(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 836 385 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
29.12.2010 Patentblatt 2010/52

(21) Anmeldenummer: **05798800.8**

(22) Anmeldetag: **08.11.2005**

(51) Int Cl.:
F02M 59/10 *(2006.01)* ***F02M 57/02*** *(2006.01)*
F02M 59/46 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/CH2005/000656

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2006/058444 (08.06.2006 Gazette 2006/23)

(54) **BRENNSTOFFEINSPRITZVENTIL MIT DRUCKVERSTÄRKUNG**

FUEL INJECTION VALVE WITH PRESSURE GAIN

SOUPAPE D'INJECTION DE COMBUSTIBLE A MULTIPLICATION DE PRESSION

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **03.12.2004 CH 200604**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.09.2007 Patentblatt 2007/39

(73) Patentinhaber: **Ganser-Hydromag AG**
6315 Oberägeri (CH)

(72) Erfinder: **GANSER, Marco**
CH-6315 Oberägeri (CH)

(74) Vertreter: **Schaad, Balass, Menzl & Partner AG**
Dufourstrasse 101
Postfach
8034 Zürich (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 10 146 532
DE-A1- 19 939 450
DE-A1- 19 939 452
US-A- 4 550 744
US-A- 5 826 562
US-A1- 2004 149 265

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 836 385 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Brennstoffeinspritzventil zur intermittierenden Brennstoffeinspritzung in den Brenriraum einer Verbrennungskraftmasächine gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Das Dokument DE 101 46 532 A1 offenbart ein Brennstoffeinspritzventil dieser Art. Das Steuerventil kannals 2/2-Wegeventil oder als 3/2-Wegeventil ausgebildet sein.

[0003] In der DE-A-10250130 ist ein Brennstoffeinspritzventil offenbart, bei welchem ein elektromagnetischer Aktuator ein 3/2- oder 6/3-Wege-Ventil ansteuert. Mittels dieses Steuerventils wird je nach Ansteuerung des Aktuators ein als Differenzialkolben ausgebildeter Verstärkerkolben und die Zufuhr von Brennstoff in einen an einem Einspritzventilsitz angrenzenden Brennstoffhockdruckraum derart gesteuert, dass eine druckgesteuerte oder hubgesteuerte Einspritzung erfolgt. Bei derartigen Steuerventilen muss das Steuerventilglied jeweils einen grossen Weg zurück legen, um von einer Schaltstellung in eine andere Schaltstellung zu gelangen. Typischerweise beträgt dieser Weg mehrere 1/10 mm. Weiter ist die Mehrfacheinspritzung mit derartigen Steuerventilen sehr anspruchsvoll und ist der Aufbau des Brennstoffeinspritzventils äusserst aufwendig.

[0004] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein druckverstärkendes Brennstoffeinspritzventil zu schaffen, essen Steuerventil mit einem sehr kleinen Hub des Steuerventilgliedes auskommt.

[0005] Diese Aufgabe wird mit einem Brennstoffeinspritzventil gelöst, das die Merkmale des Patentanspruchs 1 aufweist. Erfindungsgemäss ist das Steuerventil als Flachsitzventil ausgebildet. Flachsitzventile haben die Eigenschaft, dass sie bei einem sehr geringen Hub grosse Durchströmungsquerschnitte freigeben. Typischerweise benötigt das Steuerventilglied eines erfindungsgemässen Brennstoffeinspritzventils einen Hub von nur ca. 2/100 bis 10/100 mm. Die Ansteuerung des Steuerventilglieds kann somit auch mittels eines piezoelektrischen Aktuators erfolgen. Weiter sind problemlos Mehrfacheinspritzungen machbar; dies bei der Verwendung von piezoelektrischen Aktuatoren als auch bei der Verwendung von sehr schnellen elektromagnetischen Aktuatoren.

[0006] Bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemässen Brennstoffeinspritzventils sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben.

[0007] Die Erfindung wird anhand in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher beschrieben.

[0008] Es zeigen rein schematisch:

Fig. 1 in einem Längsschnitt eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemässen Brennstoffeinspritzventils;

Fig. 2 ebenfalls im Längsschnitt einen Teil des in der Fig. 1 gezeigten Brennstoffeinspritzventils mit einem Steuerventil und einem Verstärkerkolben;

Fig. 3 ebenfalls im Längsschnitt einen Teil des in der Fig. 1 gezeigten Brennstoffeinspritzventils mit einem mittels einer Schliessfeder belasteten Einspritzventilglied, das kolbenartig einen Zylinderraum begrenzt;

Fig. 4 in gleicher Darstellung wie Fig.2 eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemässen Brennstoffeinspritzventils;

Fig. 5 in gleicher Darstellung wie Fig. 2 und 4 eine dritte Ausführngsform eines erfindungsgemässen Brennstoffeinspritzventils mit einer Druckkompensation für das Steuerventilglied, welches in Offenstellung gezeigt ist;

Fig. 6 die in der Figur 5 gezeigte Ausführungsform in einem Längsschnitt, der rechtwinklig zum in der Figur 5 gezeigten Längsschnitt verläuft und wobei das Steuerventilglied sich in Schliessstellung befindet;

Fig. 7 in gleicher Darstellung wie Fig. 2 eine vierte Ausführungsform eines erfindungsgemässen Einspritzventils mit einem abgestuften Verstärkerkolben;

Fig. 8 in gleicher Darstellung wie Fig. 5 und 6 eine der dort gezeigten Ausführungsform ähnliche weitere Ausführungsform mit einem unterschiedlichen mechanischen Aufbau; und

Fig. 9 einen Steuerventilsitzkörper der in Fig. 8 gezeigten Ausführungsform in einem Querschnitt entlang der Linie IX - IX der Fig. 8.

[0009] Ein in der Fig. 1 gezeigtes Brennstoffeinspritzventil ist dazu bestimmt, in einen allgemein bekannten Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine intermittierend Brennstoff einzuspritzen. Es weist ein im Wesentlichen kreiszylinderförmiges, abgestuftes Gehäuse 10 auf, an dem stirnseitig - auf jener Seite mit dem geringeren Aussendurchmesser - in bekannter Art und Weise ein Ventilsitzelement 12 mittels einer Ueberwurfmutter 14 befestigt ist. Die Achse des Gehäuses 10, des Ventilsitzelements 12 und der Ueberwurfmutter 14 fallen im vorliegenden Beispiel zusammen und ist mit 16 bezeichnet. Die Achse des Gehäuses, des Ventilsitzelements und der Ueberwurfmutter könnten auch desaxiert oder in einem Winkel zueinander verlaufen.

[0010] In einem dem Ventilsitzelement 12 abgewandten Endbereich des Gehäuses 10 ist in einer Ausnehmung 18 eine Aktuatoranordnung 20 angeordnet. Ein piezoelektrischer Aktuator 22 der Aktuatoranordnung 20

ist dazu bestimmt, ein Steuerventil 24 anzusteuern. Dieses verbindet in Offenstellung einen Steuerdruckeinlass 26 für den Brennstoff am Gehäuse 10 mit der Steuerdruckseite eines als Differenzialkolben ausgebildeten Verstärkerkolbens 28. Die Hochdruckseite des Verstärkerkolbens 28 ist mit einem im Ventilsitzelement 12 angeordneten Brennstoffhochdruckraum 30 verbunden, der an einen am Ventilsitzelement 12 ausgebildeten, kegelmantelartig geformten Einspritzventilsitz 32 angrenzt. Im Brennstoffhochdruckraum 30 ist zentrisch zur Achse 16 und in Richtung dieser Achse 16 längsbewegbar ein nadelartiges Einspritzventilglied 34 angeordnet, das einerseits dazu bestimmt ist, mit dem Einspritzventilsitz 32 zusammen zu wirken, und das andererseits kolbenartig einen mit dem Steuerdruckeinlass 26 verbundenen Zylinderraum 36 begrenzt. Der Steuerdruck - oder auch Speisedruck - liegt bei ca. 200 - 1600 bar.

[0011] Das Steuerventil 24, der Verstärkerkolben 28 und alle notwendigen Verbindungsdurchlässe sind im Gehäuse 10 angeordnet, bzw. an diesem ausgebildet. Der besseren Uebersichtlichkeit halber ist das Gehäuse 10 einstückig dargestellt; es kann jedoch aus mehreren Teilen zusammengesetzt sein, um die notwendigen Ausnehmungen und Verbindungsdurchlässe bei der Herstellung einfach ausbilden zu können.

[0012] Der piezoelektrische Aktuator 22 ist in einem Aktuatorgehäuse 38 aufgenommen, welches einerseits an einer Schulter 40 der Ausnehmung 18 am Gehäuse 10 anliegt und andererseits mittels einer hülsenförmigen Befestigungsschraube 42, welche in das Gehäuse 10 eingewindet ist und sich an einer Stützschulter 44 des Aktuatorgehäuses 38 abstützt, in Anlage an der Schulter 40 gehalten ist. Elektrische Steuerleitungen, über welche der Aktuator 22 in bekannter Art und Weise von einer Steuerung her angesteuert wird, sind mit 46 bezeichnet. Der Aktuator 22 weist einen Aktuatorschaft 48 auf, welcher bei Erregung bzw. Entregung des Aktuators 22 in Richtung der Achse 16 um einen Hub von ca. 0,02 - 0,1 mm in der einen bzw. entgegengesetzten Richtung bewegt wird.

[0013] Die Ausnehmung 18 weist angrenzend an die Aktuatoranordnung 20 einen Niederdruckraum 50 auf, welcher über einen, in radialer Richtung durch das Gehäuse 10 verlaufenden Niederdruckdurchlass 52 mit einem Niederdruckauslassanschluss 54 am Gehäuse 10 verbunden ist, von welchem durch Leckage oder die Steuerung verursachter Verlust von Brennstoff in einen Brennstoffvorratstank geleitet wird.

[0014] Das Steuerventil 24 und die Druckverstärkungseinrichtung mit dem Verstärkerkolben 28 wird unter Beizug der Figur 2 näher beschrieben. Am Gehäuse 10 ist ein kreiszylinderförmiger Steuerventilraum 56 zentrisch zur Achse 16 ausgenommen, in welchem ein scheibenförmiges Steuerventilglied 58 in Richtung der Achse 16 bewegbar aufgenommen ist. Vom Steuerventilraum 56 zum Niederdruckraum 50 verläuft ein Führungsdurchlass 60, welcher in enger Gleitpassung von einem Betätigungsschaft 62 durchgriffen ist, der einerseits am Steuerventilglied 58 und andererseits am freien Ende des Aktuatorschafts 48 anliegt. Weiter ist der Steuerventilraum 56 mit dem Niederdruckraum 50 über einen Drosselkanal 64 verbunden.

[0015] Auf der dem Betätigungsschaft 62 abgewandten Seite des Steuerventilglieds 58 ist der Steuerventilraum 56 von einem am Gehäuse 10 ausgebildeten, ebenen Steuerventilsitz 66 begrenzt. Mit diesem wirkt das tellerartige Steuerventilglied 58 zusammen, welches auf der dem Steuerventilventilsitz 66 zugewandten Seite ebenfalls mit hoher Präzision eben ausgebildet ist. In Fig. 2 befindet sich das Steuerventilglied 58 in einer vom Steuerventilsitz 66 beabstandeten Offenstellung, wogegen es in Fig. 1 in seiner am Steuerventilseitz 66 anliegenden Schliessstellung gezeigt ist.

[0016] Im Bereich des Steuerventilsitzes 66 ist in dem Gehäuse 10 eine ringförmige, um die Achse 16 herumverlaufende Einlassnut 68 angeformt, die in Richtung gegen den Steuerventilraum 56 offen und bei geschlossenem Steuerventil 24 vom Steuerventilglied 58 verschlossen ist. Die Einlassnut 68 ist über einen Steuerdruckkanal 70 im Gehäuse 10 mit dem Steuerdruckeinlass 26 strömungsverbunden. Weiter ist sie mit möglichst grossem radialen Aussendurchmesser ausgebildet, so dass beim Oeffnen des Steuerventils 24 sehr rasch ein grosser Strömungsquerschnitt frei wird.

[0017] Im Gehäuse 10, bezüglich der Achse 16 zentrisch, ist ein kreiszylinderförmiger Kolbenführungsraum 74 ausgebildet, in welchem ein steuerdruckseitiger Kolbenteil 28' des Verstärkerkolbens 28 aufgenommen und in enger Gleitpassung in Richtung der Achse 16 hin und her verschiebbar geführt ist. Der Kolbenführungsraum 74 und der steuerdruckseitige Kolbenteil 28' begrenzen einen Kolbenantriebsraum 76, der über einen im Gehäuse 10 ausgeformten Verbindungskanal 78 mit dem Steuerventilraum 56 und somit durch den Drosselkanal 64 mit dem Niederdruckauslass 54 dauernd strömungsverbunden ist. Die freien Querschnitte des Steuerdruckkanals 70 und des Verbindungskanals 78 sind viel grösser als der engste Querschnitt des Drosselkanals 64. Weiter weist der Verstärkerkolben 28 an seiner steüerdruckseitigen Stirnseite eine vorstehende Anschlagnase 88 auf, die verhindert, dass sich der Verstärkerkolben 28 mit seiner diesseitigen Stirnseite ans Gehäuse 10 anlegen kann.

[0018] Andererseits führt vom Kolbenteil 28' ein im Querschnitt kleinerer, ebenfalls kreiszylinderförmig ausgebildeter Kolbenteil 28" weg, welcher einen niederdruckseitigen Teil 82 des Kolbenführungsraums 74 durchgreift und an der Wand einer vom niederdruckseitigen Teil 82 weggehenden zylindrische Ausnehmung in enger Gleitpassung geführt ist. Mit seinem hochdruckseitigen Ende begrenzt der Kolbenteil 28" einen Kolbenabtriebsraum 84. Der niederdruckseitige Teil 82 des Kolbenführungsraumes 74 ist über einen in den Niederdruckdurchlass 52 führenden Niederdruckkanal 86 dauernd mit dem Niederdruckauslass 54 verbunden.

[0019] Vom Kolbenabtriebsraum 84 führt - siehe Figur

1 - eine im Gehäuse 10 ausgebildete Hochdruckleitung 88 zum stirnseitigen Ende des Gehäuses 10, wo sie in den Brennstoffhochdruckraum 30 mündet. Vom Steuerdruckkanal 70 zweigt eine Steuerdruckzweigleitung 90 ab, die einerseits über ein Rückschlagventil 92 in den Kolbenabtriebsraum 84 und andererseits am stirnseitigen Ende des Gehäuses 10 in den Zylinderraum 36 mündet. Das als federbelastetes Kugelventil ausgebildete Rückschlagventil 92 erlaubt Brennstoff vom Steuerdruckeinlass 26 her in den Kolbenabtriebsraum 84 einzuströmen, verhindert jedoch ein Ausströmen von Brennstoff aus dem Kolbenabtriebsraum 84 in die Steuerdruckzweigleitung 90.

[0020] Wie aus Fig. 1 und insbesondere Fig. 3 hervorgeht, ist der durch eine Ausnehmung im Ventilsitzelement 12 gebildete Brennstoffhochdruckraum 30 zur Achse 16 abgestuft kreiszylinderförmig ausgebildet und einerseits durch den Einspritzventilsitz 32 und andererseits durch die Stirnseite des Gehäuses 10 begrenzt. Im Brennstoffhochdruckraum 30 ist ein hülsenartig ausgebildetes Nadelführungselement 94 angeordnet, das einerseits über drei in radialer Richtung nach aussen vorstehende Rippen 94' am Ventilsitzelement 12 zentrierend abgestützt ist und indem andererseits radial innen der diesseitige Endbereich des Einspritzventilgliedes 34 in dichter Gleitpassung geführt ist. Alternativ können die Rippen 94' auch weggelassen werden (Führung des Nadelführungselements 94 würde von Rippen 100 übernommen, siehe weiter unten). Das Nadelführungselement 94 begrenzt umfangsseitig den Zylinderraum 36 und liegt unter der Kraft einer Schliessfeder 96 dichtend an der Stirnseite des Gehäuses 10 an. Die Schliessfeder 96 stützt sich einerseits am freien Ende des Nadelführungselements 94 und andererseits über eine Ringscheibe 98 und ein Abstützelement 98' in bekannter Art und Weise am Einspritzventilglied 34 ab. Die Schliessfeder 96 drückt das Brennstoffeinspritzventilglied 34 in Richtung gegen den Einspritzventilsitz 32. Zwischen dem Ventilsitzelement 12 und dem Nadelführungselement 94, der Schliessfeder 96 und dem Einspritzventilglied 34 bleibt ein grosser Strömungsquerschnitt für den Brennstoff frei.

[0021] Das Einspritzventilglied 34 weist in radialer Richtung drei vorstehende Führungsrippen 100 auf, über welche es am Ventilsitzelement 12, im Bereich des im Querschnitt engeren Teils des Brennstoffhochdruckraums 30, in axialer Richtung verschiebbar geführt ist. Im Bereich zwischen den drei Führungsrippen 100 ist ein grosser Strömungsquerschnitt vorhanden, so dass Brennstoff ungehindert zum Einspritzventilsitz 32 strömen kann.

[0022] Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass stromabwärts des Einspritzventilsitzes am Ventilsitzelement 12 Düsendurchlässe 102 ausgenommen sind, durch welche bei einer Einspritzung der Brennstoff unter sehr hohem Druck in den Brennraum eingespritzt wird.

[0023] Bei der in den Fig. 1 bis 3 gezeigten Ausführungsform wirkt das als Flachsitzventil ausgebildete Steuerventil 34 als ein 2/2-Wege-Ventil.

[0024] Bei der Beschreibung der in der Fig. 4 gezeigten Ausführungsform des erfindungsgemässen Brennstoffeinspritzventils werden für gleichwirkende beziehungsweise gleiche Teile dieselben Bezugszeichen verwendet, wie im Zusammenhang mit der in der Fig. 1 - 3 gezeigten Ausführungsform. Weiter wird im Folgenden nur noch auf die Unterschiede zur bereits beschriebenen Ausführungsform eingegangen.

[0025] Am Gehäuse 10 ist im Bereich des Steuerventilsitzes 66, zentrisch zur Achse 16, eine kreiszylinderförmige Ausnehmung ausgebildet, welche eine mit Abstand von der Einlassnut 68 umgriffene Auslassöffnung 104 bildet. Diese ist über einen weiteren Verbindungskanal 78' mit dem Kolbenantriebsraum 76 strömungsverbunden. Durch die Parallelschaltung des Verbindungskanals 78 und des weiteren Verbindungskanals 78' ist zwischen dem Steuerventil 24 und dem Kolbenantriebsraum 76 ein, bezüglich der Ausführungsform gemäss den Fig. 1 - 3, beinahe verdoppelten Strömungsquerschnitt am Steuerventilsitz 66 vorhanden, wodurch der Hub des Steuerventilgliedes 58 verkleinert und/oder die Einspritzmenge vom Brennstoff pro Einspritzung grösser sein kann.

[0026] Das Einspritzventilglied 34 ist wiederum teller- bzw. scheibenförmig ausgebildet, nun jedoch mit dem Betätigungsschaft 62 fest verbunden, vorzugsweise mit diesem einstückig ausgebildet. In Schliessstellung liegt das Steuerventilglied 58 einerseits an einer ringförmigen an die Einlassnut 68 radial aussen anschliessenden Dichtfläche des Steuerventilsitzes 66 und andererseits an einer ebenfalls ringförmigen, zwischen der Einlassnut 68 und der Auslassöffnung 104 angeordneten, weiteren Dichtfläche des Steuerventilsitzes 66 dichtend an. In in der Fig. 4 gezeigten Offenstellung des Steuerventils 34 gibt das Steuerventilglied 58 die Verbindung von der Einlassnut 68 zum Verbindungskanal 78 und weiteren Verbindungskanal 78' frei.

[0027] Das Steuerventilglied 58 weist auf der dem Steuerventilsitz 66 abgewandten Seite eine kreisringförmige Dichtschulter 106 auf, die bezüglich des daran anschliessenden Betätigungsschaft 62 in radialer Richtung und bezüglich des übrigen Teils des Steuerventilgliedes 58 in axialer Richtung vorsteht. Die Dichtschulter 106 liegt in Offenstellung des Steuerventils 24 dichtend am Gehäuse 10 an. Der Führungsdurchlass 60, in welchen der Betätigungsschaft 62 in Gleitpassung geführt ist, ist in seinem, dem Steuerventilraum 56 zugewandten Endbereich, zu einer umlaufenden Entlastungsnut 108 aufgeweitet, welche über einen Entlastungskanal 64' dauernd - und ohne Drossel - mit dem Niederdruckraum 50 und somit dem Niederdruckauslass 54 verbunden ist. Dadurch kann beim Schliessen des Steuerventils 24 Brennstoff aus dem Steuerventilraum 56 und somit dem Kolbenantriebsraum 76 schneller abfliessen, als bei der in den Fig. 1 - 3 gezeigten Ausführungsform, was beim Schliessen des Steuerventils 24 zu einer rascheren Beendigung des Einspritzvorgangs führt. Mehrfacheinsprit-

zungen in sehr kurzen Zeitabständen sind dadurch ermöglicht.

[0028] Bei den beiden in den Fig. 1 - 4 gezeigten Ausführungsformen des Brennstoffeinspritzventils muss der Aktuator 22 mit grosser Kraft das Steuerventil 24 schliessen und dann in Schliessstellung halten. Derartig grosse Kräfte, bei für Brennstoffeinspritzventilen typischen Druck- und Flächenverhältnissen, können in der Regel nur von piezoelektrischen Aktuatoren aufgebracht werden. Die Fig. 5 und 6 zeigen eine Ausführungsform eines erfindungsgemässen Brennstoffeinspritzventils, bei welchem dieses Problem behoben ist und welche das Steuern des Steuerventils 24 auch mittels eines elektromagnetischen Aktuators 22 ermöglicht dies durch wenigstens teilweise kompensation der durch die Druckdifferenzen verursachten Kräfte auf das Steuerventilglied 58.

[0029] Die in den Fig. 5 und 6 gezeigte Ausführungsform ist jener der in Fig. 4 gezeigten Ausführungsform ähnlich. Es wird im Folgenden nur noch auf die Unterschiede eingegangen.

[0030] Am scheibenartigen Steuerventilglied 58 ist auf der dem Betätigungsschaft 62 abgewandten Seite ein Schaft 62', vorzugsweise einstückig angeordnet, welcher in einem Schaftdurchlass 110 im Gehäuse 10 in enger Gleitpassung geführt ist und in seinem freien Endbereich einen Kompensationskolben 112 trägt. Der Kompensationskolben 112 ist in einer Zylinderausnehmung 114, ebenfalls in enger Gleitpassung, geführt. Die Zylinderausnehmung 114 und der Kompensationskolben 112 begrenzen auf der dem Steuerventilglied 58 zugewandten Seite des Kompensationskolben 112 einen Kompensationsdruckraum 116, welcher mit dem Steuerdruckkanal 70 und somit dem Steuerdruckeinlass 26 strömungsverbunden ist. Ein ebenfalls von der Zylinderausnehmung 114 und dem Kompensationskolben 112 begrenzten Kompensationsniederdruckraum 118, auf der dem Steuerventilglied 58 abgewandten Seite des Kompensationskolbens 112, ist, wie dies insbesondere aus Fig. 6 hervorgeht, über einen Kompensationsniederdruckdurchlass 120 mit dem Niederdruckraum 50 strömungsverbunden.

[0031] Weiter ist die umlaufende Einlassnut 68, im Vergleich zu den in den Fig. 1 - 4 gezeigten Ausführungsformen, in ihrer radialer Breite gemessen schmaler, d.h. schlitzartiger ausgebildet, wodurch die bei geschlossenem Steuerventil 24 auf das Steuerventilglied 58 wirkende Kraft reduziert ist. Die Einlassnut 68 wird jedoch über einen im Querschnitt grösseren Ringkanal 68' gespeist, welcher mit dem Steuerdruckkanal 70 kommuniziert.

[0032] Da der Schaft 62', der Kompensationsdruckraum 116 und der Kompensationskolben 112 zentrisch zur Achse 16 angeordnet sind, mündet der weitere Verbindungskanal 78' in radialer Richtung gegen aussen versetzt aus der Auslassöffnung 104 und führt in den Verbindungskanal 78.

[0033] In Fig. 5 befindet sich das Steuerventil 24 in Offenstellung. Dabei wirkt auf das Steuerventilglied 58 eine, wie mit dem dicken Pfeil angedeutete, gegen den Aktuator 22 gerichtete Kraft, welche der Druckdifferenz zwischen dem Druck des Brennstoffs im mit dem Steuerdruckeinlass 26 verbundenen Steuerventilraum 56 sowie dem mit dem Niederdruckauslass 54 verbundenen Entlastungsnut 108, multipliziert mit der Differenz der Fläche des Kompensationskolbens 112 - Durchmesser D2 - und der Fläche der Dichtschulter 106 - Durchmesser D1 - entspricht. Zum Schliessen des Steuerventils 104 muss der Aktuator 48 somit eine dieser Kraft entgegen gesetzte Antriebskraft aufbringen.

[0034] In der Fig. 6 befindet sich das Steuerventil 24 in Schliessstellung, wobei das Steuerventilglied 58 am Steuerventilsitz 66 anliegt und die Einlassnut 68 abdichtet. Mit D3 ist in Fig. 6 der Durchmesser der Auslassöffnung 104 gekennzeichnet. Mit D4 ist der Durchmesser des Steuerventilgliedes 58 angedeutet, und D5 bezeichnet den Durchmesser des Schaftes 62'. In Schliessstellung des Steuerventils 24 wirkt auf das Steuerventilglied 58 eine Kraft (entgegen der Richtung des dicken Pfeils), welche der Druckdifferenz zwischen dem Druck des Brennstoffs in der mit dem Steuerdruckeinlass 26 verbundenen Einlassnut 68 und dem Druck des Brennstoffs im mit dem Niederdruckauslass 54 verbundenen Steuerventilraum 56, multipliziert mit der Ringfläche mit einem Aussendurchmesser von D4 und einem Innendurchmesser von D3 entspricht. Diese Kraft ist mindestens zum Teil kompensiert durch die vom Kompensationskolben 112 erzeugte Kraft, welche der Druckdifferenz des Brennstoffs im mit dem Hochdruckeinlass 26 verbundenen Kompensationsdruckraum 116 und dem mit dem Niederdruckauslass 54 verbundenen Kompensationsniederdruckraum 118, multipliziert mit der hydraulisch wirksamen Fläche des Kompensationskolbens 112 entspricht. Diese ist gegeben durch die Differenz von der Querschnittsfläche des Kompensationskolbens 112 - Durchmesser D2 in Fig. 5 - und dem Querschnitt des Schaftes 62' - Durchmesser D5 - in Fig. 6. Der Aktuator 22 muss somit, in Schliessstellung des Steuerventils, eine in Richtung des dicken Pfeils wirkende reduzierte Kraft aufbringen. Je nach Wahl der Abmessungen der Durchmesser D1, D2, D3, D4 und D5 können die hydraulischen Kräfte auf das Steuerventil 58 in seiner Offen- bzw. Schliessstellung für eine optimale Funktion des Aktuators 22 ausgelegt werden.

[0035] Fig. 7 zeigt eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemässen Einspritzventils, welche bezüglich des Steuerventils 24 gleich ausgebildet ist wie jene gemäss Fig. 4. Der C-förmige Verbindungskanal mündet jedoch nicht direkt in den Kolbenantriebsraum 76, sondern in den konzentrisch zur Achse 16 angeordneten weiteren Verbindungskanal 78'.

[0036] Im Gegensatz zur Ausführungsform gemäss Fig. 4 ist der steuerdruckseitige Kolbenteil 28' des Verstärkerkolbens 28 stufenartig ausgebildet. Er weist auf seiner dem Kolbenantriebsraum 76 zugewandten Seite einen kreiszylinderförmigen, zur Achse 16 zentrischen Kolbenvorsprung 122 auf, dessen mit Da bezeichneter Durchmesser etwas grösser ist als der mit Db bezeich-

nete Durchmesser des hochdruckseitigen Kolbenteils 28".

[0037] Entsprechend weist der Kolbenführungsraum 74 eine Verlängerung 124 auf, in welche der Kolbenvorsprung 122 um die mit L bezeichnete Länge eingetaucht ist, wenn der Verstärkerkolben 28 sich in der in der Fig. 7 gezeigten Ruhestellung befindet. In dieser liegen die Anschlagnasen 80 am Boden der Verlängerung 124 an.

[0038] Beim Oeffnen des Steuerventils 24 wird zuerst nur der Kolbenvorsprung 122 mit Steuerdruck beaufschlagt. Es findet somit vorerst eine geringe Druckverstärkung statt, da der Durchmesser Da kleiner als der Durchmesser des Kolbenteils 28' ist. Hat sich jedoch der Verstärkerkolben 28 um den Hub L in Richtung zum Kolbenabtriebsraum 84 - vergleiche Fig. 1 - zu bewegt, wird der gesamte Kolbenteil 28' mit Steuerdruck beaufschlagt, wodurch die volle Druckverstärkung erfolgt.

[0039] Es ist auch möglich, wie in Fig. 7 gestrichelt angedeutet, am Kolbenvorsprung 122, umfangsseitig verteilt, in Richtung zum freien Ende des Kolbenvorsprungs 122 hin sich in Querschnitt vergrössernde Verbindungsnuten 126 auszubilden. Dadurch kann der Uebergang von geringer Druckverstärkung auf die volle Druckverstärkung kontinuierlich gestaltet werden. Ein Drosseldurchlass zwischen der Verlängerung 124 und dem Antriebsraum 76 hätte eine ähnliche Wirkung (in Fig. 7 nicht gezeigt).

[0040] Die Fig. 8 und 9 zeigen eine Ausführungsform mit Druckkompensation, welche jener in den Fig. 5 und 6 gezeigten Ausführungsform sehr ähnlich ist. Der konstruktive Aufbau ist jedoch mit mehr Details gezeigt.

[0041] In einer zur Achse 16 zentrischen abgestuft ausgebildeten Gehäuseausnehmung 128 - diese schliesst an die Ausnehmung 18 an - ist ein pillenartiger Steuerventilsitzkörper 130 eingesetzt. Mit der einen Stirnseite liegt dieser dichtend am Boden der Gehäuseausnehmung 128 an und an der anderen Stirnseite sind der Steuerventilsitz 66, die Einlassnut 68 und die Auslassöffnung 104 ausgebildet. Eine parallel zur Achse 16 durch den Steuerventilsitzkörper 130 hindurchgehende Bohrung bildet einen Teil des Verbindungskanals 78, welcher beim Boden der Gehäuseausnehmung 128 mit einem am Gehäuse 10 ausgebildeten, zum Kolbenantriebsraum 76 führenden weiteren Teil des Verbindungskanals 78 strömungsverbunden ist.

[0042] Der die Einlassnut 68 mit Brennstoff speisende Ringkanal 68' erstreckt sich von der bodenseitigen Stirnfläche des Steuerventilkörpers 130 bis zur Einlassnut 68, wobei der Ringkanal 68' jedoch durch drei umfangsseitig verteilte Stege 132, in der der Einlassnut 68 zugewandten Hälfte des Steuerventilsitzkörpers 130, unterteilt ist. Diese Stege 132 verbinden den bezüglich des Ringkanals 68' radial innen liegenden Teil des Steuerventilsitzkörpers 130 mit dem radialen aussen liegenden Teil; siehe insbesondere Fig. 9. In einem dieser Stege 132 verläuft eine, den weiteren Verbindungskanal 78' bildende Schrägbohrung von der Auslassöffnung 104 zum Verbindungskanal 78. Durch einen weiteren Steg 132 hindurch verläuft der Kompensationsniederdruckdurchlass 120. Dieser mündet aus der Zylinderausnehmung 114, welche sacklochartig am Steuerventilsitzkörper 130 ausgenommen und andererseits vom Boden der Gehäuseausnehmung 128 verschlossen ist.

[0043] In der Zylinderausnehmung 114 ist der hohlzylinderförmig ausgebildete Kompensationskolben 112 in enger Gleitpassung aufgenommen, welcher auf dem diesseitigen Endbereich des einstückig mit dem Betätigungsschaft 62 ausgebildeten Schafts 62' fest sitzt. Der Kompensationsdruckraum 116 ist über einen in radialer Richtung verlaufenden Durchlass mit dem Ringkanal 68' verbunden, welcher seinerseits beim Boden der Gehäuseausnehmung 128 mit dem am Gehäuse 10 ausgenommenen Steuerdruckkanal 70 strömungsverbunden ist.

[0044] Weiter sind in den Steuerventilsitzkörper 130 zwei Positionierungsstifte 134 eingelassen, welche in entsprechende Sacklöcher im Boden der Gehäuseausnehmung 128 zur Festlegung der Drehlage des Steuerventilsitzkörpers 130 bezüglich des Gehäuses 10 eingreifen.

[0045] Auf der dem Boden der Gehäuseausnehmung 128 abgewandten Stirnseite des Steuerventilsitzkörpers 130 sitzt eine Ringscheibe 136, welche den Steuerventilraum 56 umfangsseitig begrenzt und deren Innendurchmesser derart gewählt ist, dass der Verbindungskanal 78 mit dem Steuerventilraum 56 strömungsverbunden ist.

[0046] Auf der dem Steuerventilsitzkörper 130 abgewandten Seite ist der Steuerventilraum 56 durch eine Scheibe 138 begrenzt, welche auf der Ringscheibe 136 anliegt und mit einer zentralen Bohrung 140 versehen ist, welche vom Betätigungsschaft 62 mit radialem Spiel durchgriffen ist. Der Ringspalt zwischen dem Betätigungsschaft 62 und der Scheibe 138 bildet den Entlastungskanal 64'. Im Steuerventilraum 56 sitzt das scheibenartig ausgebildete Steuerventilglied 58 auf dem Betätigungsschaft 62.

[0047] Auf der dem Steuerventilraum 56 abgewandten Seite der Scheibe 138 ist eine ringartige, mit einem Innensechskant versehene Schraube 142 angeordnet, welche mit ihrem Aussengewinde in ein Innengewinde im Bereich der Gehäuseausnehmung 128 eingewindet ist. Diese beaufschlagt die Scheibe 138, die Ringscheibe 136 und den Steuerventilsitzkörper 130 mit einer axialen Kraft, so dass diese dichtend aneinander und der Steuerventilsitzkörper 130 dichtend am Boden der Gehäuseausnehmung 128 anliegen.

[0048] Die Innensechskantschraube 142 begrenzt innen einen Teilraum der Gehäuseausnehmung 128, der sich dem Niederdruckraum 50 anschliesst. Der Niederdruckdurchlass 52 ist durch eine Radialbohrung im Gehäuse 10 gebildet. Auf dem diesseitigen Ende des Gehäuses 10 sitzt das Aktuatorgehäuse 38, welches zusammen mit dem darin eingesetzten Aktuator 22 den Niederdruckraum 50 begrenzt.

[0049] Bei der in den Fig. 8 und 9 gezeigten Ausbildungsform ist der Betätigungsschaft 62 mit dem Aktua-

torschaft 48 fest verbunden. Bei einer derartigen Ausbildungsform kann der Kompensationskolben 112 derart ausgebildet werden, dass er die auf das Steuerventilglied 58 wirkenden Kräfte vollständig kompensiert.

[0050] Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass die Scheibe 138 auch den Sitz für die Dichtschulter 106 des Steuerventilgliedes 58 bildet, um bei geöffnetem Steuerventil 24 den Steuerventilraum 56 vom Niederdruckraum 50 abzutrennen.

[0051] Wird ein elektromagnetisch betätigter Aktuator 22 verwendet, bildet die Scheibe 138 in Zusammenwirkung mit dem Steuerventilglied 58 auch den Anschlag für den Aktuator bzw. dessen Anker. Weiter lassen sich bei dieser Ausführungsform durch die Wahl der Dicke der Ringscheibe 136 und der axialen Dimension des Steuerventilgliedes 58 der Hub des Aktuators 22 einstellen.

[0052] Bei den in den Fig. 4 - 9 gezeigte Ausbildungsformen wirkt das als Flachsitzventil ausgebildete Steuerventil 24 als 2/3-Wege-Ventil.

[0053] Die in den Fig. 1 - 9 gezeigten Brennstoffeinspritzventile funktionieren wie folgt. Ausgehend von dem in den Fig. 1 und 6 gezeigten Zustand mit geschlossenem Steuerventil 24 und am Einspritzventilsitz 32 anliegenden Einspritzventilglied 34 wird für eine Brennstoffeinspritzung der Aktuator 22 derart angesteuert, dass sich der Aktuatorschaft 48 in Richtung von Steuerventilsitz 66 wegbewegt. Dadurch bewegt sich auch das Steuerventilglied 58 vom Steuerventilsitzglied 66 weg in die in den Fig. 2, 4, 5, 7 und 8 gezeigte Offenstellung, wodurch der Kolbenantriebsraum 76 mit Steuerdruck beaufschlagt wird. Dies führt zu einer Bewegung des Verstärkerkolbens 28 in Richtung zum Kolbenabtriebsraum 84 hin, wodurch diesseitig der Druck des Brennstoffs im Kolbenabtriebsraum 84, in der Hochdruckleitung 88 und im Brennstoffhochdruckraum 30 verstärkt wird. Dadurch nimmt die auf das Einspritzventil 34 wirkende hydraulische Kraft zu, so dass es, entgegen der Kraft der Schliessfeder 96 und die durch den Steuerdruck im Zylinderraum 36 erzeugten Kraft, vom Einspritzventilgliedsitz 32 abgehoben wird. Dadurch erfolgt eine Einspritzung von Brennstoff, welcher unter dem durch den Verstärkerkolben 28, gegenüber dem am Steuerdruckeinlass 26 anstehenden Steuerdruck, erhöhten Druck steht.

[0054] Zur Beendigung des Einspritzvorgangs wird der Aktuator 22 derart angesteuert, dass sich der Aktuatorschaft 48 in Richtung gegen den Steuerventilsitz 66 hin bewegt und dadurch das Steuerventil 24 geschlossen wird. Durch die Verbindung des Steuerventilraumes 56 und somit des Kolbenantriebsraumes 76 durch den Drosselkanal 64 bzw. Entlastungskanal 64' mit dem Niederdruckraum 50 bewegt sich der Differenzialkolben nun in entgegen gesetzter Richtung, wodurch sehr rasch der Druck des Brennstoffs im Brennstoffhochdruckraum 30 absinkt und sich das Einspritzventilglied 34 in Richtung zum Einspritzventilsitz 32 hin bewegt und dadurch den Einspritzvorgang beendet. Ist zwischen dem Steuerdruckeinlass 26 und dem Kolbenabtriebsraum 84 Druckausgleich gegeben, fliesst - indem das Rückschlagventil 92 öffnet - Brennstoff in den Kolbenabtriebsraum 84 nach, bis der Verstärkerkolben 28 mit seiner Anschlagnase 80 am Gehäuse 10 anliegt. Das Brennstoffeinspritzventil ist nun für einen weiteren Einspritzvorgang bereit. Bei Mehrfacheinspritzungen muss der Verstärkerkolben 28 in den kurzen Pausen zwischen den einzelnen Einspritzungen sich nicht zwangsläufig zurückbewegen oder gar den ganzen Weg in Richtung zum Ende des Kolbenantriebsraums 76 hin zurücklegen.

[0055] Flachsitzventile haben, wie anhand der gezeigten Ausführungsbeispiele dargelegt, die Eigenschaft, bereits bei sehr geringem Oeffnungshub einen sehr grossen Strömungsquerschnitt freizugeben.

[0056] Wie bereits weiter oben erwähnt, eignet sich das erfindungsgemässe Brennstoffeinspritzventil auch für Mehrfacheinspritzungen.

Patentansprüche

1. Brennstoffeinspritzventil zur intermittierenden Brennstoffeinspritzung in den Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine, mit einem an einen Brennstoffhochdruckraum (30) angrenzenden Einspritzventilsitz (32), einem nadelförmigen Einspritzventilglied (34), das einerseits mit.dem Einspritzventilsitz (32) zusammenwirkt und andererseits kolbenartig einen mit einem Steuerdruckeinlass (26) für den Brennstoff verbundenen Zylinderraum (36) begrenzt, einem als Differentialkolben wirkenden Verstärkerkolben (28), der steuerdruckseitig einen über ein mittels eines elektrisch angesteuerten Aktuators (22) gesteuertes Steuerventil (24) mit dem Steuerdruckeinlass (26) verbindbaren und von diesem abtrennbaren Kolbenantriebsraum (76) und hochdruckseitig einen mit dem Brennstoffhochdruckraum (30) verbundenen Kolbenabtriebsraum (84) begrenzt., **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerventil (24) als Flachsitzventil ausgebildet list.

2. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerventil (24) ein Steuerventilglied (58) aufweist, das in einem Steuerventilraum (56) angeordnet ist, welcher mindestens bei geschlossenem Steuerventil (24) mit einem Niederdruckraum (50) verbunden ist.

3. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerventilglied (58) scheibenartig ausgebildet ist und mit einem Steuerventilsitz (66) zusammenwirkt, in dessen Bereich eine mit dem Steuerdruckeinlass (26) verbundene, wenigstens annähernd kreisringförmige Einlassnut (68) angeordnet ist.

4. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich des Steuerven-

tilsitzes (66), zentrisch und in einem Abstand zur Einlassnut (68) eine mit dem Kolbenantriebsraum (76) verbundene Auslassöffnung (104) angeordnet ist.

5. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerventilglied (58) an einem mit dem Aktuator (22) zusammenwirkenden, in einer Gleitpassung geführten Betätigungsschaft (62) angeordnet ist.

6. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerventilglied (58) mit einem, einen mit dem Steuerdruckeinlass (26) verbundenen Kompensationsdruckraum (116) begrenzenden Kompensationskolben (28) verbunden ist.

7. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolbenabtriebsraum (84) über ein Rückschlagventil (92) mit dem Hochdruckeinlass (26) verbunden ist.

8. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolbenabtriebsraum (84) über ein Rückschlagventil (92) mit einem Einlass für den einzuspritzenden Brennstoff verbunden ist.

9. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolbenantriebsraum (76) über einen Drosseldurchlass (64) mit einem Niederdruckauslass (54) verbunden ist.

10. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolbenantriebsraum (76) über einen Durchlass (64') mit einem Niederdruckauslass (54) verbunden ist und der Niederdruckauslass (54) bei geöffnetem Steuerventil (24), vorzugsweise durch das Steuerventilglied (58), verschlossen ist.

11. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verstärkerkolben (28) steuerdruckseitig abgestuft ausgebildet ist und der Kolbenantriebsraum (76) wenigstens annähernd gegengleich abgestuft begrenzt ist.

12. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktuator (22) als Piezoaktuator ausgebildet

13. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerventil (24) einen an einer Stirnseite eines Steuerventilsitzkörpers (130) ausgebildeten Steuerventilsitz (66) aufweist und zwischen dem Aktuator (22) und dem Steuerventilsitzkörper (130) eine Ringscheibe (136) wählbarer Dicke angeordnet ist.

Claims

1. Fuel injection valve for intermittent fuel injection into the combustion chamber of an internal combustion engine, having an injection valve seat (32) adjoining a high-pressure fuel chamber (30), a needle-shaped injection valve member (34), which on the one hand interacts with the injection valve seat (32) and on the other in the manner of a piston defines a cylinder chamber (36) connected to a control pressure inlet (26) for the fuel, a booster piston (28) acting as a differential piston, which on the control pressure side defines a piston drive chamber (76), which via a control valve (24), controlled by means of an electrically activated actuator (22), can be connected to and separated from the control pressure inlet (26), and which on the high-pressure side defines a piston output chamber (84) connected to the high-pressure fuel chamber (30), **characterized in that** the control valve (24) is embodied as a flat seat valve.

2. Fuel injection valve according to Claim 1, **characterized in that** the control valve (24) has a control valve member (58), which is arranged in a control valve chamber (56), which is connected to a low-pressure chamber (50), at least when the control valve (24) is closed.

3. Fuel injection valve according to Claim 2, **characterized in that** the control valve member (58) is of disk-like design and interacts with a control valve seat (66), in the area of which an at least approximately annular inlet groove (68), connected to the control pressure inlet (26), is arranged.

4. Fuel injection valve according to Claim 3, **characterized in that** an outlet opening (104) connected to the piston drive chamber (76) is arranged in the area of the control valve seat (66), concentrically with and at a distance from the inlet groove (68).

5. Fuel injection valve according to Claim 3 or 4, **characterized in that** the control valve member (58) is arranged on an operating stem (62), guided in a sliding fit and interacting with the actuator (22).

6. Fuel injection valve according to any one of Claims 3 to 5, **characterized in that** the control valve member (58) is connected to a compensating piston (28) defining a compensating pressure chamber (116) connected to the control pressure inlet (26).

7. Fuel injection valve according to any one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the piston output cham-

ber (84) is connected via a non-return valve (92) to the high-pressure inlet (26).

8. Fuel injection valve according to any one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the piston output chamber (84) is connected via a non-return valve (92) to an inlet for the fuel to be injected.

9. Fuel injection valve according to any one of Claims 1 to 8, **characterized in that** the piston drive chamber (76) is connected via a restriction passage (64) to a low-pressure outlet (54).

10. Fuel injection valve according to any one of Claims 1 to 8, **characterized in that** the piston drive chamber (76) is connected via a passage (64') to a low-pressure outlet (54), and the low-pressure outlet (54) is preferably closed by the control valve member (58) when the control valve (24) is open.

11. Fuel injection valve according to any one of Claims 1 to 10, **characterized in that** the booster piston (28) is stepped on the control pressure side and the piston drive chamber (76) is at least approximately defined by reciprocal stepping.

12. Fuel injection valve according to any one of Claims 1 to 11, **characterized in that** the actuator (22) is embodied as a piezoactuator.

13. Fuel injection valve according to any one of Claims 1 to 12, **characterized in that** the control valve (24) has a control valve seat (66) formed on an end face of a control valve seat body (130), and a washer (136) of selectable thickness is arranged between the actuator (22) and the control valve seat body (130).

Revendications

1. Soupape d'injection de combustible pour l'injection de combustible intermittente dans la chambre de combustion d'un moteur à combustion interne, comprenant un siège de soupape d'injection (32) contigu à une chambre à haute pression de combustible (30), un élément de soupape d'injection (34) en forme d'aiguille, qui d'une part coopère avec le siège de soupape d'injection (32) et d'autre part délimite à la façon d'un piston une chambre de cylindre (36) reliée à une entrée de pression de commande (26) pour le combustible, un piston amplificateur (28) agissant comme piston différentiel, lequel piston amplificateur délimite côté pression de commande une chambre d'entraînement de piston (76) pouvant être reliée à l'entrée de pression de commande (26) au moyen d'une soupape de commande (24) commandée au moyen d'un actionneur (22) commandé électriquement et pouvant être dissociée de cette entrée et côté haute pression une chambre de sortie de piston (84) reliée à la chambre à haute pression de combustible (30), **caractérisée en ce que** la soupape de commande (24) est conçue comme soupape à siège plat.

2. Soupape d'injection de combustible selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la soupape de commande (24) présente un élément de soupape de commande (58), qui est disposé dans une chambre de soupape de commande (56), qui est reliée à une chambre à basse pression (50) au moins lorsque la soupape de commande (24) est fermée.

3. Soupape d'injection de combustible selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** l'élément de soupape de commande (58) est conçu en forme de disque et coopère avec un siège de soupape de commande (66), dans la zone duquel est disposée une rainure d'entrée (68) reliée à l'entrée de pression de commande (26) et au moins approximativement en forme d'anneau circulaire.

4. Soupape d'injection de combustible selon la revendication 3, **caractérisée en ce qu'**une ouverture de sortie (104) reliée à la chambre d'entraînement de piston (76) est disposée dans la zone du siège de soupape de commande (66), de façon centrée et à une certaine distance de la rainure d'entrée (68).

5. Soupape d'injection de combustible selon la revendication 3 ou 4, **caractérisée en ce que** l'élément de soupape de commande (58) est disposé sur une tige d'actionnement (62) coopérant avec l'actionneur (22) et guidée dans un ajustement de glissement.

6. Soupape d'injection de combustible selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, **caractérisée en ce que** l'élément de soupape de commande (58) est relié à un piston de compensation (28) délimitant une chambre de pression de compensation (116) reliée à l'entrée de pression de commande (26).

7. Soupape d'injection de combustible selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** la chambre de sortie de piston (84) est reliée à l'entrée de haute pression (26) par un clapet anti-retour (92).

8. Soupape d'injection de combustible selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** la chambre de sortie de piston (84) est reliée par un clapet anti-retour (92) à une entrée pour le combustible à injecter.

9. Soupape d'injection de combustible selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisée en**

ce que la chambre d'entraînement de piston (76) est reliée par un passage d'étranglement (64) à une sortie de basse pression (54).

10. Soupape d'injection de combustible selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce que** la chambre d'entraînement de piston (76) est reliée par un passage (64') à une sortie de basse pression (54) et **en ce que** la sortie de basse pression (54) est fermée, de préférence par l'élément de soupape de commande (58), lorsque la soupape de commande (24) est ouverte.

11. Soupape d'injection de combustible selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisée en ce que** le piston amplificateur (28) est conçu de façon échelonnée côté pression de commande et la chambre d'entraînement de piston (76) est délimitée au moins approximativement dans le sens opposé de façon échelonnée.

12. Soupape d'injection de combustible selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisée en ce que** l'actionneur (22) est conçu comme un actionneur piézoélectrique.

13. Soupape d'injection de combustible selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, **caractérisée en ce que** la soupape de commande (24) présente un siège de soupape de commande (66) conçu sur une face frontale d'un corps de siège de soupape de commande (130) et un disque annulaire (136) d'épaisseur pouvant être choisie est disposé entre l'actionneur (22) et le corps de siège de soupape de commande (130).

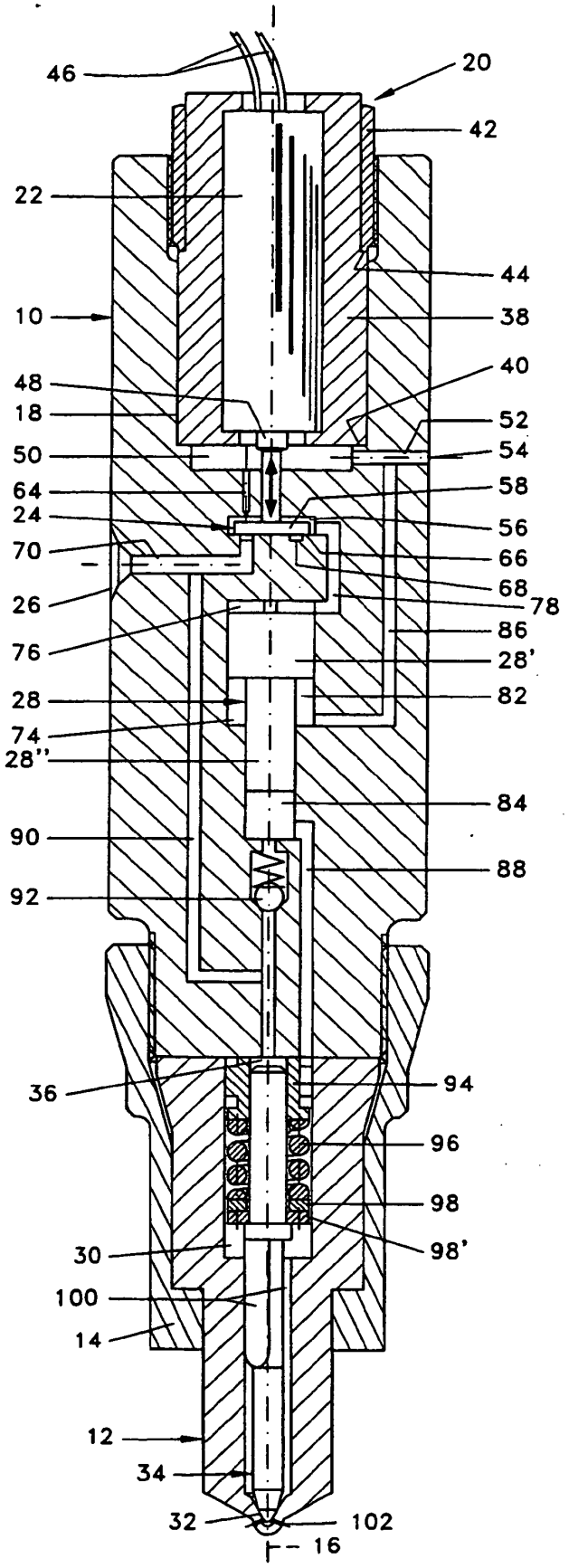

46
20
42
22
44
10
38
40
48
18
52
50
54
64
58
24
56
70
66
68
26
78
86
76
28'
28
82
74
28''
84
90
88
92
36
94
96
98
98'
30
100
14
12
34
32
102
16

Fig. 1

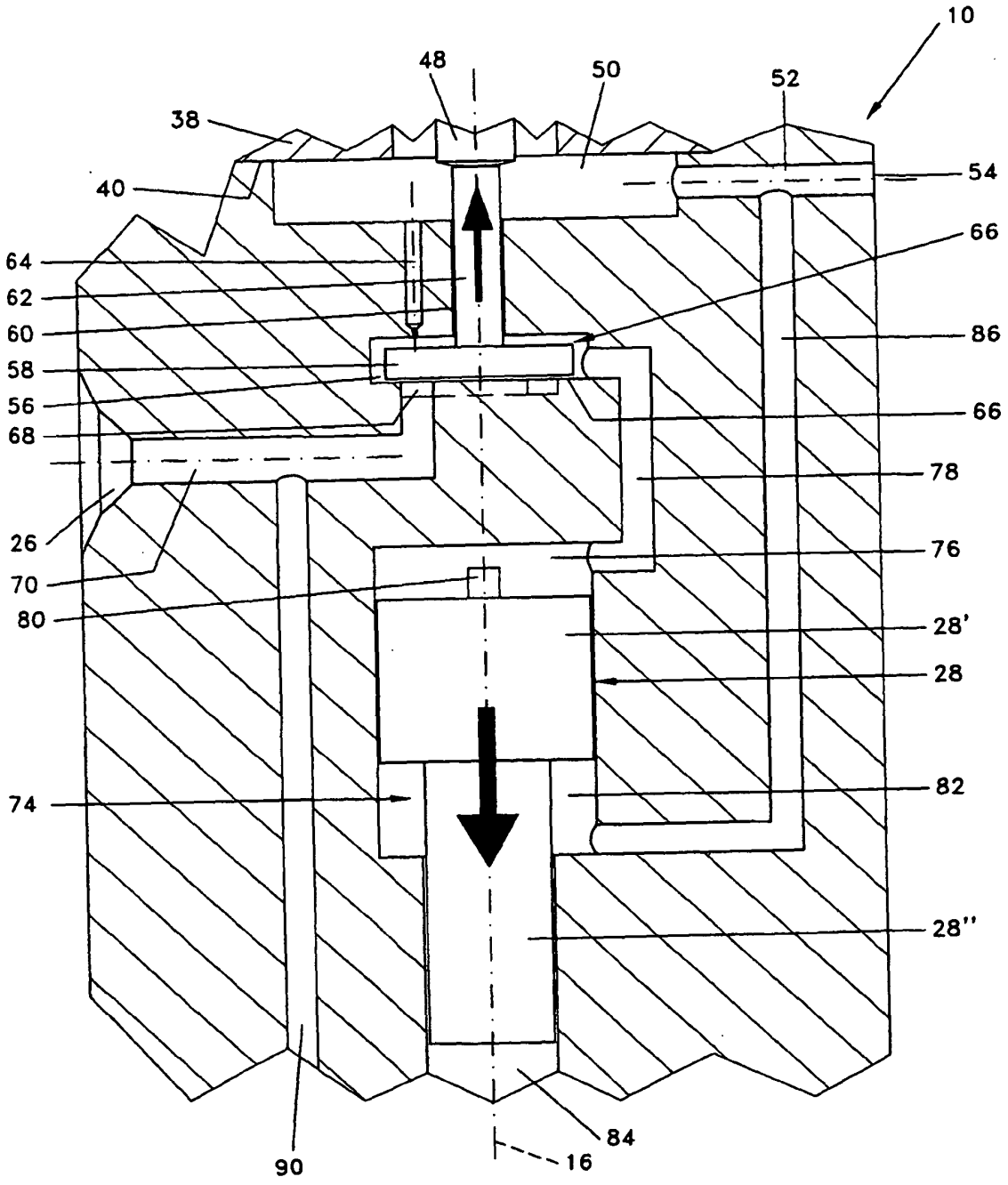

10
48
50
52
38
40
54
64
62
60
58
56
68
66
86
66
78
26
70
80
76
28'
28
74
82
28''
90
84
16

Fig.2

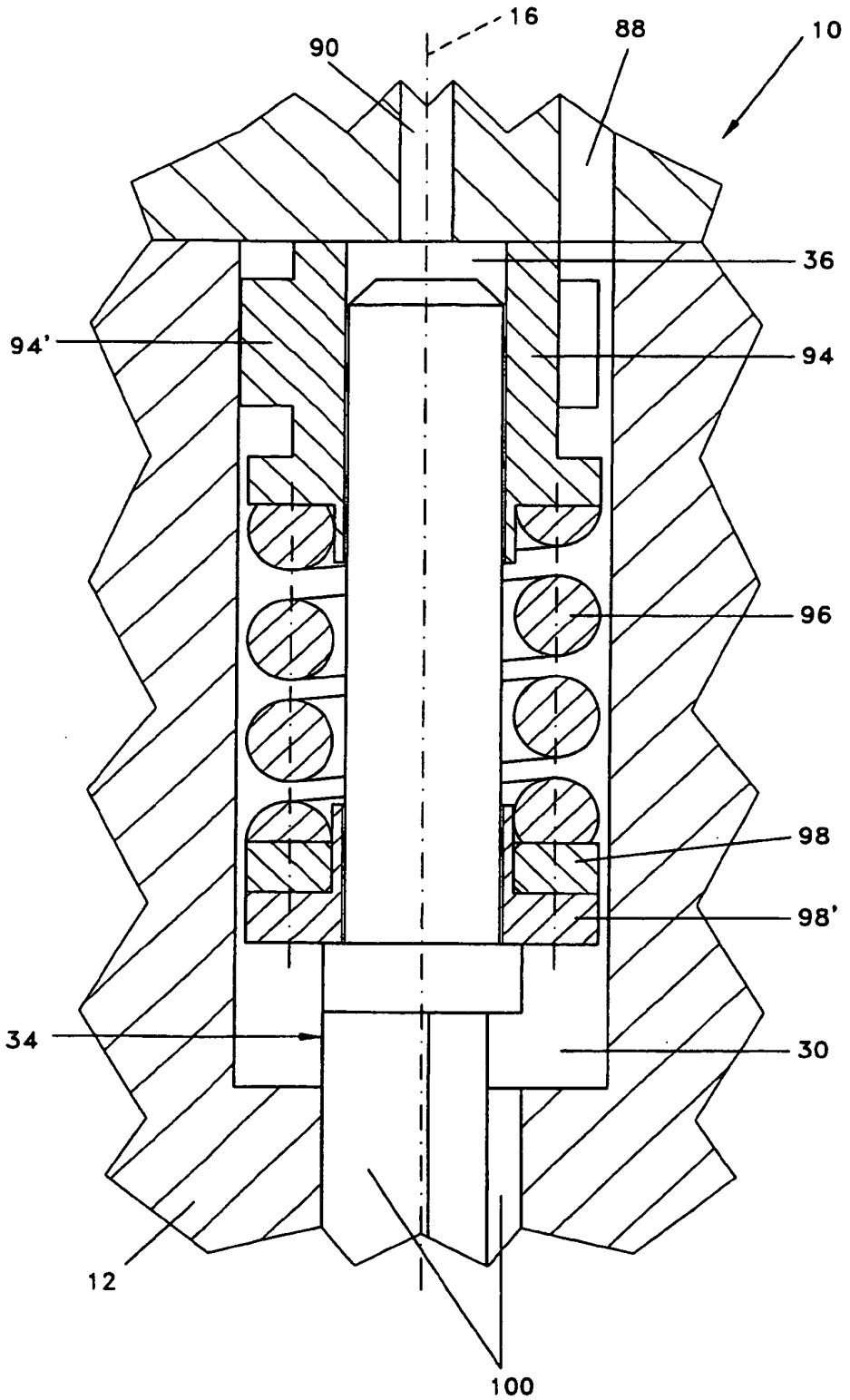


Fig.3

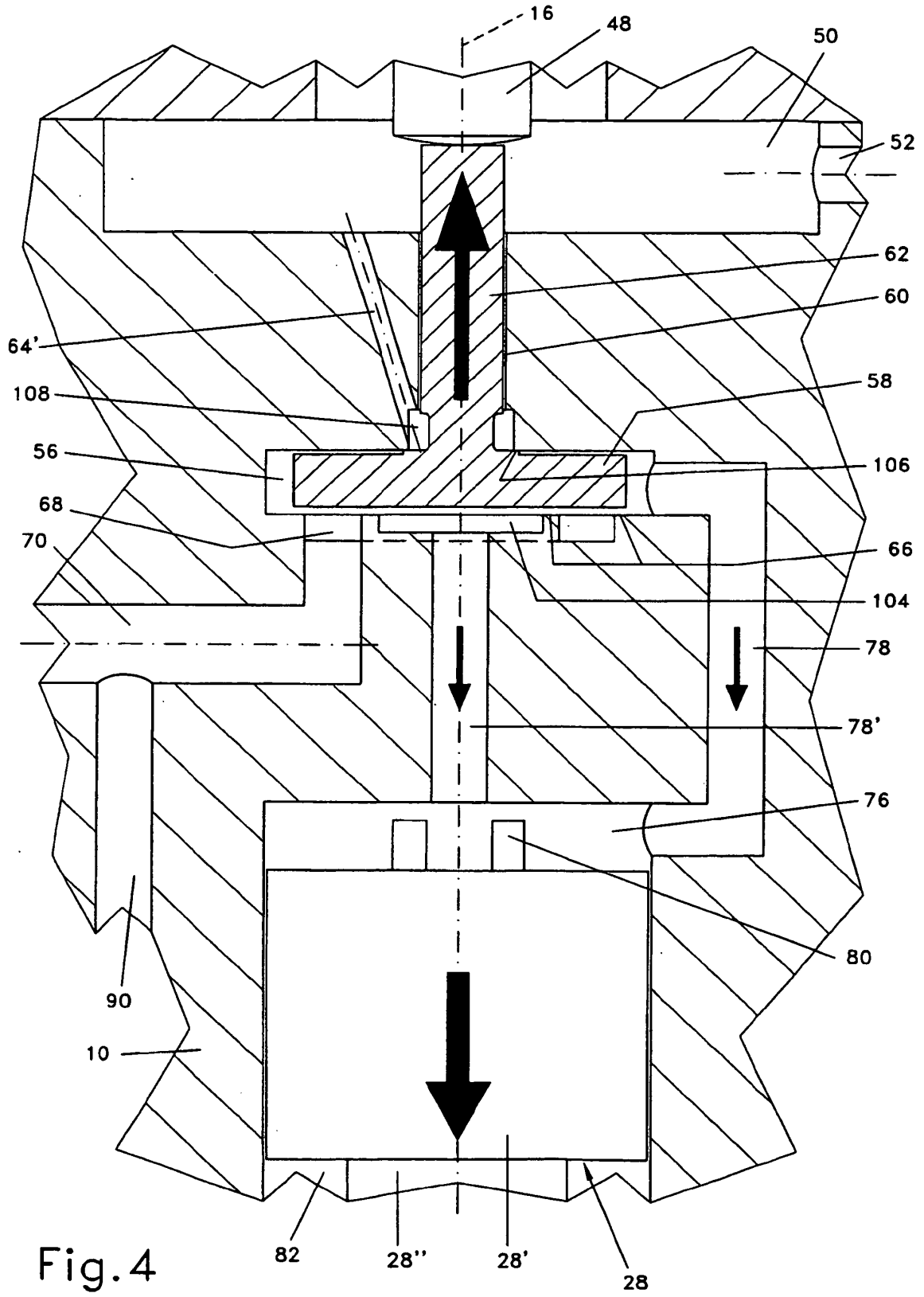

16
48
50
52
62
60
64'
108
58
56
106
68
70
66
104
78
78'
76
80
90
10
82
28''
28'
28

Fig.4

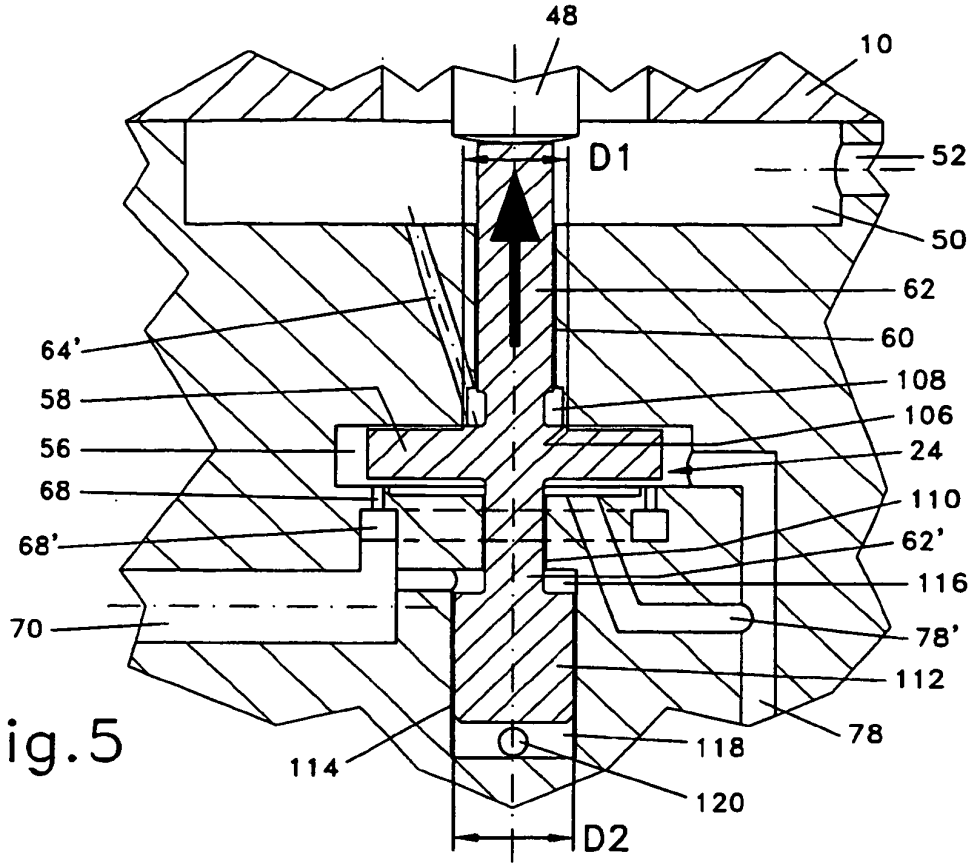

48
10
D1
52
50
62
64'
60
58
108
106
56
24
68
110
68'
62'
116
70
78'
112
78
118
114
120
D2

Fig.5

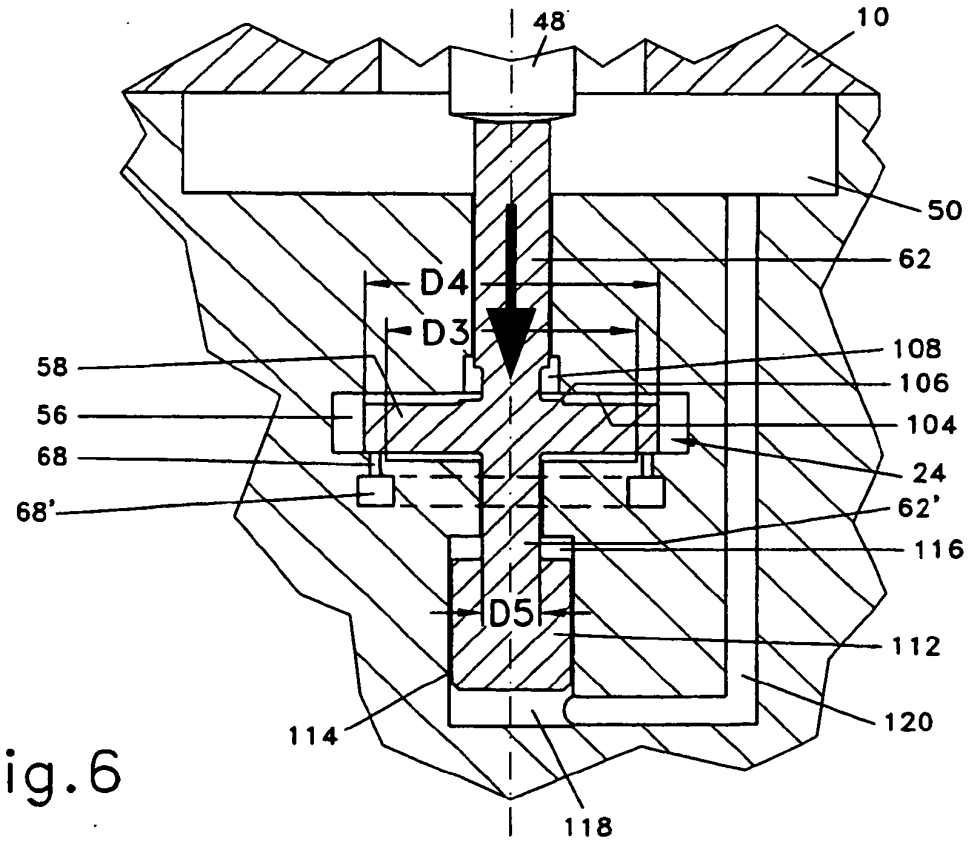

48
10
50
62
D4
D3
58
108
106
56
104
68
24
68'
62'
116
D5
112
114
120
118

Fig.6

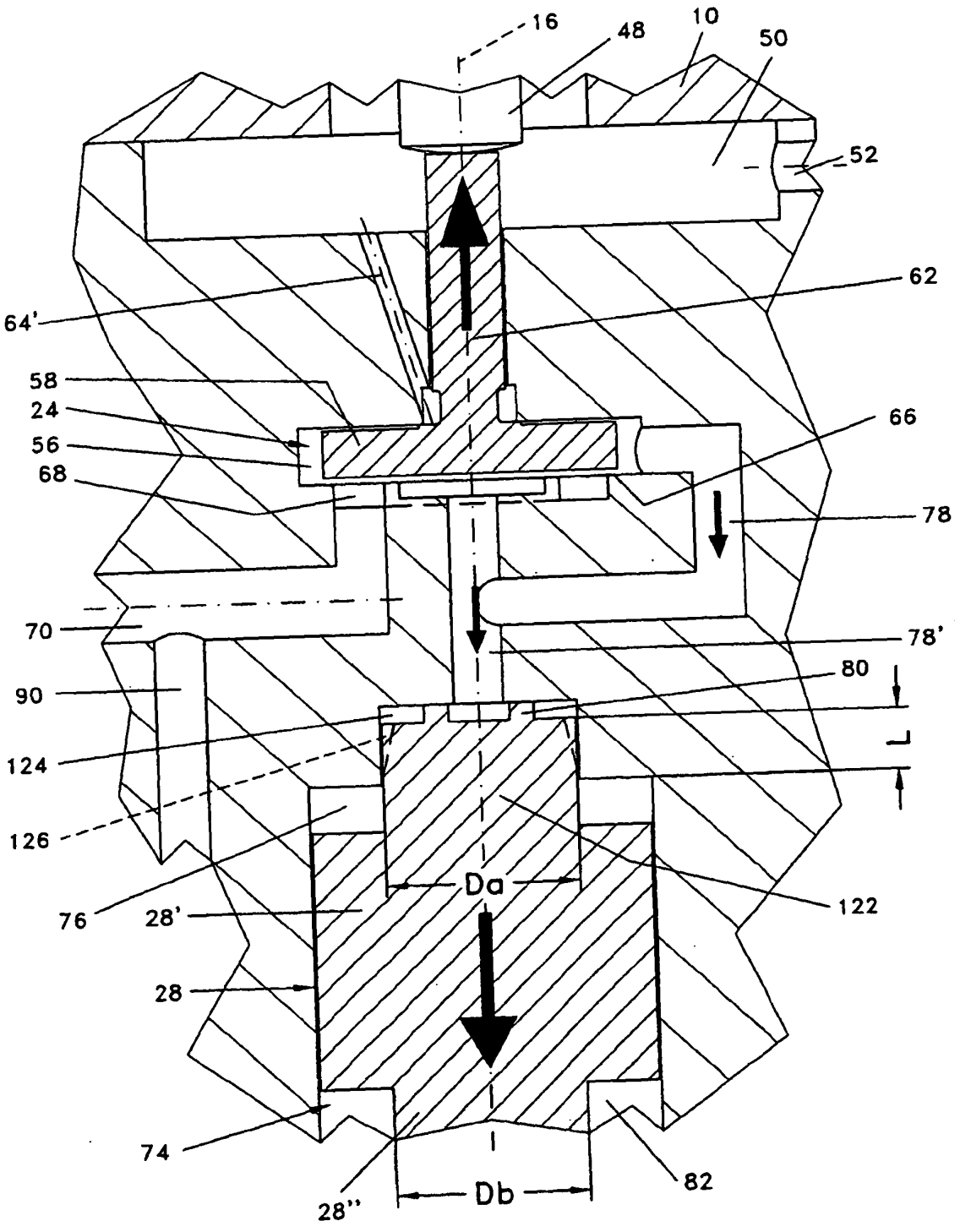

16
48
10
50
52
62
64'
58
24
56
68
66
78
70
78'
80
90
124
126
76
28'
Da
122
28
74
28''
Db
82

Fig.7

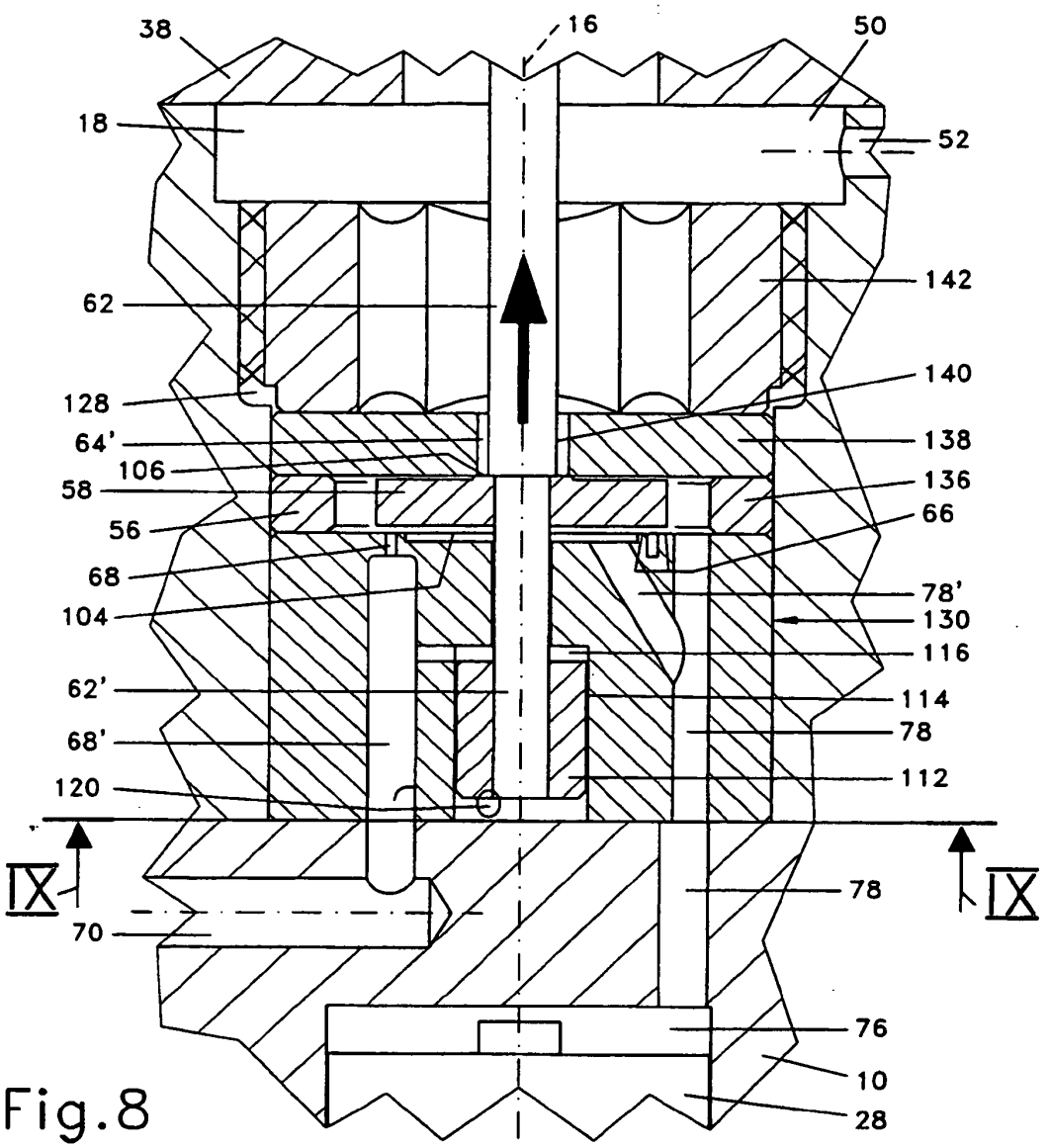

38
16
50
18
52
142
62
140
128
64'
138
106
136
58
66
56
68
78'
104
130
116
62'
114
68'
78
120
112
IX
IX
78
70
76
10
28

Fig.8

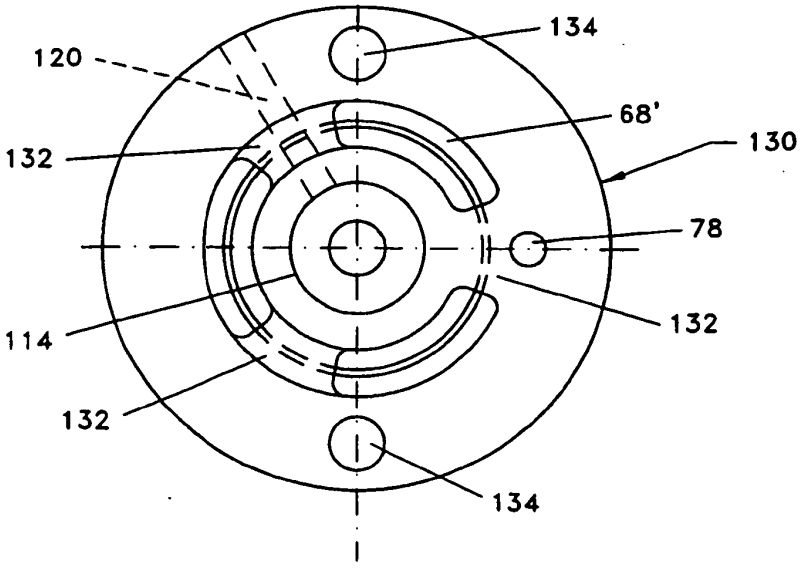

134
120
68'
132
130
78
114
132
132
134

Fig.9

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10146532 A1 **[0002]**
- DE 10250130 A **[0003]**