: DUAL-SWITCHING CONTROL VALVE WITH REINFORCEMENT OF THE HYDRAULIC ACTUATOR

(54) Bezeichnung: DOPPELSCHALTENDES STEUERVENTIL MIT HYDRAULISCHER VERSTÄRKUNG DES AKTORS



(57) Abstract: The invention relates to a control valve (15) for injectors of injection systems for internal combustion engines. The final control member (49) is activated by an actuator through a hydraulic booster (69).

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Steuerventil (15) für Injektoren von Einspritzsystemen für Brennkraftmaschinen vorgeschlagen, bei dem das Stellglied (49) von einem Aktor über einen hydraulischen Übersetzer (69) betätigt wird.

WO 01/27465 A1

5

10

DOPPELSCHALTENDES STEUERVERTIL MIT HYDRAULISCHER VERSTÄRKUNG DES AKTORS

15

Stand der Technik

20

Die Erfindung betrifft ein doppeltschaltendes Steuerventil für einen Injektor eines Kraftstoffeinspritzsystems für Brennkraftmaschinen mit einem von einem Aktor betätigten Stellglied, wobei das Stellglied und eine Bohrung eines Gehäuses einen radial begrenzten Ringraum bilden, der an seinen Enden eine erste Ausnehmung und eine zweite Ausnehmung aufweist, und wobei das Stellglied mittels eines in einer ersten Führungsbohrung geführten Stößels axial verschiebbar ist und Mittel zum Abdichten des Ringraums von der ersten Ausnehmung und Mittel zum Abdichten des Ringraums von der zweiten Ausnehmung aufweist und einen Injektor nach dem Oberbegriff des Anspruchs 21 .

25

30

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein doppeltschaltendes Steuerventil für einen Injektor eines Kraftstoffeinspritzsystems bereitzustellen, welches die Bemessung kleinster Voreinspritzmengen erlaubt sowie einfach und kompakt aufgebaut ist.

35

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein

- 2 -

Steuerventil für den Injektor eines Kraftstoffeinspritzsystems für Brennkraftmaschinen mit einem von einem Aktor betätigten Stellglied, wobei das Stellglied und eine Bohrung eines Gehäuses einen radial begrenzten Ringraum bilden, der an seinen Enden eine erste Ausnehmung und eine zweite Ausnehmung aufweist, wobei das Stellglied mittels eines in einer ersten Führungsbohrung geführten Stößels axial verschiebbar ist und Mittel zum Abdichten des Ringraums von der ersten Ausnehmung sowie Mittel zum Abdichten des Ringraums von der zweiten Ausnehmung aufweist und wobei der Stößel mittels eines hydraulischen Übersetzers von dem Aktor betätigt wird.

Das erfindungsgemäße Steuerventil hat den Vorteil, dass der hydraulische Übersetzer die Schaltzeiten verkürzt. Der Steuerdruck des Injektors baut eine Vorspannung gegen die Betätigungsrichtung des Aktors auf, so dass der hydraulische Übersetzer erst wirksam wird, wenn er einen entsprechenden Gegendruck aufgebaut hat und sich bereits in Bewegung befindet. In Folge der sehr kurzen Schaltzeiten können auch sehr kleine Voreinspritzmengen bemessen werden. Außerdem ist das erfindungsgemäße Steuerventil einfach und in Folge dessen kompakt aufgebaut.

Varianten der Erfindung sehen vor, dass die erste Ausnehmung mit einem Kraftstoffrücklauf in Verbindung steht, und dass die zweite Ausnehmung mit einem Steuerraum in Verbindung steht, so dass der Bedarf an Antriebsenergie für den Aktor gering ist, da er nur während der Voreinspritzung Arbeit gegen die auf das Stellglied wirkenden hydraulischen Kräfte verrichten muss. Außerdem wird der Aktor nur auf Druck beansprucht, was insbesondere bei der Verwendung von Piezo-Aktoren von Vorteil ist.

Bei einer erfindungsgemäßen Ausgestaltung begrenzen die dem Stellglied abgewandte Stirnseite des Stößels und ein von

- 3 -

dem Aktor betätigter Kolben einen flüssigkeitsgefüllten Druckraum des hydraulischen Übersetzers begrenzen, so dass die Weg- oder Kraftübersetzung einfach und verlustarm erfolgt.

5

Eine andere Variante sieht vor, dass eine Schließfeder vorhanden ist, die auf das Stellglied entgegen der Betätigungsrichtung des Aktors einwirkt, so dass auch bei fehlendem Druck im Steuerraum das Steuerventil stets eine definierte Schaltstellung und die Dichtwirkung in der Schaltstellung zwischen der Haupteinspritzung und der Voreinspritzung verbessert wird.

In Ergänzung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Schließfeder in der zweiten Ausnehmung angeordnet ist und sich gegen einen Absatz im Gehäuse und das Stellglied abstützt, so dass der Bauaufwand gering ist. Bei einer weiteren Ausführungsform ist die Schließfeder in einer an den Steuerraum anschließenden dritten Ausnehmung angeordnet und stützt sich über eine in einer zweiten Führungsbohrung geführte Druckstange gegen das Stellglied und einen in einer Ringnut in der dritten Ausnehmung angeordneten Seeger-Ring ab, so dass die zweite Ausnehmung und der Durchmesser des zweiten Dichtsitzes klein gehalten werden können.

Bei einer weiteren Variante ist vorgesehen, dass die Schließfeder in einer an den Steuerraum anschließenden dritten Ausnehmung angeordnet ist und sich über eine in einer zweiten Führungsbohrung geführte Druckstange gegen das Stellglied und einen in den Steuerraum ragenden Steuerkolben abstützt, so dass eine Schließfeder mit kleiner Federrate und geringem Durchmesser einsetzbar ist.

Bei einer weiteren Ausführungsform weist die Druckstange mindestens eine in Längsrichtung verlaufende Nut,

- 4 -

Längsbohrung oder sich im Wesentlichen über die Länge der Druckstange erstreckende Abflachung auf, so dass eine hydraulische Verbindung zwischen Steuerraum und zweiter Ausnehmung besteht. Außerdem kann durch geeignete
5 Dimensionierung der Nut, Längsbohrung oder Abflachung die Funktion der Ablaufdrossel in die Druckstange integriert werden.

Bei einer Ausführung der Erfindung ist vorgesehen, dass das
10 Stellglied einen coaxial zur Längsachse des Stößels angeordneten Bund aufweist, und dass die Mittel zum Abdichten des Ringraums von der zweiten Ausnehmung und/oder die Mittel zum Abdichten des Ringraums von der ersten Ausnehmung einen coaxial zur Längsachse des Stößels
15 angeordneten kegelstumpfförmigen Dichtkegel aufweisen, so dass über die gesamte Lebensdauer des Steuerventils eine gute Dichtwirkung erzielt wird.

In Ergänzung der Erfindung ist der zweite Dichtkegel Teil
20 einer coaxial zur Längsachse des Stellglieds angeordneten Hülse sind, so dass die Montage erleichtert und die Hülse auch vom Stößel zentriert wird.

Eine Variante sieht vor, dass die dem Stellglied zugewandte
25 Stirnfläche der Hülse eben ist, und dass die der Hülse zugewandte Stirnfläche des Stellglieds eben ist, so dass die Hülse nicht durch den Steuerkolben, sondern durch den zweiten Dichtsitz zentriert wird und der Dichtkegel der Hülse bestmöglich auf der Dichtfläche im
30 Gehäuse anliegt. Außerdem dichten o. g. Stirnflächen den Ringraum gegen den Steuerraum ab.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die dem Steuerkolben zugewandte Stirnfläche der Hülse
35 und die der Hülse zugewandte Stirnfläche des Steuerkolbens kegelstumpfförmig sind, so dass die Hülse von dem Stößel

- 5 -

zentriert wird. Außerdem dichten o. g. Stirnflächen den Ringraum gegen den Stellerraum ab.

Bei einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die Hülse lösbar mit dem Stellglied verbunden ist, so das die Montage vereinfacht wird und auf eine Teilung des Gehäuses verzichtet werden kann.

Eine andere Variante sieht vor, dass das Stellglied kugelförmig ausgebildet ist, und dass die Mittel zum Abdichten des Ringraums von der zweiten Ausnehmung und/oder die Mittel zum Abdichten des Ringraums von der ersten Ausnehmung auf der Kugeloberfläche verlaufende Dichtlinien sind, so dass ein besonders kompakter und einfacher Aufbau erreicht wird. Außerdem müssen erste Führungsbohrung sowie erster und zweiter Dichtsitz nicht genau fluchten, da sich das kugelförmige Ventilglied selbst zentriert.

Zusätzlich sind zwischen der Bohrung sowie der ersten und der zweiten Ausnehmung Dichtflächen ausgebildet, die mit den Mitteln zum Abdichten des Ringraums von der ersten Ausnehmung und/oder den Mitteln zum Abdichten des Ringraums von der zweiten Ausnehmung zusammenwirken, so dass eine weiter verbesserte Abdichtung erreicht wird.

In Ergänzung der erfindung ist vorgesehen, dass das Gehäuse einteilig ausgeführt ist, so dass die Zahl der Dichtflächen verringert wird.

Bei einer Ausführungsform der Erfindung wird das Steuerventil als 2/3-Steuerventil betrieben, so dass die Bemessung kleinster Voreinspritzmengen verbessert wird und gleichzeitig große Haupteinspritzmengen möglich sind.

Bei einer Variante der Erfindung ist der Aktor ein Piezo-Aktor, so dass große Kräfte und ein schnelles Ansprechen

- 6 -

gewährleistet sind.

In weiterer Ergänzung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Einspritzsystem ein Common-Rail-Einspritzsystem ist, so dass die Vorteile des erfindungsgemäßen Steuerventils auch diesen Einspritzsystemen zugute kommen.

Die eingangs genannte Aufgabe wird auch gelöst durch einen Injektor für ein Kraftstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen mit einem von einem Steuerventil gesteuerten Stellglied, wobei das Steuerventil ein von einem Aktor betätigtes Stellglied aufweist, wobei das Stellglied und eine Bohrung eines Gehäuses einen radial begrenzten Ringraum bilden, der an seinen Enden eine erste Ausnehmung und eine zweite Ausnehmung aufweist, wobei das Stellglied mittels eines in einer ersten Führungsbohrung geführten Stößels axial verschiebbar ist und Mittel zum Abdichten des Ringraums von der ersten Ausnehmung sowie Mittel zum Abdichten des Ringraums von der zweiten Ausnehmung aufweist und wobei der Stößel mittels eines hydraulischen Übersetzers von dem Aktor betätigt wird.

Der erfindungsgemäße Injektor hat den Vorteil verkürzter Schaltzeiten. Der Steuerdruck des Injektors baut eine Vorspannung gegen die Betätigungsrichtung des Aktors auf, so dass der hydraulische Übersetzer erst wirksam wird, wenn er einen entsprechenden Gegendruck aufgebaut hat und sich bereits in Bewegung befindet. In Folge der sehr kurzen Schaltzeiten können auch sehr kleine Voreinspritzmengen bemessen werden. Außerdem ist der erfindungsgemäße Injektor einfach und in Folge dessen kompakt aufgebaut.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen sind der nachfolgenden Beschreibung, der Zeichnung und den Ansprüchen entnehmbar. Es zeigen:

- 7 -

Fig. 1: einen Injektor für ein Kraftstoffeinspritzsystem mit einem schematisiert dargestellten Steuerventil;

5 Fig. 2: eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Steuerventils im Schnitt;

Fig. 3: eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Steuerventils im Schnitt;

10 Fig. 4: eine dritte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Steuerventils im Schnitt; sowie

15 Fig. 5: ein Diagramm des zeitlichen Ablaufs einer Einspritzung.

In Fig. 1 ist ein erfindungsgemäßer Injektor dargestellt. Über einen Hochdruckanschluss 1 wird Kraftstoff über einen Zulaufkanal 5 zu einer Einspritzdüse 7 sowie über eine Zulaufdrossel 9 in einen Steuerraum 11 geführt. Der Steuerraum 11 ist über einen Abflusskanal 12 und eine Ablaufdrossel 13, die durch ein Steuerventil 15 geöffnet werden kann, mit einem Kraftstoffrücklauf 17 verbunden.

25 Der Steuerraum 11 wird von einem Steuerkolben 19 begrenzt. An den Ventilkolben 19 schließt eine Düsennadel 21 an, die verhindert, dass der unter Druck stehende Kraftstoff zwischen den Einspritzungen in den nicht dargestellten Brennraum fließt. Die Düsennadel 21 weist eine Querschnittsänderung 23 von einem größeren Durchmesser 25 auf einen kleineren Durchmesser 27 auf. Mit ihrem größeren Durchmesser 25 ist die Düsennadel 21 in einem Gehäuse 29 geführt. Die Querschnittsänderung 23 begrenzt einen Druckraum 31 der Einspritzdüse 7

35 Bei geschlossener Ablaufdrossel 13 ist die auf eine

- 8 -

Stirnfläche 33 des Ventilkolbens 19 wirkende hydraulische Kraft größer als die auf die Querschnittsänderung 23 wirkende hydraulische Kraft, weil die Stirnfläche 33 des Ventilkolbens 19 größer als die Ringfläche der Querschnittsänderung 23 ist. In Folge dessen wird die Düsennadel 21 in einen Düsennadelsitz 35 gepresst und dichtet den Zulaufkanal 5 zum nicht dargestellten Brennraum ab.

Wenn die nicht dargestellte Hochdruckpumpe des Kraftstoffeinspritzsystems nicht angetrieben wird, weil der Motor steht, dann schließt eine auf einen Absatz 37 der Düsennadel 21 wirkende Düsenfeder 39 die Einspritzdüse 7 bzw. den Injektor.

Wenn die Ablaufdrossel 13 bzw. das Steuerventil 15 geöffnet wird, sinkt der Druck im Steuerraum 11 und damit die auf die Stirnfläche 33 des Steuerkolbens 19 wirkende hydraulische Kraft. Sobald diese hydraulische Kraft kleiner ist als die auf die Querschnittsänderung 23 wirkende hydraulische Kraft, öffnet die Düsennadel 21, so dass der Kraftstoff 3 durch die nicht dargestellten Spritzlöcher in den Brennraum gelangen kann. Diese indirekte Ansteuerung der Düsennadel 21 über ein hydraulisches Kraftverstärkersystem ist notwendig, weil die zu einem schnellen Öffnen der Düsennadel 21 benötigten Kräfte mit dem Steuerventil 15 nicht direkt erzeugt werden können. Die dabei zusätzlich zu der in den Brennraum eingespritzten Kraftstoffmenge benötigte sogenannte "Steuermenge" gelangt über die Zulaufdrossel 9, den Steuerraum 11 und das Steuerventil 15 in den Kraftstoffrücklauf 17.

Zusätzlich zur Steuermenge entsteht auch noch an der Düsennadelführung und der Ventilkolbenführung eine Leckage. Die Steuer- und die Leckagemengen können bis zu 50 mm³/Hub betragen. Sie werden über den Kraftstoffrücklauf 17 wieder

- 9 -

in den nicht dargestellten Kraftstoffbehälter zurückgeführt. Zwischen den Einspritzungen wird die Ablaufdrossel 13 durch das Steuerventil 15 verschlossen.

5 Fig. 2 zeigt eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Steuerventils. In dem Gehäuse 29 ist eine Bohrung 41 vorgesehen. Koaxial zur Bohrung 41 ist eine erste Führungsbohrung 43 vorhanden. Die Bohrung 41 weist an
10 ihren Enden eine erste Ausnehmung 45 und eine zweite Ausnehmung 47 auf. Das Stellglied 49 weist einen Bund 50 sowie einen ersten Dichtkegel 51 und einen zweiten Dichtkegel 53 auf. Die Bohrung 41 und der Bund 50 bilden einen Ringraum 54.

15 In der ersten Führungsbohrung 43 ist ein Stößel 55 geführt, der mit dem Stellglied 49 verbunden ist.

Die Bohrung 41 hat einen kleineren Durchmesser als die erste Führungsbohrung 43. Den Übergang zwischen Stößel 55
20 und Bund 50 bildet ein als erster Dichtkegel 51 ausgeführter Kegelstumpf. Zwischen der Bohrung 41 und der ersten Ausnehmung 50 ist in dem Gehäuse 29 ein erster Dichtsitz 57 ausgebildet, der mit dem ersten Dichtkegel 51 den Ringraum 54 von der ersten Ausnehmung 50 hydraulisch
25 trennen kann. Der zweite Dichtkegel 53 kann zusammen mit einem zwischen Bohrung 41 und zweiter Ausnehmung 51 angeordneten zweiten Dichtsitz 59, den Ringraum 54 von der zweiten Ausnehmung 51 trennen.

30 Der zweite Dichtkegel 53 ist Teil einer Hülse 61. Die Hülse 61 kann über eine Schweißnaht 62 über einen Zapfen 63 mit dem Bund 50 verbunden sein. Alternativ kann die Hülse 61 auch mit dem Bund durch Schrauben oder eine Nut im Zapfen 63 und einen Seeger-Ring verbunden sein.

35 In der dargestellten Ausführungsform sind die Stirnfläche

- 10 -

des Bunds 50 und eine entsprechende Stirnfläche 67 der Hülse 61 kegelstumpfförmig, so dass die Hülse zentriert wird. Gleichzeitig findet eine Abdichtung zwischen Hülse 61 und dem den Ringraum 54 bildenden Abschnitt des Stellglieds 47 statt.

Alternativ kann, insbesondere wenn die Hülse 61 mit dem Bund 50 verschraubt ist, die Dichtfläche eben sein, so dass die Hülse 61 nicht von dem Bund 50, sondern von dem zweiten Dichtsitz 59 zentriert wird. Dies wird erleichtert, wenn zwischen dem Zapfen 63 und einer Mittenbohrung 64 der Hülse 61 Spiel vorhanden ist.

In Fig. 2 ist auch zu erkennen, dass die erste Ausnehmung über einen Abflusskanal 12 und eine Ablaufdrossel 13 mit dem Steuerraum 11 in Verbindung steht, und dass die zweite Ausnehmung 51 mit dem Kraftstoffrücklauf 17 in Verbindung steht. Alternativ kann durch eine geeignete Dimensionierung der Ringraum 54 die Funktion der Ablaufdrossel 13 übernehmen.

Betätigt wird das Steuerventil durch einen nicht dargestellten Aktor, der auf den Stößel 55 über einen hydraulischen Übersetzer 69 einwirkt. Der Aktor ist mit einem Kolben 71 verbunden, der Druck auf die in dem Druckraum 73 des Übersetzers 69 befindliche Flüssigkeit ausübt. Wenn der Aktor ein Piezo-Aktor ist, kann der Aktor große Kräfte über einen kleinen Weg aufbringen. In diesem Fall ist die gezeigte Konstellation des Übersetzers sinnvoll, in der der Kolben 71 einen größeren Durchmesser als der Stößel 55 hat. Wenn der Aktor z. B. elektromagnetisch wirkt, dann können kleine Kräfte über einen großen Weg übertragen werden. In diesem Fall empfiehlt es sich, den Durchmesser des Kolbens 71 kleiner als den des Stößels 55 zu wählen.

- 11 -

Eine in der ersten Ausnehmung 45 angeordnete Schließfeder 75 stützt sich auf der einen Seite gegen einen Absatz 77 des Gehäuses 29 und auf der anderen Seite gegen die Hülse 61 ab. Durch die Schließfeder 75 ist sichergestellt, dass das Stellglied 49 auch bei fehlendem Druck im Steuerraum 11 in die erste Schaltstellung a gebracht wird. Außerdem ist der Aktor nur auf Druck belastet, was insbesondere bei der Verwendung von Piezo-Aktoren wichtig ist, da diese Aktoren nur zuverlässig auf Druck arbeiten.

Das erfindungsgemäße Steuerventil wird idR als 2/3-Steuerventil eingesetzt. In der ersten Schaltstellung a wird die zweite Ausnehmung 47 von dem Ringraum 54 hydraulisch getrennt. In der zweiten Schaltstellung b wird die erste Ausnehmung 45 von dem Ringraum 54 hydraulisch getrennt.

In beiden Schaltstellungen a und b ist der Steuerraum 11 von dem Kraftstoffrücklauf 17 getrennt; d. h. die Einspritzdüse 7 ist geschlossen. Beim Übergang von erster Schaltstellung a zu zweiter Schaltstellung b ist für kurze Zeit eine hydraulische Verbindung zwischen Steuerraum 11 und Kraftstoffrücklauf 17 vorhanden; d. h. der Druck im Steuerraum 11 bricht mindestens teilweise zusammen und die Einspritzdüse 7 öffnet kurzzeitig. Dieses kurzzeitige Öffnen wird für eine Voreinspritzung genutzt. Die Voreinspritzmenge und -dauer kann durch die Auslegung des Aktors und der Ablaufdrossel 13, bzw. des Ringraums 54 mit großer Wiederholgenauigkeit konstruktiv festgelegt werden. In der dritten Schaltstellung c nimmt das Stellglied 47 eine Zwischenstellung ein, in der erster und zweiter Dichtkegel 51 und 53 nicht auf erstem oder zweitem Dichtsitz 59, 59 aufliegen. Diese Schaltstellung c löst die Haupteinspritzung aus.

In Fig. 3 ist eine zweite Ausführungsform der Erfindung

- 12 -

dargestellt. Gleiche Bauteile wurden mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Im Folgenden wird nur auf die Unterschiede zwischen der Ausführungsform gemäß Fig. 2 und Fig. 3 eingegangen.

5

10

15

20

25

30

35

Das Stellglied 49 besteht aus einer Kugel 79. Zusammen mit dem ersten und dem zweiten Dichtsitz 57 und 59 ergeben sich einer erste Dichtlinie 81 und eine zweite Dichtlinie 83 auf der Kugel 79. Erste Dichtlinie 81 und zweite Dichtlinie 83 können voneinander verschiedene Durchmesser haben. Dadurch ergeben sich unterschiedliche aus dem Druck im Steuerraum 11 herrührende hydraulische Schließkräfte. Wenn der Stößel 55 und das Stellglied 49 nicht fest miteinander verbunden sind, kann sich das Stellglied 49 unabhängig davon ob die Längsachsen von erstem und zweitem Dichtkegel 51 und 53 sowie der ersten Führungsbohrung 43 zusammenfallen selbst zentrierten, so dass die Dichtwirkung immer gut ist und der Fertigungsaufwand sinkt.

Die Schließfeder 75 ist in einer dritten an den Steuerraum 11 anschließenden dritten Ausnehmung 85 angeordnet. Die Schließfeder stützt sich auf einer Seite über einen Seeger-Ring 87 und eine Scheibe 88 und auf der anderen Seite über eine in einer zweiten Führungsbohrung 89 im Gehäuse 29 geführte Druckstange 91 gegen die Kugel 79 ab. Der Seeger-Ring 87 wiederum ist in einer Ringnut 92 der dritten Ausnehmung 85 angeordnet. Um die hydraulische Verbindung zwischen Steuerraum 11, bzw. dritter Ausnehmung 85 und zweiter Ausnehmung 47 herzustellen, sind in der Druckstange 91 Abflachungen vorhanden. Alternativ können auch nicht dargestellte Nuten oder Bohrungen in der Druckstange 91 vorgesehen sein. Durch geeignete Dimensionierung der Abflachungen, Nuten oder Bohrungen können diese die Funktion der Ablaufdrossel 13 übernehmen.

Fig. 4 zeigt eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform

- 13 -

bei der sich die Schließfeder auf einer Seite gegen den Ventilkolben 19 abstützt. In Fig. 4 ist auch erkennbar, dass die Bewegung des Ventilkolbens 19 in Richtung der Steuerventils 15 durch einen Hubanschlag 93 derart begrenzt wird, dass stets eine Verbindung zwischen Zulaufdrossel 9 und zweiter Ausnehmung 47 vorhanden ist.

Fig. 5 zeigt den zeitlichen Verlauf des Hubs 95 der Düsenadel 21 in Abhängigkeit der drei Schaltstellungen a, b und c. In beiden Diagrammen 5a und 5b ist auf der Abszisse die Zeit t aufgetragen. Die Ordinate des Diagramms 5a zeigt die Schaltstellungen a, b, und c des Steuerventils, während die Ordinate des Diagramms 5b den Hub 95 der Düsenadel 21 darstellt.

Ausgehend von der ersten Schaltstellung a wird das Steuerventil 15 vom Aktor in die zweite Schaltstellung b bewegt. Während des Übergangs zwischen beiden Schaltstellungen öffnet die Düsenadel 21 ein wenig. Dadurch wird die Voreinspritzmenge in den Brennraum eingespritzt. Um die Voreinspritzmenge zu erhöhen kann das Steuerventil 15 während der Voreinspritzung auch kurzzeitig in der dritten Schaltstellung c verharren. Diese Variante ist durch die gestrichelten Linien dargestellt.

Die Haupteinspritzung erfolgt, indem das Steuerventil von der zweiten Schaltstellung b in die dritte Schaltstellung c gesteuert wird. Diese Schaltstellung wird solange aufrecht erhalten, bis die erforderliche Einspritzmenge eingespritzt wurde. Danach wird die Haupteinspritzung beendet, indem das Steuerventil in die erste Schaltstellung a gebracht wird. Anhand dieses Ablaufs wird auch ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Steuerventils deutlich: Der Aktor muss lediglich beim Übergang von der ersten Schaltstellung a in die zweite Schaltstellung b Arbeit gegen den Druck im Steuerraum 11 verrichten, so dass der Bedarf an

- 14 -

Antriebsenergie sehr gering ist. Außerdem führt der während dieses Übergangs sinkende Druck im Steuerraum zu einer geringen Leistungsanforderung.

- 5 Alle in der Beschreibung, den nachfolgenden Ansprüchen und der Zeichnung dargestellten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination miteinander erfindungswesentlich sein.

5

Ansprüche

- 10 1. Steuerventil für den Injektor eines Kraftstoffeinspritzsystems für Brennkraftmaschinen mit einem von einem Aktor betätigten Stellglied (49), wobei das Stellglied (49) und eine Bohrung (41) eines Gehäuses (29) einen radial begrenzten Ringraum (54) bilden, der an seinen
15 Enden eine erste Ausnehmung (45) und eine zweite Ausnehmung (47) aufweist, wobei das Stellglied (49) mittels eines in einer ersten Führungsbohrung (43) geführten Stößels (55) axial verschiebbar ist und Mittel (51, 81) zum Abdichten des Ringraums (54) von der ersten Ausnehmung (45) sowie
20 Mittel (53, 83) zum Abdichten des Ringraums (54) von der zweiten Ausnehmung (47) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Stößel (55) mittels eines hydraulischen Übersetzers (69) von dem Aktor betätigt wird.
- 25 2. Steuerventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Ausnehmung (45) mit einem Kraftstoffrücklauf (17) in Verbindung steht.
- 30 3. Steuerventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Ausnehmung (47) mit einem Steuerraum (11) in Verbindung steht.
- 35 4. Steuerventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die dem Stellglied (49) abgewandte Stirnseite des Stößels (55) und ein von dem Aktor betätigter Kolben (71) einen flüssigkeitsgefüllten

- 16 -

Druckraum (73) des hydraulischen Übersetzers (69) begrenzen.

5. Steuerventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Schließfeder (75) vorhanden ist, die auf das Stellglied (49) entgegen der Betätigungsrichtung des Aktors einwirkt.

6. Steuerventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Schließfeder (75) in der zweiten Ausnehmung (47) angeordnet ist und sich gegen einen Absatz (77) im Gehäuse (29) und das Stellglied (49) abstützt.

7. Steuerventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Schließfeder (75) in einer an den Steuerraum (11) anschließenden dritten Ausnehmung (85) angeordnet ist und sich über eine in einer zweiten Führungsbohrung (89) geführten Druckstange (91) gegen das Stellglied (49) und einen in einer Ringnut (92) in der dritten Ausnehmung (85) angeordneten Seeger-Ring (87) abstützt.

8. Steuerventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Schließfeder (75) in einer an den Steuerraum (11) anschließenden dritten Ausnehmung (85) angeordnet ist und sich über eine in einer zweiten Führungsbohrung (89) geführte Druckstange (91) gegen das Stellglied (47) und einen in den Steuerraum (11) ragenden Steuerkolben (19) abstützt.

9. Steuerventil nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckstange (91) in Längsrichtung verlaufende Nuten, Längsbohrungen oder sich im Wesentlichen über die Länge der Druckstange (91) erstreckende Abflachungen aufweist.

10. Steuerventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- 17 -

dadurch gekennzeichnet, dass das Stellglied (49) einen
koaxial zur Längsachse des Stößels (55) angeordneten Bund
(50) aufweist, und dass die Mittel (53) zum Abdichten des
Ringraums (54) von der zweiten Ausnehmung (47) und/oder die
5 Mittel (51) zum Abdichten des Ringraums (54) von der ersten
Ausnehmung (45) einen koaxial zur Längsachse des Stößels
(55) angeordneten kegelstumpfförmigen Dichtkegel (51, 53)
aufweisen.

10 11. Steuerventil nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet,
dass der zweite Dichtkegel (53) Teil einer koaxial zur
Längsachse des Stellglieds (49) angeordneten Hülse (61)
ist.

15 12. Steuerventil nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet,
dass die dem Stellglied (49) zugewandte Stirnfläche (67)
der Hülse (61) eben ist, und dass die der Hülse (61)
zugewandte Stirnfläche des Stellglieds (49) eben ist.

20 13. Steuerventil nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet,
dass die dem Stellglied (49) zugewandte Stirnfläche (67)
der Hülse (61) und die der Hülse (61) zugewandte
Stirnfläche des Stellglieds (49) kegelstumpfförmig sind.

25 14. Steuerventil nach einem der Ansprüche 11 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, dass die Hülse (61) lösbar mit dem
Stellglied (49) verbunden ist.

30 15. Steuerventil nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch
gekennzeichnet, dass das Stellglied (49) kugelförmig
ausgebildet ist, und dass die Mittel zum Abdichten des
Ringraums (54) von der zweiten Ausnehmung (47) und/oder die
Mittel zum Abdichten des Ringraums (54) von der ersten
Ausnehmung (45) auf der Kugeloberfläche verlaufende
35 Dichtlinien (81, 83) sind.

- 18 -

16. Steuerventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Bohrung (41) sowie der ersten und der zweiten Ausnehmung (45, 47) Dichtflächen (57, 59) ausgebildet sind, die mit den Mitteln (51, 81) zum Abdichten des Ringraums (54) von der ersten Ausnehmung (45) und/oder den Mitteln (53, 83) zum Abdichten des Ringraums (54) von der zweiten Ausnehmung (47) zusammenwirken.

17. Steuerventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (29) einteilig ausgeführt ist.

18. Steuerventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuerventil (15) ein 2/3-Steuerventil ist.

19. Steuerventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Aktor ein Piezo-Aktor ist.

20. Steuerventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Einspritzsystem ein Common-Rail-Einspritzsystem ist.

21. Injektor für ein Kraftstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen mit einem von einem Steuerventil (15) gesteuerten Stellglied (49), wobei das Steuerventil (15) ein von einem Aktor betätigtes Stellglied (49) aufweist, wobei das Stellglied (49) und eine Bohrung (41) eines Gehäuses (29) einen radial begrenzten Ringraum (54) bilden, der an seinen Enden eine erste Ausnehmung (45) und eine zweite Ausnehmung (47) aufweist, wobei das Stellglied (49) mittels eines in einer ersten Führungsbohrung (43) geführten Stößels (55) axial verschiebbar ist und Mittel (51, 81) zum Abdichten des Ringraums (54) von der ersten Ausnehmung (45) sowie Mittel (53, 83) zum Abdichten des Ringraums (54) von der zweiten Ausnehmung (47) aufweist,

- 19 -

dadurch gekennzeichnet, dass der Stößel (55) mittels eines hydraulischen Übersetzers (69) von dem Aktor betätigt wird.

1 / 5

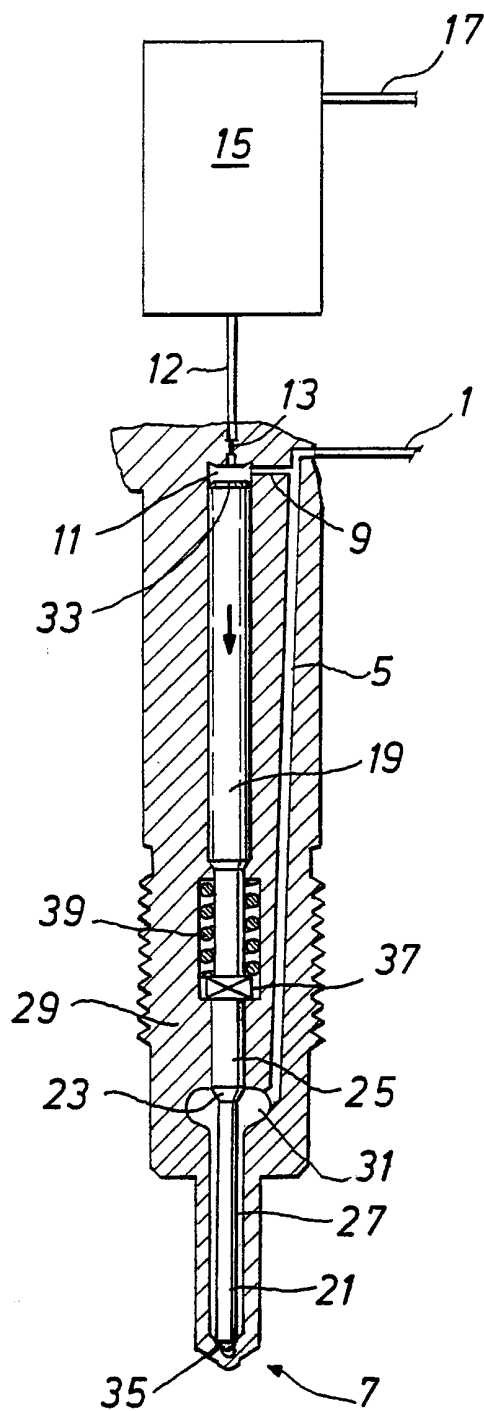


FIG. 1

2 / 5

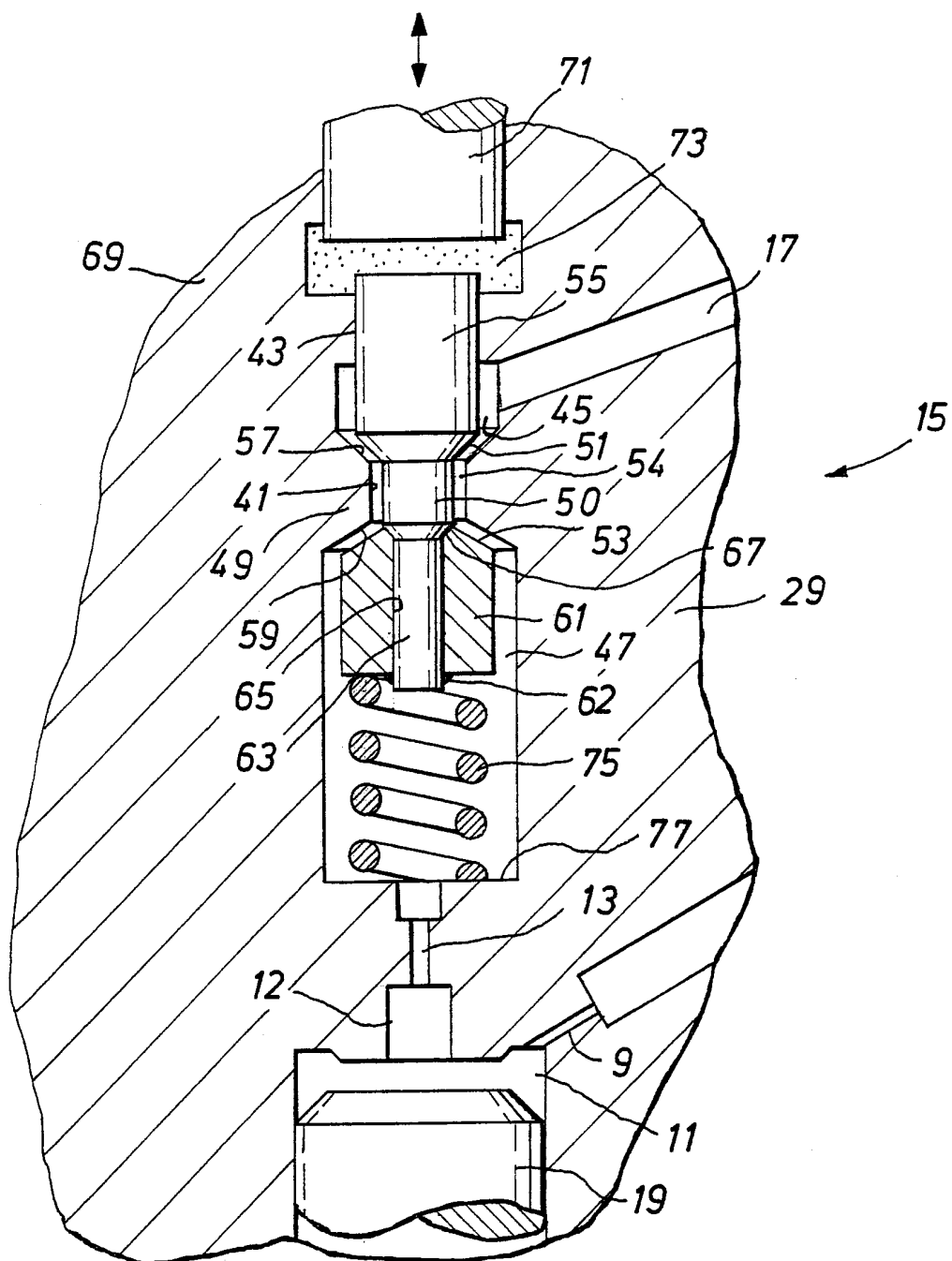
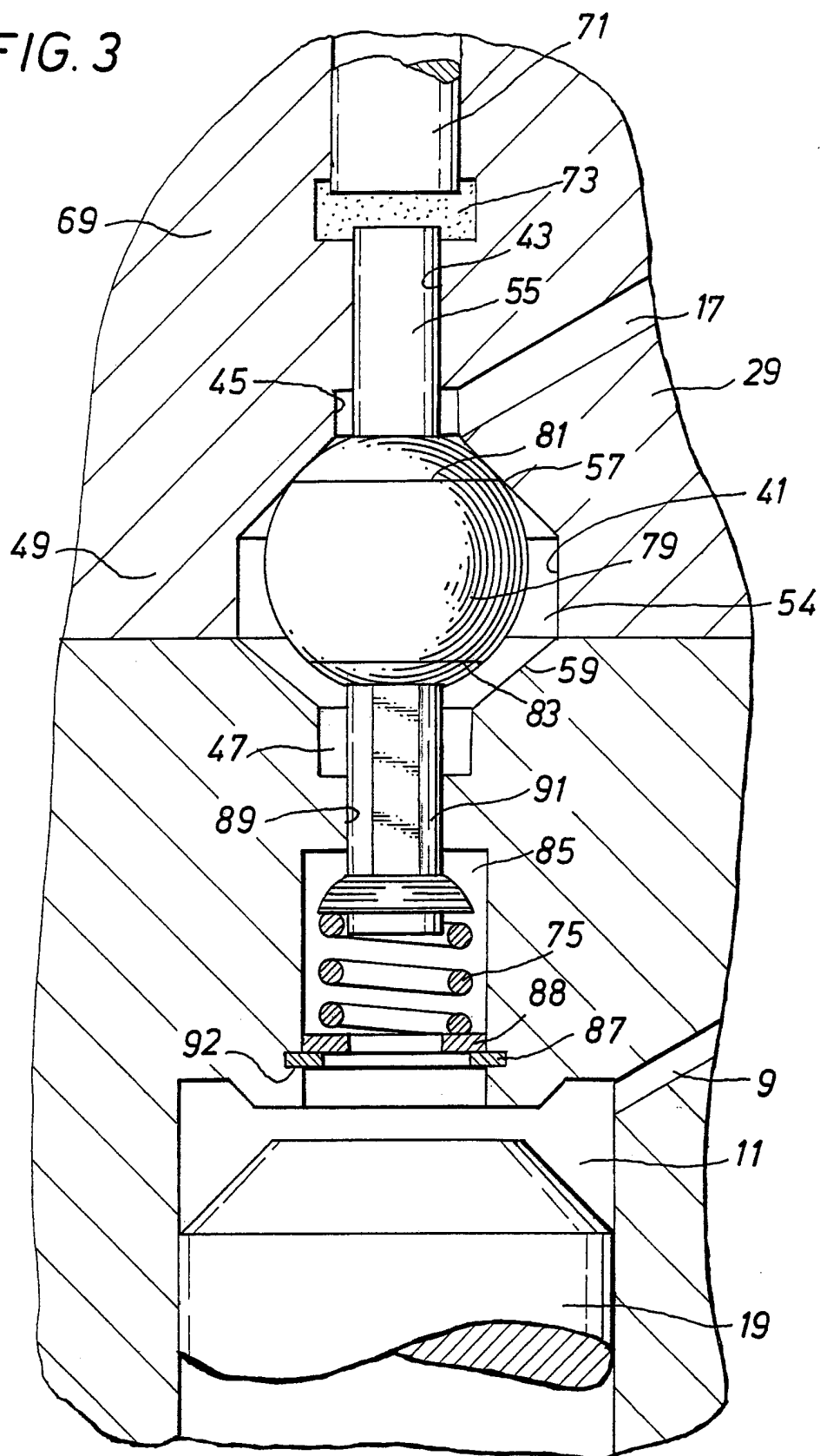


FIG. 2

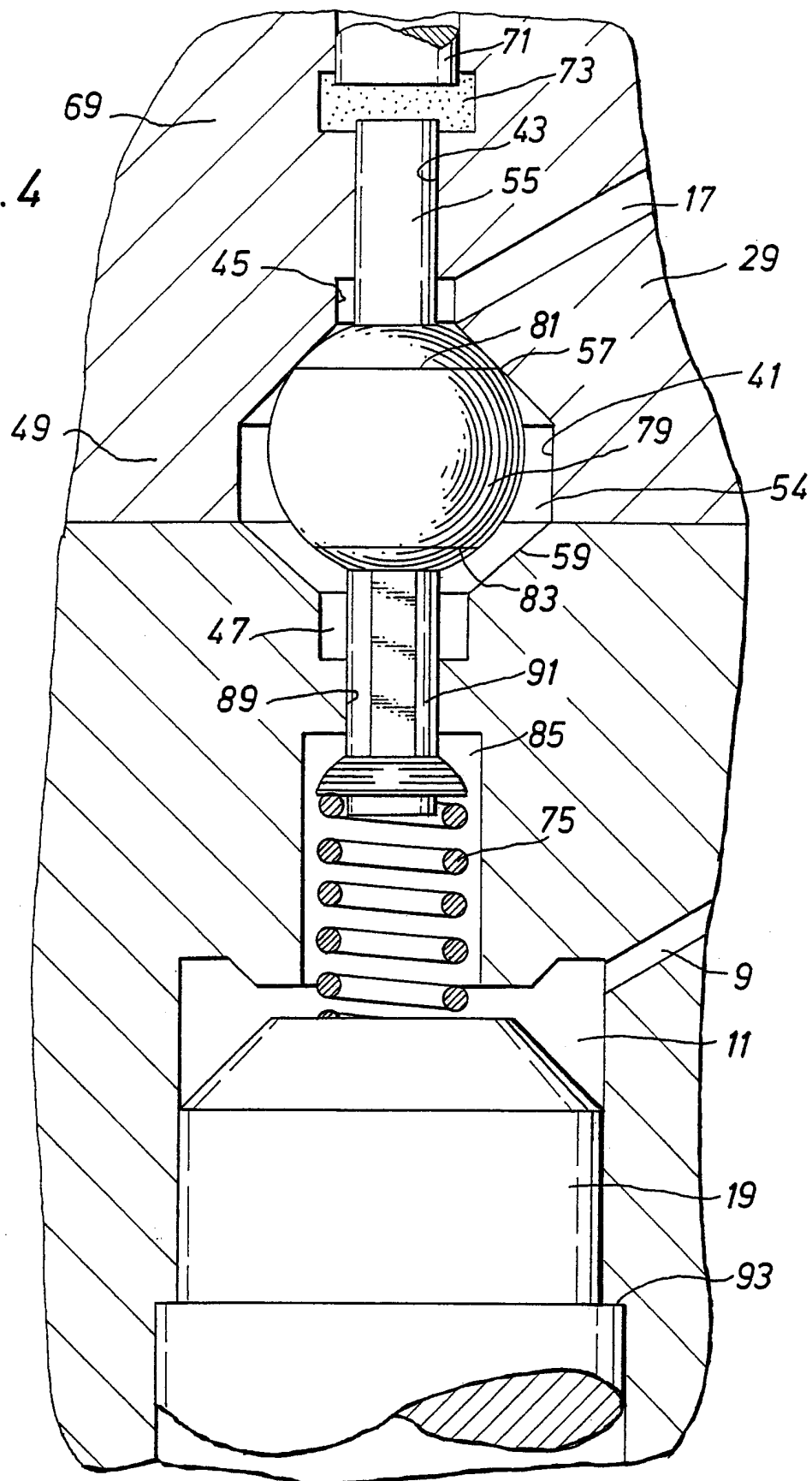
3 / 5

FIG. 3



4 / 5

FIG. 4



5 / 5

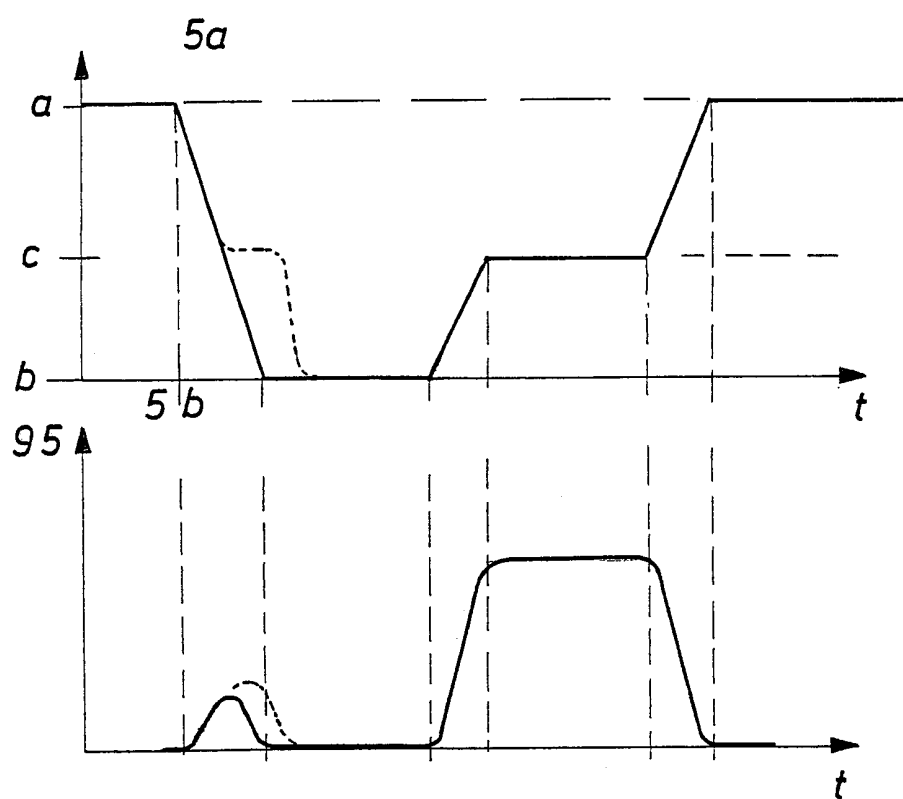


FIG.5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. Appl. No.

PCT/DE 00/03583

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02M59/36 F02M59/46 F02M45/06 F16K1/44

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 F16K

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 197 32 802 A (BOSCH GMBH ROBERT) 4 February 1999 (1999-02-04) column 3, line 56 -column 4, line 51 figure 2	1-5, 10, 16, 19, 21
P, X	DE 198 60 678 A (BOSCH GMBH ROBERT) 6 July 2000 (2000-07-06) column 2, line 48 -column 4, line 7 figure 1	1-5, 10, 16, 19-21
A	US 5 875 764 A (KAPPEL ANDREAS ET AL) 2 March 1999 (1999-03-02) column 10, line 63 -column 11, line 33 figure 4	1-8, 15, 21
	--- -/--	



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

16 February 2001

Date of mailing of the international search report

23/02/2001

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

Ingegneri, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/03583

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 367 114 A (NIPPON DENSO CO) 9 May 1990 (1990-05-09) column 4, line 38 -column 5, line 45 figure 1 -----	11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/03583

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19732802 A	04-02-1999	CN 1236417 T WO 9906690 A EP 0931215 A US 6021760 A	24-11-1999 11-02-1999 28-07-1999 08-02-2000
DE 19860678 A	06-07-2000	WO 0039451 A EP 1068445 A	06-07-2000 17-01-2001
US 5875764 A	02-03-1999	WO 9958840 A	18-11-1999
EP 0367114 A	09-05-1990	JP 2253072 A JP 2705236 B DE 68925264 D DE 68925264 T US 5038826 A	11-10-1990 28-01-1998 08-02-1996 30-05-1996 13-08-1991

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/03583

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 367 114 A (NIPPON DENSO CO) 9. Mai 1990 (1990-05-09) Spalte 4, Zeile 38 -Spalte 5, Zeile 45 Abbildung 1 -----	11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/03583

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19732802 A	04-02-1999	CN 1236417 T	24-11-1999
		WO 9906690 A	11-02-1999
		EP 0931215 A	28-07-1999
		US 6021760 A	08-02-2000
DE 19860678 A	06-07-2000	WO 0039451 A	06-07-2000
		EP 1068445 A	17-01-2001
US 5875764 A	02-03-1999	WO 9958840 A	18-11-1999
EP 0367114 A	09-05-1990	JP 2253072 A	11-10-1990
		JP 2705236 B	28-01-1998
		DE 68925264 D	08-02-1996
		DE 68925264 T	30-05-1996
		US 5038826 A	13-08-1991