

(19)



(11)

EP 4 069 963 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

21.05.2025 Patentblatt 2025/21

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

F02M 47/02 ^(2006.01) **F02M 63/00** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20812106.1**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

F02M 47/027; F02M 63/0029; F02M 2200/28

(22) Anmeldetag: **01.12.2020**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2020/084089

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2021/110663 (10.06.2021 Gazette 2021/23)

(54) **BRENNSTOFFEINSPRITZVENTIL MIT EINEM SCHIEBERVENTIL FÜR VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINEN**

FUEL INJECTION VALVE HAVING A SLIDE VALVE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES

SOUPAPE D'INJECTION DE CARBURANT DOTÉE D'UNE SOUPAPE À TIROIR POUR MOTEURS À COMBUSTION INTERNE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(72) Erfinder: **GANSER, Marco**

6315 Oberägeri (CH)

(30) Priorität: **03.12.2019 CH 15272019**

(74) Vertreter: **Schaad, Balass, Menzl & Partner AG**

Bellerivestrasse 20

Postfach

8034 Zürich (CH)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

12.10.2022 Patentblatt 2022/41

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A2- 1 273 791

WO-A1-2005/019637

WO-A1-2016/062639

DE-A1- 102012 202 549

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

DE-T5- 112016 002 905

EP 4 069 963 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Brennstoffeinspritzventil zur intermittierenden Brennstoffeinspritzung in den Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Ein Brennstoffeinspritzventil dieser Art ist aus dem Dokument EP 1 273 791 A2 bekannt. Das in Fig. 6 dieses Dokuments dargestellte Brennstoffeinspritzventil weist einen in enger Gleitpassung in einer hohlzylinderförmigen Hülse geführten Schieberventilkörper auf, der eine einem Steuerraum zugewandte erste Stirnseite und eine dieser gegenüberliegende zweite Stirnseite aufweist. Ein Drosselzulass verläuft von der zweiten Stirnseite zur ersten Stirnseite, wobei in einem Abstand zur zweiten Stirnseite als auch in einem weiteren Abstand zur ersten Stirnseite der Drosselzulass eine Drosselengstelle aufweist. Weiter verläuft von der ersten Stirnseite zur zweiten Stirnseite ein Drosseldurchlass, welcher in entsprechend gleichen Abständen wie beim Drosselzulass eine weitere Drosselengstelle aufweist. Am Schieberventilkörper ist ein in radialer Richtung verlaufender Drosseleinlass ausgebildet, welcher in den Drosseldurchlass mündet. Ein ortsfest angeordneter Steuerkörper bildet mit seiner dem Schieberventilkörper zugewandten Frontseite einen mit der zweiten Stirnseite des Schieberventilkörpers zusammenwirkenden Schieberventilsitz. Der Steuerkörper weist einen von der Frontseite ausgehenden, mit dem Drosseldurchlass dauernd strömungsverbundenen und mittels eines Pilotventils mit einem Niederdruckraum verbindbaren und von diesem abtrennbaren Steuerdurchlass auf. Der Drosseldurchlass und der Steuerdurchlass sind über den Drosseleinlass dauernd mit dem Hochdruckraum strömungsverbunden. Bei einem Abheben des Schieberventilkörpers vom Schieberventilsitz bildet sich ein Spalt, über welchen der Drosseldurchlass und der Steuerdurchlass zusätzlich und auch der Drosselzulass mit dem Hochdruckraum strömungsverbunden werden.

[0003] Die exzentrisch ausgebildete Adhäsionsfläche zwischen der zweiten Stirnseite des Schieberventilkörpers und der Frontseite des Steuerkörpers führen zu einer Verzögerung beim Ansprechen des Brennstoffeinspritzventils, um einen Einspritzvorgang zu beenden. Weiter ist die Fertigung aufwändig, da der Schieberventilkörper genau ausgebildet sein muss und insbesondere die Drosselengstellen des Drosselzulasses, des Drosseldurchlasses und des Drosseleinlasses mit sehr kleinen Toleranzen gefertigt werden müssen.

[0004] Das Dokument DE 11 2016 002905 T5 offenbart ein bekanntes Brennstoffeinspritzventil.

[0005] Es ist deshalb eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein gattungsgemässes Brennstoffeinspritzventil derart weiterzubilden, dass bei einer einfachen Fertigung die Verzögerung beim Ansprechen minimiert ist.

[0006] Diese Aufgabe wird bei einem gattungsgemässen Brennstoffeinspritzventil mit den Merkmalen im

kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 gelöst.

[0007] Das Brennstoffeinspritzventil zur intermittierenden Brennstoffeinspritzung in den Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine weist ein Gehäuse mit einem Hochdruckeinlass für den unter sehr hohem Druck, bis zu 2000 bar oder mehr, stehenden Brennstoff und einen Einspritzventilsitz auf.

[0008] Im Innern des Gehäuses verläuft vom Hochdruckeinlass zum Einspritzventilsitz ein Hochdruckraum.

[0009] Im Gehäuse ist ein Einspritzventilglied längs beweglich angeordnet, welches in Richtung gegen den Einspritzventilsitz mit der Kraft einer Schliessfeder belastet und dazu bestimmt ist, mit dem Einspritzventilsitz zusammen zu wirken. Im Ruhezustand liegt das Einspritzventilglied am Einspritzventilsitz an und verhindert dadurch, in bekannter Art und Weise, das Einspritzen von Brennstoff aus dem Hochdruckraum in den Brennraum der Verbrennungskraftmaschine. Zum Auslösen eines Einspritzvorgangs wird das Einspritzventilglied, entgegen der Kraft der Schliessfeder, vom Einspritzventilsitz abgehoben. Für die Beendigung eines Einspritzvorgangs kommt das Einspritzventilglied dann wieder am Einspritzventilsitz zur Anlage.

[0010] Am Einspritzventilglied ist ein doppeltwirkender Steuerkolben ausgebildet, der mit seiner dem Einspritzventilsitz zugewandten Seite den Hochdruckraum und mit seiner dem Einspritzventilsitz abgewandten Seite einen Steuerraum begrenzt.

[0011] Bevorzugt ist der Steuerraum umfangsseitig durch eine bevorzugt hohlzylinderförmige Hülse begrenzt, an welcher der Steuerkolben in einer engen Passung gleitend geführt ist und an welcher sich die Schliessfeder abstützt, welche andererseits am Einspritzventilglied abgestützt ist und dieses in Richtung zum Einspritzventilsitz mit seiner Federkraft beaufschlägt.

[0012] In einer die Längsachse definierenden, bevorzugt engen Gleitpassung ist ein Schieberventilkörper in Richtung der Längsachse frei beweglich geführt. Dieser weist eine dem Steuerraum zugewandte, diesen begrenzende erste Stirnseite und eine, in Längsrichtung, dieser und somit dem Steuerraum abgewandte zweite Stirnseite auf.

[0013] Bevorzugt weist Schieberventilkörper eine zur Längsachse wenigstens annähernd rotationssymmetrische Aussenwand auf.

[0014] Gegebenenfalls ist diese Gleitpassung ebenfalls an der Hülse beziehungsweise am Gehäuse oder Bauteil ausgebildet.

[0015] Weiter ist im Gehäuse, bezüglich diesem gehäusefest, ein Steuerkörper angeordnet, welcher mit seiner dem Schieberventilkörper zugewandten Frontseite einen mit der zweiten Stirnseite des Schieberventilkörpers zusammenwirkenden Schieberventilsitz bildet.

[0016] Bevorzugt wird die Hülse mittels der auf sie wirkenden Kraft der Schliessfeder am Steuerkörper in Anlage gehalten.

[0017] Weiter weist der Schieberventilkörper einen

zwischen der ersten Stirnseite und der zweiten Stirnseite angeordneten Drosseldurchlass auf.

[0018] Der Steuerkörper weist einen von dessen Frontseite ausgehenden, mit dem Drosseldurchlass dauernd strömungsverbundenen und andernends mittels eines Pilotventils mit einem Niederdruckraum verbindbaren und von diesem abtrennbaren Steuereindurchlass auf.

[0019] Eine bevorzugt vorhandene Engstelle des Steuereindurchlasses befindet sich in einem dem Niederdruckraum zugewandten Endbereich des Steuereindurchlasses.

[0020] Dieser Steuereindurchlass und der Drosseldurchlass können über einen am Schieberventilkörper ausgebildeten Drosseleinlass mindestens zum Beenden eines Einspritzvorgangs, vorzugsweise dauernd mit dem Hochdruckraum verbunden sein.

[0021] Der Schieberventilkörper weist weiter einen von der zweiten Stirnseite ausgehenden, in den Steuerraum mündenden Drosselzulass auf, der bei am Steuerkörper anliegenden Schieberventilkörper durch den Steuerkörper verschlossen ist.

[0022] Hebt sich der Schieberventilkörper vom Steuerkörper ab, bildet sich dazwischen ein Spalt, über welchen der Drosseldurchlass, der Steuereindurchlass und der Drosselzulass mit dem Hochdruckraum verbunden sind. Bei am Steuerkörper anliegenden Schieberventilkörper ist dieser Spalt geschlossen.

[0023] Um diesen Spalt mit dem Hochdruckraum zu verbinden, weist gegebenenfalls die Hülse in ihrem dem Steuerkörper zugewandten Endbereich einen mit dem Hochdruckraum verbundenen Durchlass auf.

[0024] Erfindungsgemäss ist am Schieberventilkörper eine von dessen ersten Stirnseite ausgehende, sacklochförmige Ausnehmung ausgeformt, welche zur Längsachse zentrisch und bevorzugt rotationssymmetrisch ausgebildet ist.

[0025] Von dieser Ausnehmung, bevorzugt von deren Boden, welcher bevorzugt eben ausgebildet ist und rechtwinklig zur Längsachse verläuft, geht der zur zweiten Stirnseite hin verlaufende Drosseldurchlass weg und in diese Ausnehmung, bevorzugt im Bereich deren Bodens, mündet der von der zweiten Stirnseite herkommende Drosselzulass.

[0026] Da die Ausnehmung von der ersten Stirnseite des Schieberventilkörpers ausgeht, ist deren Volumen Teil des Steuerraums.

[0027] Die Ausnehmung ermöglicht es sowohl den Drosseldurchlass als auch den Drosselzulass kürzer auszubilden als dies aus dem Stand der Technik bekannt ist, was deren Fertigung vereinfacht.

[0028] Weiter ermöglicht die erfindungsgemässe Ausführung des Schieberventilkörpers die Ausbildung des Drosseldurchlasses und des Drosselzulasses nahe nebeneinander und in der Nähe zur Längsachse. Eine mit erheblicher Exzentrizität zur Längsachse ausgebildete Adhäsionsfläche zwischen dem Steuerkörper und dem Schieberventilkörper kann dadurch vermieden werden;

die Adhäsionsfläche weist gegenüber dem Stand der Technik eine geringere Exzentrizität auf. Durch diese Massnahmen ist das Ansprechverhalten des Brennstoffeinspritzventils gegenüber dem Stand der Technik verbessert. Einerseits ist die Verzögerung beim Ansprechen geringer, das heisst es liegt ein rascheres Ansprechverhalten zum Beenden eines Einspritzvorgangs vor, und andererseits ist infolge der symmetrischen Druckverteilung auch die Stabilität der Bewegung des Schieberventilkörpers verbessert, was insbesondere bei Mehrfacheinspritzungen von Bedeutung ist und was das Betriebsverhalten von identisch ausgebildetem Brennstoffeinspritzventilen vergleichmässigt.

[0029] Bevorzugt weist der Drosseldurchlass eine am Schieberventilkörper ausgebildete, zur zweiten Stirnseite hin offene, vorzugsweise taschenförmige Vertiefung auf, in welche sowohl der die Drosselwirkung entfaltende Drosselabschnitt des Drosseldurchlasses als auch, falls vorhanden, der Drosseleinlass münden. Bevorzugt erstreckt sich der Drosselabschnitt von der Ausnehmung bis zur Vertiefung geradlinig.

[0030] Diese Vertiefung ermöglicht es, den Drosseldurchlass und gegebenenfalls dessen Drosselabschnitt nahe bei der Längsachse anzuordnen und trotzdem die dauernde Verbindung zwischen dem Steuereindurchlass und dem Drosseldurchlass sicher zu stellen. Weiter ermöglicht die Vertiefung, den allenfalls vorhandenen Drosseleinlass, welcher bevorzugt in radialer Richtung zur Längsachse verläuft, mit einer geringen Länge auszubilden, was ebenfalls die einfache Fertigung des Schieberventilkörpers unterstützt.

[0031] Die infolge der Ausnehmung und gegebenenfalls der Vertiefung gegenüber dem Stand der Technik reduzierte Länge des Drosseldurchlasses beziehungsweise dessen Drosselabschnitts ermöglicht den Drosseldurchlass beziehungsweise den Drosselabschnitt auf dessen gesamten Länge mit einem konstanten Querschnitt oder konisch auszubilden. Bei einer konischen Ausbildung verläuft die Verjüngung in Richtung von der ersten Stirnseite und somit vom Steuerraum zur zweiten Stirnseite.

[0032] Weiter ist es möglich, zur Verbesserung der Strömungsstabilität und Strömungsgleichheit, die Einlasskante vom Steuerraum in den Drosseldurchlass beziehungsweise dessen Drosselabschnitt abzurunden.

[0033] Da der Drosselzulass einen grösseren Querschnitt aufweist als der Drosseldurchlass beziehungsweise dessen Drosselabschnitt kann er über seine gesamte Länge mit einem konstanten Querschnitt ausgebildet werden.

[0034] Falls ein Drosseleinlass vorhanden ist und dieser in die Vertiefung mündet, ist er bevorzugt auf seiner gesamten Länge mit einem konstanten Querschnitt oder konisch ausgebildet. Bei einer konischen Ausbildung verläuft die Verjüngung in Richtung zur Vertiefung. Weiter ist es möglich, zur Verbesserung der Strömungsstabilität und Strömungsgleichheit, die dem Hochdruckraum zugewandte Einlasskante des Drosseleinlasses abzu-

runden. Die kurze Länge des Drosseleinlasses ermöglicht eine günstige Fertigung.

[0035] In Draufsicht auf die zweite Frontseite weist die Vertiefung bevorzugt die Form eines Rechtecks mit abgerundeten Ecken auf, wobei sich bevorzugt die Längsseiten parallel zu einer Radialen zur Längsachse und die Kurzseiten rechtwinklig dazu erstrecken.

[0036] Der Drosselabschnitt mündet bevorzugt benachbart zum radial innenliegenden Ende der Vertiefung in diese. Weiter ermöglicht diese Ausführungsform eine besonders kleine Länge des Drosseleinlasses.

[0037] Bevorzugt verlaufen der Drosseldurchlass, gegebenenfalls dessen Drosselabschnitt, wie auch der Drosselzulass geradlinig und parallel zur Längsrichtung, was die Herstellung des Drosseldurchlasses und des Drosselzulasses mit einer einzigen Maschinenaufspannung ermöglicht.

[0038] Weiter kann der Abstand zwischen der Vertiefung und dem Drosselzulass klein ausgebildet sein, da die Trennwand dazwischen eine nur kurze Länge, in Richtung der Längsachse gemessen, aufweist.

[0039] Bevorzugt verläuft der Drosselzulass mit seiner Wandung wenigstens annähernd entlang der Längsachse beziehungsweise angrenzend an diese. Dadurch ist eine nur geringe Exzentrizität und eine zur Längsachse wenigstens nahezu rotationssymmetrische Ausbildung der Adhäsionsfläche ermöglicht.

[0040] Bevorzugt sind der Drosseldurchlass und die Vertiefung diametral zum Drosselzulass angeordnet. Was eine platzsparende Ausbildung ermöglicht.

[0041] Bevorzugt weist die zweite Stirnseite einen um die diesseitige Mündung des Drosselzulasses herumverlaufenden, ringförmigen, in sich geschlossenen Mündungsdichtwulst und einen entlang der radialen Aussenwand des Schieberventilkörpers verlaufenden, in sich geschlossenen Ringdichtwulst auf. Der Mündungsdichtwulst und der Ringdichtwulst sind dazu bestimmt, mit dem Schieberventilsitz des Steuerkörpers dichtend zusammen zu wirken, wenn der Schieberventilkörper am Steuerkörper anliegt.

[0042] Der Mündungsdichtwulst und der Ringdichtwulst weisen eine geringe, in Längsrichtung gemessene Höhe auf.

[0043] Bevorzugt begrenzen der Mündungsdichtwulst radial innen und der Ringdichtwulst radial aussen eine ringscheibenförmige Stirnvertiefung, in welche der Drosseldurchlass mündet und von welcher gegebenenfalls die Vertiefung ausgeht.

[0044] Durch diese Ausführungsform können die Dichtflächen zwischen dem Schieberventilkörper und dem Steuerkörper klein gehalten werden, was zu einer weiteren Verkleinerung der Adhäsionskräfte führt.

[0045] Bevorzugt ist die den Schieberventilsitz bildende Frontseite des Steuerkörpers eben ausgebildet. Dies ermöglicht eine einfache Herstellung des Steuerkörpers und gewährleistet einen sauber dichtenden Schieberventilsitz.

[0046] Bevorzugt ist ein Federelement in der Ausneh-

mung angeordnet, welches sich einerseits in der Ausnehmung am Schieberventilkörper und andererseits am Einspritzventilglied abstützt.

[0047] Die Aufgabe dieses Federelements ist es, bei ausgeglichenen Druckkräfteverhältnissen den Schieberventilkörper am Steuerkörper in Anlage zu halten.

[0048] Bevorzugt weist die Ausnehmung eine Schulter auf, an welcher sich das Federelement mit seinem diesseitigen Ende abstützt. Dadurch ist ein die Strömung negativ beeinflussender Konflikt zwischen dem Federelement und den diesseitigen Mündungen des Drosseldurchlasses und des Drosselzulasses verhindert.

[0049] Weiter kann das Federelement gegenüber dem Stand der Technik kleiner ausgebildet werden, was eine Verkleinerung des Volumens des Steuer-raums und somit ein rascheres Ansprechverhalten, insbesondere bei der Auslösung eines Einspritzvorgangs, ermöglicht.

[0050] Bevorzugt ist die von ersten Stirnseite her in Richtung der Längsachse gemessene Tiefe der Ausnehmung, das heisst von der ersten Stirnseite bis zum Boden der Ausnehmung, mindestens halb so lang wie der Abstand zwischen der ersten Stirnseite und der zweiten Stirnseite des Schieberventilkörpers. Bevorzugt beträgt die Tiefe wenigstens annähernd dreiviertel dieses Abstandes.

[0051] Dies ermöglicht einerseits eine sehr kurze Länge des Drosseldurchlasses und des Drosselzulasses und andererseits die Aufnahme des grössten Teils des Federelements.

[0052] Bevorzugt ist der kleinste Querschnitt der Ausnehmung mindestens fünfmal so gross wie die Summe der Strömungsquerschnitte des Drosselzulasses und des Drosseldurchlasses. Dadurch stellt die Ausnehmung betreffend des Drosselzulasses und des Drosseldurchlasses keine Drosselverengung für den Brennstoff dar.

[0053] Bevorzugt sind der Drosseldurchlass und der Steuerdurchlass über den am Schieberventilkörper ausgebildeten Drosseleinlass bevorzugt dauernd, jedoch mindestens zum Beenden eines Einspritzvorgangs, mit dem Hochruckraum verbunden. Dies unterstützt eine sehr rasche Beendigung eines Einspritzvorgangs, in dem bei verschlossenem Steuerdurchlass Brennstoff durch den Drosseleinlass nachströmen kann.

[0054] Bevorzugt ist der Schieberventilkörper in einem an die zweite Stirnseite angrenzenden Endbereich, radial aussen, mit einer umlaufenden Aussenverjüngung versehen, welche vom unter Hochdruck stehenden Brennstoff beaufschlagt ist. Dadurch wird eine druckkraftwirksame Ringfläche erzeugt, was zu einer vom Steuerkörper weg und zum Steuer-raum hin gerichteten Druckkraft führt.

[0055] Diese unterstützt beziehungsweise beim Fehlen eines Drosseleinlasses verursacht das Abheben des Schieberventilkörpers vom Steuerkörper zum Beenden eines Einspritzvorgangs.

[0056] Ist ein Drosseleinlass vorhanden, erhöht sich infolge des Nachströmens von Brennstoff der Druck auf die zweite Stirnseite sehr schnell, wenn zum Beenden

eines Einspritzvorgangs der Steuerdurchlass verschlossen wird. Dies führt zu einem raschen Abheben des Schieberventilkörpers ab dem Steuerkörper und einer sehr schnellen Beendigung des Einspritzvorgangs.

[0057] Ist kein Drosseleinlass vorhanden und wird zum Beenden eines Einspritzvorgangs der Steuerdurchlass verschlossen, hebt der Schieberventilkörper vom Steuerkörper ab, sobald die auf die zweite Stirnseite wirkende Kraft des Brennstoffs zusammen mit der oben erwähnten Druckkraft grösser ist als die vom Brennstoff im Steuerraum und dem gegebenenfalls vorhandenen Federelement auf den Schieberventilkörper wirkenden Kraft. Sobald der Schieberventilkörper vom Steuerkörper abgehoben ist, fliesst über den so gebildeten Spalt und den Drosselzulass sowie den Drosseldurchlass Brennstoff in den Steuerraum nach, was zu einem raschen Druckanstieg im Steuerraum und einer damit verbundene Bewegung des Einspritzventilgliedes auf den Einspritzventilsitz zu führt.

[0058] Der Vorteil dieser Variante liegt darin, dass während eines Einspritzvorgangs kein Brennstoff vom Hochdruckraum her in den Steuerdurchlass nachströmen kann, was einen geringeren Brennstoffverbrauch für die Steuerung des Einspritzventils bedeutet. Weiter erfolgt, beim Öffnen des Steuerdurchlasses zum Auslösen eines Einspritzvorgangs, der Druckabbau im Steuerraum schneller, was zu einem raschen Abheben des Einspritzventilglieds vom Einspritzventilsitz führt.

[0059] Die Erfindung wird anhand eines in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispiels näher beschrieben. Es zeigen rein schematisch:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch ein Brennstoffeinspritzventil zur intermittierenden Brennstoffeinspritzung in den Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine;

Fig. 2 ebenfalls im Längsschnitt und gegenüber Fig. 1 vergrössert den dort mit dem Rechteck II bezeichneten Ausschnitt des Brennstoffeinspritzventils;

Fig. 3 ebenfalls im Längsschnitt und gegenüber Fig. 2 vergrössert den dort mit dem Rechteck III bezeichneten Ausschnitt des Brennstoffeinspritzventils;

Fig. 4 einen Längsschnitt durch einen Schieberventilkörper des Brennstoffeinspritzventils gemäss den Fig. 1 bis 3;

Fig. 5 in der Aufsicht den Schieberventilkörper gemäss Fig. 4;

Fig. 6 in perspektivischer Sicht von schräg oben den Schieberventilkörper gemäss den Fig. 4 und 5; und

Fig. 7 in perspektivischer Darstellung von schräg unten den Schieberventilkörper gemäss den Fig. 4 bis 6.

[0060] In alle Figuren werden für die einander entsprechenden Komponenten immer dieselben Bezugszeichen verwendet.

[0061] Das in den Fig. 1 bis 3 in einem Längsschnitt gezeigte Brennstoffeinspritzventil 10 zur intermittierenden Brennstoffeinspritzung in den Brennraum 12 einer Verbrennungskraftmaschine weist ein Gehäuse 14 auf, an welchem einerseits ein Hochdruckeinlass 16 und andererseits ein Einspritzventilsitz 18 ausgebildet sind. Im Innern des Gehäuses 14 erstreckt sich vom Hochdruckeinlass 16 bis zum Einspritzventilsitz 18 ein Hochdruckraum 20.

[0062] Durch den Hochdruckeinlass 16 wird in bekannter Art und Weise unter sehr hohem Druck stehender Brennstoff dem Hochdruckraum 20 zugeführt.

[0063] Ein nadelförmig ausgebildetes Einspritzventilglied 22, welches mit dem Einspritzventilsitz 18 zusammenwirkt, ist im Gehäuse 14 längsbeweglich angeordnet und geführt. Eine Schliessfeder 24 stützt sich am Einspritzventilglied 22 ab und beaufschlagt dies mit einer Federkraft in Richtung gegen den Einspritzventilsitz 18.

[0064] In einem dem Einspritzventilsitz abgewandten Endbereich des Einspritzventilglieds 22 ist an diesem ein doppeltwirkender Steuerkolben 26 ausgebildet. Dessen dem Einspritzventilsitz 18 zugewandte Kolbenfläche 28 begrenzt den Hochdruckraum 20 und ist somit mit dem unter Hochdruck stehenden Brennstoff beaufschlagt. Mit seiner dem Einspritzventilsitz 18 abgewandten Endfläche 30 begrenzt der Steuerkolben 26 einen Steuerraum 32.

[0065] Der Steuerkolben 26 ist in einer engen Passung 34 in einer hohlzylinderförmigen Steuerhülse 36 gleitend geführt, welche zu einer Längsachse 38 rotationssymmetrisch ausgebildet ist. Diese fällt im gezeigten Ausführungsbeispiel mit der Längsachse des Gehäuses 14 und der Längsachse des Einspritzventilglieds 22 zusammen.

[0066] Die Steuerhülse 36 begrenzt den Steuerraum 32 umfangsseitig und an ihrem dem Einspritzventilsitz zugewandten Ende stützt sich die Schliessfeder 24 ab.

[0067] In der Steuerhülse 36 ist in einer engen Gleitpassung 40, welche die Längsachse 38 definiert, ein zylinderförmiger Schieberventilkörper 42 in Richtung der Längsachse 38 beweglich geführt.

[0068] Der Schieberventilkörper 42 weist eine dem Steuerraum 32 und somit dem Steuerkolben 26 zugewandte erste Stirnseite 44 und eine dieser gegenüberliegende und somit dem Steuerkolben 26 abgewandte zweite Stirnseite 46 auf. Zwischen der ersten Stirnseite 44 und der zweiten Stirnseite 46 ist ein Drosseldurchlass 48 angeordnet.

[0069] Im Gehäuse 14 befindet sich gehäusefest angeordnet ein Steuerkörper 50, welcher mit seiner dem Schieberventilkörper 42 zugewandten und im gezeigten Beispiel eben ausgebildeten Frontseite 52 einen mit der

zweiten Stirnseite 46 des Schieberventilkörpers 42 zusammenwirkenden Schieberventilsitz 54 bildet.

[0070] An der Frontseite 52 des Steuerkörpers 50 liegt die Steuerhülse 36 mit ihrem diesseitigen Ende an, welche von der Schliessfeder 24 dort in Anlage gehalten wird. Im diesseitigen Endbereich weist die Steuerhülse 36 mindestens einen mit dem Hochdruckraum 20 verbundenen Durchlass 56 auf.

[0071] Von der Frontseite 52 aus verläuft durch den Steuerkörper 50 hindurch ein Steuerdurchlass 58, welcher auf der der Frontseite 52 abgewandten Seite des Steuerkörpers 58 mittels eines Pilotventils 60 mit einem Niederdruckraum 62 verbindbar und von diesem abtrennbar ist. Die engste Stelle des Steuerdurchlasses 58 befindet sich im dem Niederdruckraum zugewandten Endabschnitt des Steuerdurchlasses 58.

[0072] In bekannter Art und Weise wird in den Niederdruckraum 62 einströmender Brennstoff über eine Brennstoffrückführleitung zu einem Brennstofftank zurückgeführt.

[0073] Der Drosseldurchlass 48 und der Steuerdurchlass 58 sind dauernd miteinander strömungsverbunden.

[0074] Weiter sind der Drosseldurchlass 48 und der Steuerdurchlass 58 über einen am Schieberventilkörper 42 ausgebildeten Drosseleinlass 64 dauernd mit dem Hochdruckraum 20 strömungsverbunden; im gezeigten Ausführungsbeispiel nämlich über den Durchlass 56 der Steuerhülse 36.

[0075] Weiter weist der Schieberventilkörper 42 einen von der zweiten Stirnseite 46 ausgehenden und in den Steuerraum 32 mündenden Drosselzulass 66 auf. Dieser ist bei am Steuerkörper 50 anliegenden Schieberventilkörper 42 verschlossen.

[0076] Bewegt sich der Schieberventilkörper 42 vom Steuerkörper 50 weg, bildet sich zwischen diesen ein Spalt 68, welcher ebenfalls über den Durchlass 56 mit dem Hochdruckraum 20 verbunden ist und über welchen der Drosseldurchlass 48 sowie der Steuerdurchlass 58 zusätzlich und der Drosselzulass 66 mit dem Hochdruckraum 20 verbunden werden.

[0077] Am Schieberventilkörper 42 ist eine von der ersten Stirnseite 44 ausgehende, zur Längsachse 38 rotationssymmetrisch geformte, sacklochförmige Ausnehmung 70 ausgebildet. Vom zur Längsachse 38 rechtwinklig verlaufenden Boden 72 dieser Ausnehmung 70 aus verläuft der Drosseldurchlass 48 zur zweiten Stirnseite 46. Weiter mündet im Bereich des Bodens 72 der Drosselzulass 66 in die Ausnehmung 70 und somit in den Steuerraum 32.

[0078] Mit zusätzlicher Bezugnahme auf die Fig. 4 bis 7, welche den Schieberventilkörper 42 in unterschiedlichen Darstellungen zeigen, wird dieser nun näher beschrieben.

[0079] Ein Drosselabschnitt 74 des Drosseldurchlasses 48 und der Drosselzulass 66 weisen im gezeigten Ausführungsbeispiel durchgehend eine Kreiszylinderform auf und verlaufen parallel zur Längsachse 38. Der Drosselzulass 66 grenzt an die Längsachse 38 an

und diametral gegenüberliegend verläuft, mit einem radialen Abstand zur Längsachse 38, der Drosselabschnitt 74.

[0080] Es ist auch möglich, den Drosselabschnitt 74 von der Ausnehmung 70 her, bevorzugt über die gesamte Länge, sich konisch verjüngend auszubilden und/oder die Kante zwischen dem Boden 72 und dem Drosselabschnitt 74 zu runden.

[0081] Der Drosselabschnitt 74 mündet in eine taschenförmige Vertiefung 76, welche zum Drosseldurchlass 48 gehört und am Schieberventilkörper 42 von der zweiten Stirnseite 46 her ausgenommen ist.

[0082] In diese taschenförmige Vertiefung 76 mündet auch der zur Längsachse 38 in radialer Richtung verlaufende Drosseleinlass 64.

[0083] Bei der radial aussen liegenden Einlassmündung des Drosseleinlasses 64 und diesem diametral gegenüberliegend sind am Schieberventilkörper 42 je eine in tangentialer Richtung verlaufende Anfasung 78 ausgenommen, um einen verlustarmen Zufluss des Brennstoffs und symmetrische Druckkraftverhältnisse zu gewährleisten sowie eine bessere Bearbeitung des Drosseleinlasses 64 zu ermöglichen.

[0084] Die zur zweiten Stirnseite 46 hin vollflächig offene, taschenförmige Vertiefung 76 ist quaderförmig mit abgerundeten Kanten ausgebildet. Die langen Seiten 80 verlaufen parallel zur Radialen, zu welcher der Drosseleinlass 64 zentrisch ausgebildet ist. Die kurzen Seiten 82 verlaufen rechtwinklig dazu. Radial innen ist somit der Drosseldurchlass 48 durch eine dünne Wandung vom Drosselzulass 66 über die gesamte axiale Länge getrennt.

[0085] Alternativ ist es auch möglich, die zweiten Seiten, in Draufsicht, halbkreisförmig zu formen.

[0086] Die zweite Stirnseite 46 weist einen um die diesseitige Mündung 84 des Drosselzulasses 66 herumverlaufenden, in sich geschlossenen, ringförmigen Mündungsdichtwulst 86 auf. Entlang der radial aussen liegenden Mantelfläche 88 des Schieberventilkörpers 42 weist die zweite Stirnseite 46 einen in sich geschlossenen, kreisförmigen Ringdichtwulst 90 auf. Die Ringdichtflächen am axialen freien Ende des Mündungsdichtwulstes 86 und des Ringdichtwulstes 90 liegen in einer gemeinsamen Ebene, welche rechtwinklig zur Längsachse 38 verläuft. Der Mündungsdichtwulst 86 und der Ringdichtwulst 90 wirken mit dem durch die Frontseite 52 des Steuerkörpers 50 gebildeten Schieberventilsitz 54 zusammen.

[0087] Eine ringscheibenförmige Stirnvertiefung 92 ist radial innen vom Mündungsdichtwulst 86 und radial aussen vom Ringdichtwulst 90 begrenzt. Die taschenförmige Vertiefung 76 ist zur Stirnvertiefung 92 hin vollflächig offen.

[0088] Die Tiefe der Stirnvertiefung 92 und somit die Höhe des Mündungsdichtwulsts 86 und des Ringdichtwulsts 90 sind gering; beispielsweise zwischen 0.05 mm und 0.20 mm.

[0089] Wie dies insbesondere aus den Fig. 3, 4 bis 7

hervorgeht, ist bei der gezeigten Ausführungsform des Schieberventilkörpers 42 im Bereich der zweiten Stirnseite 46 eine dauernde Verbindung zwischen dem Steuerdurchlass 58 und dem Drosseldurchlass 48 garantiert, unabhängig von der Drehlage des Schieberventilkörpers 42 relativ zum Steuerkörper 50. Weiter weisen die durch den Mündungsdichtwulst 86 und den Ringdichtwulst 90 gebildeten Ringdichtflächen eine geringe radiale Breite auf, was einerseits zu einer geringen Adhäsion zwischen dem Schieberventilkörper 42 und dem Steuerkörper 50 führt und andererseits bei Anliegen des Schieberventilkörpers 42 am Steuerkörper 50 zu einer guten Dichtwirkung gegenüber dem Hochdruckraum 20 führt.

[0090] Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass in einem an die zweite Stirnseite 46 angrenzenden Endbereich die Mantelfläche 88 gegen das diesseitige Ende des Schieberventilkörpers 42 hin, in die Anfasungen 78 reichend, mit einer Aussenverjüngung 148, im gezeigten Ausführungsbeispiel konisch verjüngend ausgebildet ist. Dies stellt sicher, dass in diesem Bereich um den Schieberventilkörper 42 herum immer unter Hochdruck stehender Brennstoff vorhanden ist und somit symmetrische hydraulische Kräfte auf den Schieberventilkörper 42 einwirken.

[0091] Dieser Effekt wird ergänzt durch eine an der Steuerhülse 36 im diesseitigen Endbereich radial innen vorhandene Ringausnehmung 94, siehe Fig. 3, welche über den Durchlass 56 mit dem Hochdruckraum 20 verbunden ist.

[0092] Infolge der Aussenverjüngung 148 ist eine druckwirksame Ringfläche mit einem Aussendurchmesser D1 und einem Innendurchmesser D2 (siehe Fig. 4) vorhanden, welche mit dem unter Hochdruck stehen Brennstoff beaufschlagt ist. Dadurch wirkt auf den Schieberventilkörper 42, wenn er am Steuerkörper 50 anliegt, eine durch den unter Hochdruck stehenden Brennstoff erzeugte Druckkraft in Richtung vom Steuerkörper 50 weg und zum Steuerraum 32 hin. Der Durchmesser D1 entspricht dem Durchmesser der engen Gleitpassung 40 und der Durchmesser D2 entspricht dem Aussendurchmesser des Ringdichtwulsts 90 und somit des Schieberventilsitzes 54.

[0093] Die über ihre gesamte Länge einen kreisförmigen Querschnitt aufweisende Ausnehmung 70 des Schieberventilkörpers 42 erstreckt sich, in Richtung der Längsachse 38 und von der ersten Stirnseite 44 her gemessen, über eine Länge L von etwa drei Vierteln des Abstandes A zwischen der ersten Stirnseite 44 und der zweiten Stirnseite 46. Etwa mittig zwischen der ersten Stirnseite 44 und der zweiten Stirnseite 46 weist die Ausnehmung 70 eine den Querschnitt verengende Schulter 96 auf, an welcher, wie dies die Fig. 1 bis 3 zeigen, ein Federelement 98 abgestützt ist.

[0094] Von der ersten Stirnseite 44 her gemessen weist die Ausnehmung bei etwa einem Drittel des Abstandes A zwischen der ersten Stirnseite 44 und zweiten Stirnseite 46 eine konische Verjüngung 100 auf. Dadurch

ist sichergestellt, dass das Federelement 98 mit seinem diesseitigen Endbereich, zwischen der konischen Verjüngung 100 und der Schulter 96, sicher gehalten ist, jedoch zwischen der ersten Stirnseite 44 und der konischen Verjüngung 100 nicht am Schieberventilkörper 42 anliegt.

[0095] Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist der kleinste Querschnitt der Ausnehmung 70, im kreiszylindrischen Abschnitt zwischen der Schulter 96 und dem Boden 72 der Ausnehmung 70, etwa acht Mal grösser als die Summe der Querschnitte des Drosselzulasses 66 und des Drosseldurchlasses 48. Im Bereich von der ersten Stirnseite 44 bis zur Schulter 96 ist selbst bei eingesetztem Federelement 98 dieses Verhältnis noch grösser. Folglich hat die Ausnehmung 70 keine Drosselwirkung auf den Brennstoff, welcher durch den Drosselzulaß 66 und den Drosseldurchlass 48 strömt.

[0096] Die Ausbildungsform der ersten Stirnseite 44 ist aus den Fig. 4 und 7 besonders gut erkennbar. An der ansonsten ebenen ersten Stirnseite 44 sind sechs, in Umfangsrichtung gleichmässig verteilte, trapezförmige, in axialer Richtung vorstehende Anschlagnocken 104 ausgebildet, welche durch Stirnvertiefungen 102 voneinander getrennt sind. Die Anschlagnocken 104 sind dazu bestimmt, mit einer an der Steuerhülse 36 auf deren Innenseite ausgebildeten Anschlagschulter 106 (siehe Fig. 3) zusammen zu wirken. Diese Ausbildung des Schieberventilkörpers 42 auf der ersten Stirnseite 44 gewährleistet minimale Adhäsionskräfte zwischen der Anschlagschulter 106 und dem Schieberventilkörper 42, wenn dieser sich, infolge der Druckverhältnisse, von der Anschlagschulter 106 weg in Richtung zum Steuerkörper 50 bewegen will.

[0097] Wie dies Fig. 2 und 3 zeigen, weist die dem Schieberventilkörper 42 zugewandte Endfläche 30 des Einspritzventilgliedes 80 zentral einen vorstehenden Noppen 108 auf, welcher vom diesseitigen Endbereich des Federelements 98 umgriffen ist. Dadurch ist auch diesseitig das Federelement 98 zentrisch gehalten.

[0098] Die vom Federelement 98 erzeugte Federkraft ist gegenüber jener der Schliessfeder 24 klein, garantiert jedoch, dass bei hydraulischem Druckausgleich beidseits des Schieberventilkörpers 42 dieser am Steuerkörper 50 anliegt.

[0099] Der Schieberventilkörper 42 kann sich somit um den in Fig. 3 mit H2 bezeichneten Hub zwischen der Anschlagschulter 106 und dem Steuerkörper 50 hin und her bewegen. In der Fig. 3 ist der Schieberventilkörper 42 an der Anschlagschulter 106 anliegend und somit vom Steuerkörper 50 um den maximalen Hub H2 abgehoben gezeigt.

[0100] Weiter ist in Fig. 3 mit H1 der maximale Hub des Einspritzventilgliedes 22 angedeutet. Bei der in der Fig. 3 gezeigten Stellung liegt das Einspritzventilglied 22 am Einspritzventilsitz 18 an. Dieser maximale Hub H1 ist jedoch nur möglich, wenn der Schieberventilkörper 42 am Steuerkörper 50 anliegt.

[0101] Kommt bei einem Einspritzvorgang der Steuer-

kolben 26 des Einspritzventilglieds 22 am Schieberventilkörper 42 zur Anlage, stellen die Anschlagnocken 104 ebenfalls minimale Adhäsionsverhältnisse zwischen dem Schieberventilkörper 42 und dem Einspritzventilglied 22 sicher.

[0102] Die enge Passung 34 für den Steuerkolben 26 weist eine Toleranz von 2 μm bis 10 μm und die Gleitpassung 40 für den Schieberventilkörper 40 weist ebenfalls eine Toleranz von 2 μm bis 10 μm auf. Der Hub H2 des Schieberventilkörpers 42 beträgt ca. 0.04 mm bis ca. 0.10 mm und der Hub H1 des Einspritzventilgliedes 22 beträgt ca. 0.30 mm bis ca. 0.50 mm, abhängig von der Grösse der Brennräume 12 des Verbrennungsmotors.

[0103] Ebenfalls abhängig von der Grösse der Brennräume 12 des Verbrennungsmotors beträgt beispielsweise der Durchmesser des Drosselzulasses 66 ca. 0.30 mm bis ca. 0.80 mm, des Drosselabschnitts 74 ca. 0.10 mm bis ca. 0.25 mm, des Drosseleinlasses 64 ca. 0.10 mm bis ca. 0.25 mm und der engsten Stelle des Steuerdurchlasses ca. 0.20 mm bis ca. 0.45 mm.

[0104] Im Folgenden werden die übrigen in den Fig. 1 bis 3 gezeigten Komponenten des Brennstoffeinspritzventils 10 beschrieben.

[0105] Das Gehäuse 14 weist einen im wesentlichen kreiszylinderförmigen Speicherkörper 110 auf, an welchem stirnseitig der Hochdruckeinlass 16 ausgebildet ist. Vom Hochdruckeinlass 16 bis in einen von diesem abgewandten Endbereich des Speicherkörpers 110 verläuft eine sacklochartige Bohrung, welche eine diskrete Speicherkammer 112 bildet.

[0106] In diese sacklochartige Bohrung ist vom Hochdruckeinlass 16 her ein kegelstumpfförmiger Träger 114 mit einem becherförmigen Filter 116 für den Brennstoff eingesetzt. Der Träger 114 kann auch als Ventilträger mit einem Rückschlagventil ausgebildet sein, wie dies aus dem Dokument WO 2014/131497 A1 bekannt ist.

[0107] Vom Boden der die diskrete Speicherkammer 112 bildenden sacklochartigen Bohrung verläuft bis zur diesseitigen Stirnseite des Speicherkörpers 110, bezüglich der Längsachse 38 schräg in radialer Richtung gegen aussen verlaufend ein Abschnitt eines Brennstoffkanals 118.

[0108] Bezüglich dieses Abschnitts des Brennstoffkanals 118, zur Längsachse 38 radial gegenüber liegend, verläuft von der diesseitigen Stirnseite des Speicherkörpers 110 in diesem eine Bohrung 120 zu einem elektrischen Steueranschluss 122 hin. Vom Steueranschluss 122 bis zu einem Anschlussstecker 124 verläuft in der Bohrung 120 eine elektrische Steuerleitung 126 zur Ansteuerung des Pilotventils 60.

[0109] Ein allgemein bekannter, elektromagnetischer Aktuator 128 ist in einem Zwischenkörper 130 des Gehäuses 14 untergebracht, welcher dichtend auf der dem Hochdruckeinlass 16 abgewandten Stirnseite am Speicherkörper 110 anliegt. Die Spule des Aktuators 128 ist mit dem Anschlussstecker 124 elektrisch verbunden.

[0110] Ein zweiter Abschnitt des Brennstoffkanals 118 verläuft seitlich des Aktuators 128 parallel zur Längs-

achse 38 durch den Zwischenkörper 130 hindurch.

[0111] Das Pilotventil 60 weist einen Stössel 132 auf - Fig. 2 und 3 - welcher vom Aktuator 128 betätigt wird, um den Steuerdurchlass 58 mit dem Niederdruckraum 62 zu verbinden beziehungsweise von diesem abzutrennen. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass die Drehlage des Zwischenkörpers 130 zum Speicherkörper 110 durch Positionierstifte festgelegt ist.

[0112] An der dem Speicherkörper 110 abgewandten Stirnseite des Zwischenkörpers 130 liegt ein Düsenkörper 134 dichtend an, an welchem der Einspritzventilsitz 18 ausgebildet ist.

[0113] Eine Überwurfmutter 136 stützt sich an einer Aussenschulter des Düsenkörpers 134 ab, nimmt in sich den Zwischenkörper 130 auf und ist mit ihrem Innenwinde auf ein Aussengewinde des Speicherkörpers 110 gewindet, sodass der Düsenkörper 134 am Zwischenkörper 130 und dieser am Speicherkörper 110 dichtend anliegen.

[0114] Im Düsenkörper 134 verläuft ein dritter Abschnitt des Brennstoffkanals 118, vom zweiten Abschnitt im Zwischenkörper 130 schräg in radialer Richtung gegen innen in eine zur Längsachse 38 rotationssymmetrisch ausgebildete Steuerausnehmung 138, welche von der dem Zwischenkörper 130 zugewandten Stirnseite des Düsenkörpers 134 bis zum Einspritzventilsitz 18 verläuft.

[0115] In einem dem Zwischenkörper 130 zugewandten Endbereich dieser Steuerausnehmung 138 befindet sich der stirnseitig am Zwischenkörper 130 dichtend anliegende Steuerkörper 50, dessen Drehlage mittels eines einerseits in den Steuerkörper 50 eingesetzten und andererseits in den Zwischenkörper 130 eingreifenden Positionierstifts 140 bestimmt ist.

[0116] Ein weiterer Positionierstift 142 greift einerseits in den Düsenkörper 134 und andererseits in den Zwischenkörper 130 ein, um deren gegenseitige Drehlage zu fixieren.

[0117] Die Steuerausnehmung 138, der Brennstoffkanal 118 und die diskrete Speicherkammer 112 bilden den Hochdruckraum 20.

[0118] In einem dem Einspritzventilsitz 18 zugewandten Führungsabschnitt des Düsenkörpers 134 ist die Steuerausnehmung 138 kreiszylinderförmig ausgebildet. Am Führungsabschnitt ist das in der Steuerausnehmung 138 befindliche Einspritzventilglied 122 mit in Umfangsrichtung voneinander beabstandeten, in Richtung der Längsachse 38 verlaufenden Führungsvorsprüngen 144 in Richtung der Längsachse 38 frei beweglich geführt. Zwischen den Führungsvorsprüngen 144 kann der Brennstoff praktisch ungehindert zum Einspritzventilsitz 18 gelangen.

[0119] Stromabwärts des konisch ausgebildeten Einspritzventilsitzes 18 sind am Düsenkörper 134 in bekannter Art und Weise Düsendurchlässe 146 ausgebildet, durch welche bei einem Einspritzvorgang Brennstoff in den Brennraum 12 eingedüst wird.

[0120] In einem Mittelabschnitt der Steuerausneh-

mung 138 befindet sich die Steuerhülse 136, welche durch die Schliessfeder 24 am Steuerkörper 50 in Anlage gehalten ist, wobei sich die Schliessfeder 24 andererseits am Einspritzventilglied 22 abstützt.

[0121] Wie weiter oben beschrieben, ist sowohl der doppelwirkende Steuerkolben 26 als auch der zwischen diesem und dem Steuerkörper 50 an der Steuerhülse 36 in enger Gleitpassung 40 geführte Schieberventilkörper 42 in der Steuerhülse 36 angeordnet.

[0122] Das Brennstoffeinspritzventil 10 funktioniert wie folgt: Im Ruhezustand trennt das Pilotventil 60 den Steuerdurchlass 58 vom Niederdruckraum 62 ab. Der Schieberventilkörper 42 liegt mit seiner zweiten Stirnseite 46 an der Frontseite 52 des Steuerkörpers 50 dichtend an. Im Steuerraum 32, im Steuerdurchlass 58, im Drosselzulass 66, im Drosseldurchlass 48 und in der Stirnvertiefung 92 befindet sich unter Hochdruck stehender Brennstoff, wobei das Einspritzventilglied 22 am Einspritzventilsitz 18 anliegt.

[0123] Zum Auslösen eines Einspritzvorgangs wird der Aktuator 128 angeregt, wodurch das Pilotventil 60, durch Abheben des Stössels 132 ab dem Steuerkörper 50, den Steuerdurchlass 58 mit dem Niederdruckraum 62 verbindet. Da der engste hydraulische Querschnitt des Steuerdurchlasses 58 grösser ist als der Strömungsquerschnitt des Drosseleinlasses 64, strömt aus dem Steuerraum 32 durch den Drosseldurchlass 48 Brennstoff zum Niederdruckraum 62, was zu einer raschen Druckabsenkung im Steuerraum 32 und einem damit verbundenen Abheben des Einspritzventilglieds 22 ab dem Einspritzventilsitz 18 führt. Sobald das Einspritzventilglied 22 vom Einspritzventilsitz 18 abgehoben ist, erfolgt das Einspritzen von unter Hochdruck stehendem Brennstoff durch die Düsendurchlässe 146 hindurch in den Brennraum 12.

[0124] Zum Beenden eines Einspritzvorgangs wird der Aktuator 128 entregt, wodurch sich der Stössel 132 des Pilotventils 60 am Steuerkörper 50 wieder anlegt und dadurch den Steuerdurchlass 58 verschliesst. Da jetzt kein Brennstoff mehr in den Niederdruckraum 62 ausströmen kann, jedoch durch den Drosseleinlass 64 Brennstoff nachfliesst, erhöht sich der Druck des Brennstoffs im Steuerdurchlass 58, in der Vertiefung 76 und somit in der Stirnvertiefung 92 schneller als im Steuerraum 32, in welchem durch den Drosselabschnitt 74 des Drosseldurchlasses 48 weniger schnell Brennstoff nachfliessen kann. Der erhöhte Druck des Brennstoffs auf der zweiten Stirnseite 46 gegenüber dem tieferen Druck auf der ersten Stirnseite 44 zusammen mit der Druckkraft auf die Ringfläche führt dazu, dass sich der Schieberventilkörper 42 rasch vom Steuerkörper 50 abhebt und dadurch der Spalt 68 dazwischen gebildet wird. Dies führt über den Drosselzulass 66 zu einem rascheren Druckanstieg im Steuerraum 32, was dazu führt, dass das Einspritzventilglied 22, unterstützt durch die Kraft der Schliessfeder 24, sich in Richtung gegen den Einspritzventilsitz 18 bewegt und an diesem zur Anlage kommt, was zur Beendigung des Einspritzvorgangs führt.

[0125] Sobald der Druck auf der ersten Stirnseite 44 und der zweiten Stirnseite 46 des Schieberventilkörpers 42 etwa ausgeglichen ist, bewegt sich der Schieberventilkörper 42 wieder, unter Wirkung des Federelements 98, in Anlage an den Steuerkörper 50.

[0126] Ist kein Drosseleinlass 64 vorhanden, kann das Brennstoffeinspritzventil und insbesondere der Schieberventilkörper 42 ansonsten gleich ausgebildet sein wie beschrieben und in den Figuren dargestellt.

[0127] Die Funktionsweise beim Einleiten eines Einspritzvorgangs ist gleich wie oben beschreiben, mit der Ausnahme, dass vom Hochdruckraum 20 her kein Brennstoff nachfliessen kann und somit der Druckabfall im Steuerraum 32 etwas schneller erfolgt.

[0128] Wird zum Beenden eines Einspritzvorgangs der Steuerdurchlass 58 verschlossen, hebt der Schieberventilkörper 42 vom Steuerkörper 50 ab, sobald die auf die zweite Stirnseite 46 wirkende Kraft des Brennstoffs zusammen mit der weiter oben erwähnten Druckkraft auf die Ringfläche grösser ist als die vom Brennstoff im Steuerraum 32 und dem gegebenenfalls vorhandenen Federelement 98 auf den Schieberventilkörper 42 wirkenden Kraft. Sobald der Schieberventilkörper 42 vom Steuerkörper 50 abgehoben ist, fliesst über den so gebildeten Spalt 68 und den Drosselzulass 66 sowie den Drosseldurchlass 48 Brennstoff vom Hochdruckraum in den Steuerraum 32 nach, was zu einem raschen Druckanstieg im Steuerraum 32 und einer damit verbundene Bewegung des Einspritzventilglieds 22 auf den Einspritzventilsitz 18 zu führt.

Patentansprüche

1. Brennstoffeinspritzventil zur intermittierenden Brennstoffeinspritzung in den Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine, mit einem einen Hochdruckeinlass (16) für den unter Hochdruck stehenden Brennstoff und einen Einspritzventilsitz (18) aufweisenden Gehäuse (14), einem im Gehäuse (14) angeordneten, vom Hochdruckeinlass (16) zum Einspritzventilsitz (18) sich erstreckenden Hochdruckraum (20), einem zum Zusammenwirken mit dem Einspritzventilsitz (18) bestimmten, im Gehäuse (14) längsbeweglich angeordneten und in Richtung gegen den Einspritzventilsitz (18) federbelasteten Einspritzventilglied (22), einem am Einspritzventilglied (22) ausgebildeten, doppelwirkenden Steuerkolben (26), der einerseits den Hochdruckraum (20) und andererseits einen Steuerraum (32) begrenzt, einem in einer, eine Längsachse (38) definierenden Gleitpassung (40) geführten Schieberventilkörper (42), der eine dem Steuerraum (32) zugewandte erste Stirnseite (44), eine dieser gegenüberliegende zweite Stirnseite (46) und einen zwischen diesen Stirnseiten (44, 46) angeordneten Drosseldurchlass (48) aufweist, einem Steuerkörper (50), welcher mit seiner dem Schieberventilkörper (42) zugewandten

- Frontseite (52) einen mit der zweiten Stirnseite (46) des Schieberventilkörpers (42) zusammenwirkenden Schieberventilsitz (54) bildet sowie einen von der Frontseite (52) ausgehenden, mit dem Drosseldurchlass (48) strömungsverbundenen und mittels eines Pilotventils (60) mit einem Niederdruckraum (62) verbindbaren und von diesem abtrennbaren Steuerdurchlass (58) aufweist, wobei der Drosseldurchlass (48) und der Steuerdurchlass (58) über einen beim Abheben des Schieberventilkörpers (42) vom Schieberventilsitz (54) sich bildenden Spalt (68) mit dem Hochdruckraum (20) strömungsverbunden sind, und der Schieberventilkörper (42) einen von der zweiten Stirnseite (46) ausgehenden, in den Stellraum (32) mündenden Drosselzulass (66) aufweist, der bei am Steuerkörper (50) anliegendem Schieberventilkörper (42) verschlossen und bei vom Steuerkörper (50) abgehobenem Schieberventilkörper (42) mit dem Hochdruckraum (20) verbunden ist, wobei am Schieberventilkörper (42) eine von der ersten Stirnseite (44) ausgehende, sacklochförmige und wenigstens annähernd zentrisch zur Längsachse (38) verlaufende Ausnehmung (70) ausgebildet ist, von dieser Ausnehmung (70) aus der Drosselzugriff (48) ausgeht und zur zweiten Stirnseite (46) verläuft sowie in diese Ausnehmung (70) der Drosselzugriff (66) mündet, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stellraum (32) umfangsseitig durch eine Hülse (36) begrenzt ist, an welcher der Steuerkolben (26) in einer engen Passung gleitend geführt ist und an welcher sich eine Schliessfeder (24) abstützt, welche andererseits am Einspritzventilglied (22) abgestützt ist und dieses in Richtung zum Einspritzventilsitz (18) mit seiner Federkraft beaufschlägt, und dass die Gleitpassung (40), in welcher der Schieberventilkörper (42) geführt ist, ebenfalls an der Hülse (36) ausgebildet ist.
2. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drosselzugriff (48) eine am Schieberventilkörper (42) ausgebildete, zur zweiten Stirnseite (46) hin offene, vorzugsweise taschenförmige Vertiefung (76) aufweist, in welche ein Drosselabschnitt (74) des Drosselzugriffes (48) mündet.
 3. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drosselzugriff (66) wenigstens annähernd parallel zu Längsachse (38) verläuft und wenigstens annähernd an die Längsachse (38) angrenzt.
 4. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Stirnseite (46) einen vorzugsweise unmittelbar um eine diesseitige Mündung (84) des Drosselzugriffes (66) herumverlaufenden, ringförmigen Mündungsdichtwulst (86) und einen entlang der radial aussen liegenden Mantelfläche (88) des Schieberventilkörpers (42) verlaufenden Ringdichtwulst (90) aufweist, wobei der Mündungsdichtwulst (86) und der Ringdichtwulst (90) dazu bestimmt sind, mit dem Schieberventilsitz (54) zusammenzuwirken, und wobei der Mündungsdichtwulst (86) radial innen und der Ringdichtwulst (90) radial aussen eine ringscheibenförmige Stirnvertiefung (92) begrenzen, in welche der Drosselzugriff (48) mündet und welche zum Steuerkörper (50) hin vorzugsweise ganzflächig offen ist.
 5. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 2 und 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vertiefung (76) zur Stirnvertiefung (92) hin vorzugsweise ganzflächig offen ist.
 6. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Federelement (98) in der Ausnehmung (70) angeordnet ist, welches sich einerseits in der Ausnehmung (70) am Schieberventilkörper (42) und andererseits am Einspritzventilglied (22) abstützt.
 7. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die von der ersten Stirnseite (44) her in Richtung der Längsachse (38) gemessene Länge (L) der Ausnehmung (70) mindestens die Hälfte, bevorzugt wenigstens annähernd Dreiviertel des Abstandes (A) zwischen der ersten und der zweiten Stirnseite (44, 46) beträgt.
 8. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der kleinste Querschnitt der Ausnehmung (70) mindestens fünf Mal so gross ist wie die Summe der kleinsten Querschnitte des Drosselzugriffes (66) und des Drosselzugriffes (56).
 9. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drosselzugriff (48) und der Steuerdurchlass (58) über einen am Schieberventilkörper (42) ausgebildeten Drosseleinlass (64), vorzugsweise dauernd mit dem Hochdruckraum (20) strömungsverbunden sind.
 10. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 2 und 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drosseleinlass (64) in die Vertiefung (76) mündet.
 11. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schieberventilkörper (42) in einem der zweiten Stirnseite (46) zugewandten Endabschnitt, radial aussen, eine umlaufende Aussenvorverjüngung (148) aufweist, welche mit dem unter Hochdruck stehendem Brennstoff beaufschlägt ist.

Claims

1. Fuel injection valve for intermittent fuel injection into the combustion chamber of an internal combustion engine, with a housing (14) having a high-pressure inlet (16) for the fuel under high pressure and an injection valve seat (18), a high-pressure chamber (20) arranged in the housing (14) and extending from the high-pressure inlet (16) to the injection valve seat (18), an injection valve member (22) intended for cooperation with the injection valve seat (18), arranged longitudinally movably in the housing (14) and spring-loaded in the direction towards the injection valve seat (18), a double-acting control piston (26) formed on the injection valve member (22), which delimits the high-pressure chamber (20) on the one hand and a control chamber (32) on the other hand, a spool valve body (42) which is guided in a sliding fit (40) defining a longitudinal axis (38) and which has a first end face (44) facing the control chamber (32), a second end face (46) opposite thereto and a throttle passage (48) arranged between these end faces (44, 46), a control body (50), which, with its front side (52) facing the spool valve body (42), forms a spool valve seat (54) interacting with the second end face (46) of the spool valve body (42) and has a control passage (58) which extends from the front side (52), is flow-connected to the throttle passage (48), can be connected to a low-pressure chamber (62) and separated therefrom by means of a pilot valve (60), wherein the throttle passage (48) and the control passage (58) are flow-connected to the high-pressure chamber (20) via a gap (68) which forms when the spool valve body (42) is lifted from the spool valve seat (54), and the spool valve body (42) has a throttle admission (66) which extends from the second end face (46) and opens into the control chamber (32), which is closed when the spool valve body (42) lies against the control body (50) and is connected to the high-pressure chamber (20) when the spool valve body (42) is lifted from the control body (50), wherein a recess (70) in the form of a blind hole extending from the first end face (44) and running at least approximately centrally to the longitudinal axis (38) is formed on the spool valve body (42), the throttle passage (48) extends from this recess (70) and runs to the second end face (46) and the throttle admission (66) opens into this recess (70), **characterized in that** the control chamber (32) is circumferentially bounded by a sleeve (36), on which the control piston (26) is guided in a sliding manner in a tight fit and on which a closing spring (24) is supported, which, on the other hand, is supported on the injection valve member (22) and acts on the latter with its spring force in the direction of the injection valve seat (18), and **in that** the sliding fit (40), in which the spool valve body (42) is guided, is also formed on the sleeve (36).
2. Fuel injection valve according to claim 1, **characterized in that** the throttle passage (48) has a preferably pocket-shaped depression (76) which is formed on the spool valve body (42), is open towards the second end face (46) and into which a throttle section (74) of the throttle passage (48) opens.
3. Fuel injection valve according to claim 1 or 2, **characterized in that** the throttle admission (66) extends at least approximately parallel to the longitudinal axis (38) and is at least approximately adjacent to the longitudinal axis (38).
4. Fuel injection valve according to one of claims 1 to 3, **characterized in that** the second end face (46) has an annular orifice sealing bead (86) extending preferably directly around an orifice (84) on this side of the throttle admission (66) and an annular sealing bead (90) extending along the radially outer shell surface (88) of the spool valve body (42), wherein the orifice sealing bead (86) and the annular sealing bead (90) are intended to cooperate with the spool valve seat (54), and wherein the orifice sealing bead (86) radially inwardly and the annular sealing bead (90) radially outwardly delimit an annular disk-shaped end depression (92) into which the throttle passage (48) opens and which is open preferably over its entire surface towards the control body (50).
5. Fuel injection valve according to claims 2 and 4, **characterized in that** the depression (76) is open preferably over its entire surface towards the end depression (92).
6. Fuel injection valve according to one of claims 1 to 5, **characterized in that** a spring element (98) is arranged in the recess (70), which is supported in the recess (70) on the spool valve body (42) on the one hand and on the injection valve member (22) on the other hand.
7. Fuel injection valve according to one of claims 1 to 6, **characterized in that** the length (L) of the recess (70) measured from the first end face (44) in the direction of the longitudinal axis (38) is at least half, preferably at least approximately three-quarters of the distance (A) between the first and the second end face (44, 46).
8. Fuel injection valve according to one of claims 1 to 7, **characterized in that** the smallest cross-section of the recess (70) is at least five times as large as the sum of the smallest cross-sections of the throttle admission (66) and the throttle passage (56).
9. Fuel injection valve according to one of claims 1 to 8, **characterized in that** the throttle passage (48) and the control passage (58) are flow-connected, pre-

ferably permanently, to the high-pressure chamber (20) via a throttle inlet (64) formed on the spool valve body (42).

10. Fuel injection valve according to claims 2 and 9, **characterized in that** the throttle inlet (64) opens into the depression (76). 5
11. Fuel injection valve according to one of claims 1 to 10, **characterized in that** the spool valve body (42) has, in an end section facing the second end face (46), radially outwards, a circumferential outer taper (148) which is acted upon by the fuel under high pressure. 10

Revendications

1. Valve d'injection de carburant pour l'injection intermittente de carburant dans la chambre de combustion d'un moteur à combustion interne, avec un boîtier (14) ayant une entrée haute pression (16) pour le carburant sous haute pression et un siège de valve d'injection (18), une chambre haute pression (20) disposée dans le boîtier (14) et s'étendant de l'entrée haute pression (16) au siège de valve d'injection (18), un élément de valve d'injection (22) destiné à coopérer avec le siège de valve d'injection (18), disposé longitudinalement de manière mobile dans le boîtier (14) et chargé par ressort en direction du siège de valve d'injection (18), un piston de commande à double effet (26) formé sur l'élément de valve d'injection (22), qui délimite la chambre haute pression (20) d'une part et une chambre de commande (32) d'autre part, un corps de vanne à tiroir (42) qui est guidé dans un ajustement coulissant (40) définissant un axe longitudinal (38) et qui présente une première face d'extrémité (44) tournée vers la chambre de commande (32), une deuxième face d'extrémité (46) opposée à celle-ci et un passage d'étranglement (48) disposé entre ces faces d'extrémité (44, 46), un corps de commande (50) qui, avec sa face avant (52) tournée vers le corps de vanne à tiroir (42), forme un siège de vanne à tiroir (54) en interaction avec la deuxième face d'extrémité (46) du corps de vanne à tiroir (42) et possède un passage de commande (58) qui s'étend depuis la face avant (52), est relié au passage d'étranglement (48), peut être relié à une chambre basse pression (62) et séparé de celle-ci au moyen d'une vanne pilote (60), dans lequel le passage d'étranglement (48) et le passage de commande (58) sont reliés à la chambre haute pression (20) par un espace (68) qui se forme lorsque le corps du tiroir (42) est soulevé du siège de vanne à tiroir (54), et le corps de vanne à tiroir (42) a une admission d'étranglement (66) qui s'étend de la deuxième face d'extrémité (46) et s'ouvre dans la chambre de commande (32), qui 20 25 30 35 40 45 50 55

est fermée lorsque le corps de vanne à tiroir (42) repose contre le corps de commande (50) et est reliée à la chambre haute pression (20) lorsque le corps de vanne à tiroir (42) est soulevé du corps de commande (50), dans laquelle un évidement (70) en forme de trou borgne s'étendant à partir de la première face d'extrémité (44) et s'étendant au moins approximativement au centre de l'axe longitudinal (38) est formé sur le corps de vanne à tiroir (42), le passage de l'étrangleur (48) s'étend de cet évidement (70) jusqu'à la deuxième face d'extrémité (46) et l'admission d'étranglement (66) débouche dans cet évidement (70), **caractérisé en ce que** la chambre de commande (32) est délimitée sur le pourtour par un manchon (36) sur lequel le piston de commande (26) est guidé de manière coulissante dans un ajustement serré et sur lequel un ressort de fermeture (24) est supporté, qui, d'autre part, s'appuie sur l'élément de valve d'injection (22) et agit sur ce dernier avec sa force de ressort en direction du siège de valve d'injection (18), et **en ce que** l'ajustement coulissant (40), dans lequel le corps de vanne à tiroir (42) est guidé, est également formé sur le manchon (36).

2. Valve d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisée par le fait que** le passage d'étranglement (48) présente une dépression (76), de préférence en forme de poche, formée sur le corps de vanne à tiroir (42), ouverte vers la deuxième face d'extrémité (46) et dans laquelle s'ouvre une section d'étranglement (74) du passage d'étranglement (48). 30
3. Valve d'injection de carburant selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée par le fait que** l'admission d'étranglement (66) s'étend au moins approximativement parallèlement à l'axe longitudinal (38) et est au moins approximativement adjacente à l'axe longitudinal (38). 35 40
4. Valve d'injection de carburant selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** la deuxième face d'extrémité (46) comporte un bourrelet annulaire d'étanchéité d'orifice (86) s'étendant de préférence directement autour d'un orifice (84) de ce côté de l'admission d'étranglement (66) et un bourrelet annulaire d'étanchéité (90) s'étendant le long de la surface d'enveloppe radialement extérieure (88) du corps de vanne à tiroir (42), dans lequel le bourrelet d'étanchéité d'orifice (86) et le bourrelet annulaire d'étanchéité (90) sont destinés à coopérer avec le siège de vanne à tiroir (54), et dans lequel le bourrelet d'étanchéité d'orifice (86) radialement vers l'intérieur et le bourrelet annulaire d'étanchéité (90) radialement vers l'extérieur délimitent une dépression d'extrémité en forme de disque annulaire (92) dans laquelle le passage d'étranglement (48) s'ou- 45 50 55

vre et qui est ouverte de préférence sur toute sa surface en direction du corps de commande (50).

5. Valve d'injection de carburant selon les revendications 2 et 4, **caractérisée par le fait que** la dépression (76) est ouverte de préférence sur toute sa surface vers la dépression d'extrémité (92). 5

6. Valve d'injection de carburant selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce qu'un** élément de ressort (98) est disposé dans l'évidement (70), qui est supporté dans l'évidement (70) sur le corps de vanne à tiroir (42) d'une part et sur l'élément de valve d'injection (22) d'autre part. 10
15

7. Valve d'injection de carburant selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** la longueur (L) de l'évidement (70) mesurée à partir de la première face d'extrémité (44) en direction de l'axe longitudinal (38) est au moins égale à la moitié, de préférence au moins environ égale aux trois quarts de la distance (A) entre la première et la deuxième face d'extrémité (44, 46). 20

8. Valve d'injection de carburant selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisée par le fait que** la plus petite section transversale de l'évidement (70) est au moins cinq fois plus grande que la somme des plus petites sections transversales de l'admission d'étranglement (66) et du passage d'étranglement (56). 25
30

9. Valve d'injection de carburant selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisée par le fait que** le passage d'étranglement (48) et le passage de commande (58) sont reliés, de préférence de manière permanente, à la chambre haute pression (20) par une entrée d'étranglement (64) formée sur le corps de vanne à tiroir (42). 35

10. Valve d'injection de carburant selon les revendications 2 et 9, **caractérisée par le fait que** l'entrée d'étranglement (64) s'ouvre dans la dépression (76). 40

11. Valve d'injection de carburant selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisée par le fait que** le corps de vanne à tiroir (42) présente, dans une section d'extrémité faisant face à la deuxième face d'extrémité (46), radialement vers l'extérieur, un cône extérieur circonférentiel (148) qui est sollicité par le carburant sous haute pression. 45
50

55

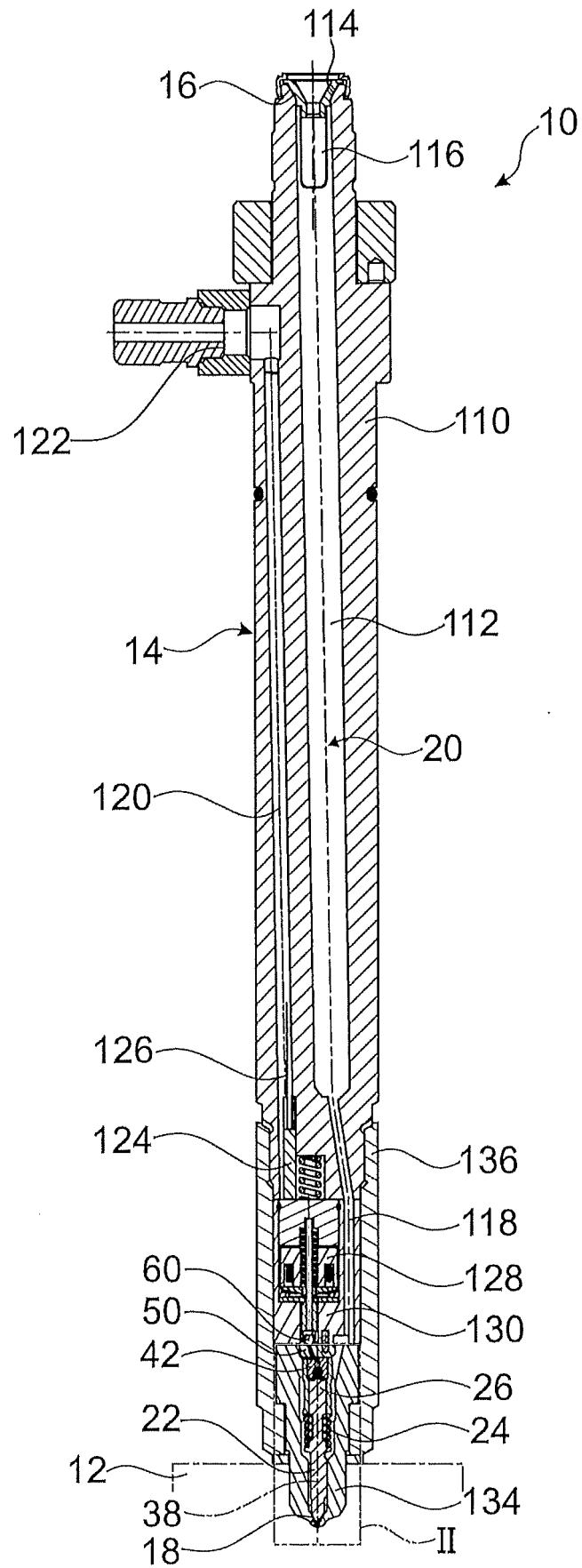


Fig. 1

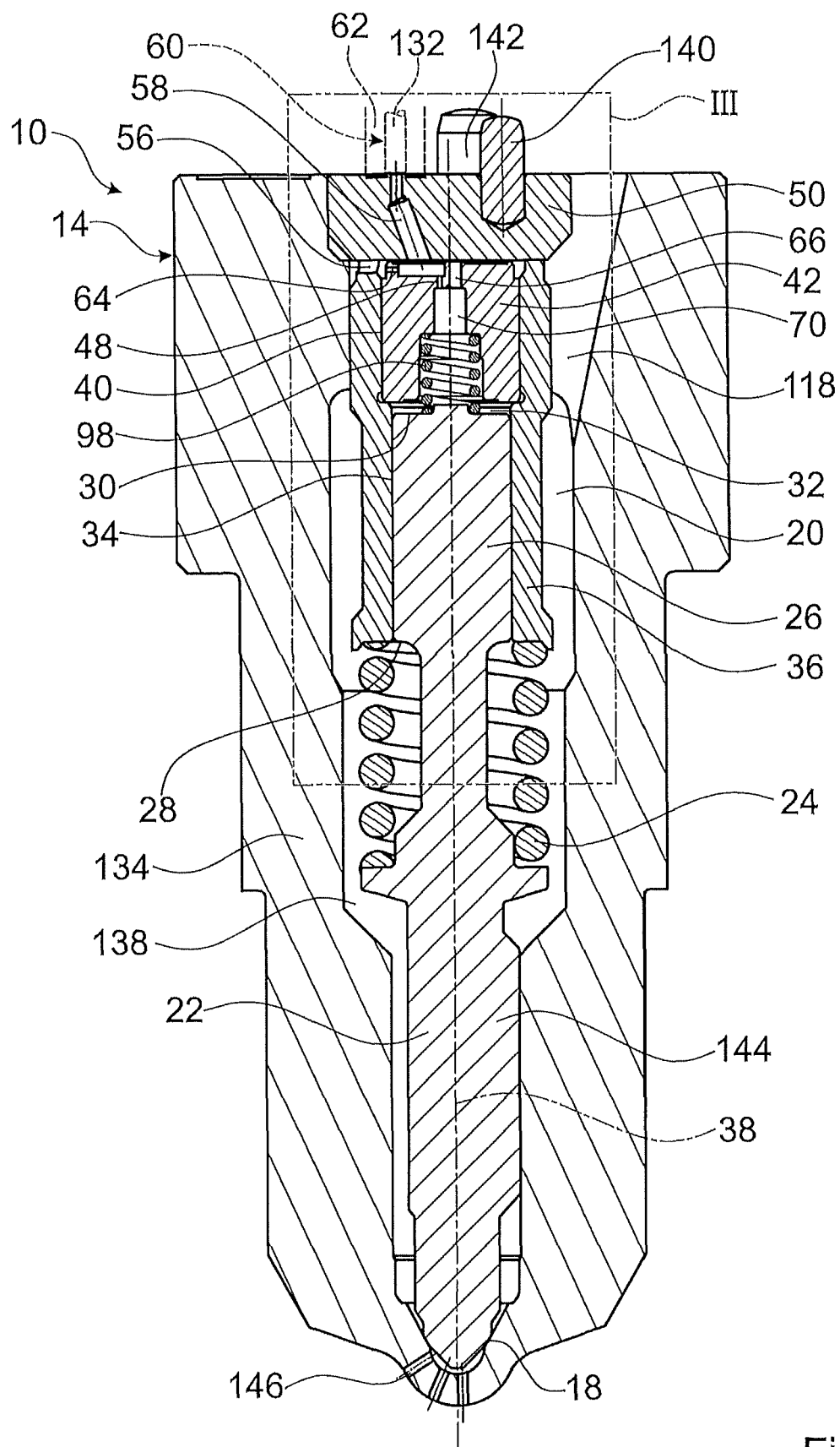


Fig. 2

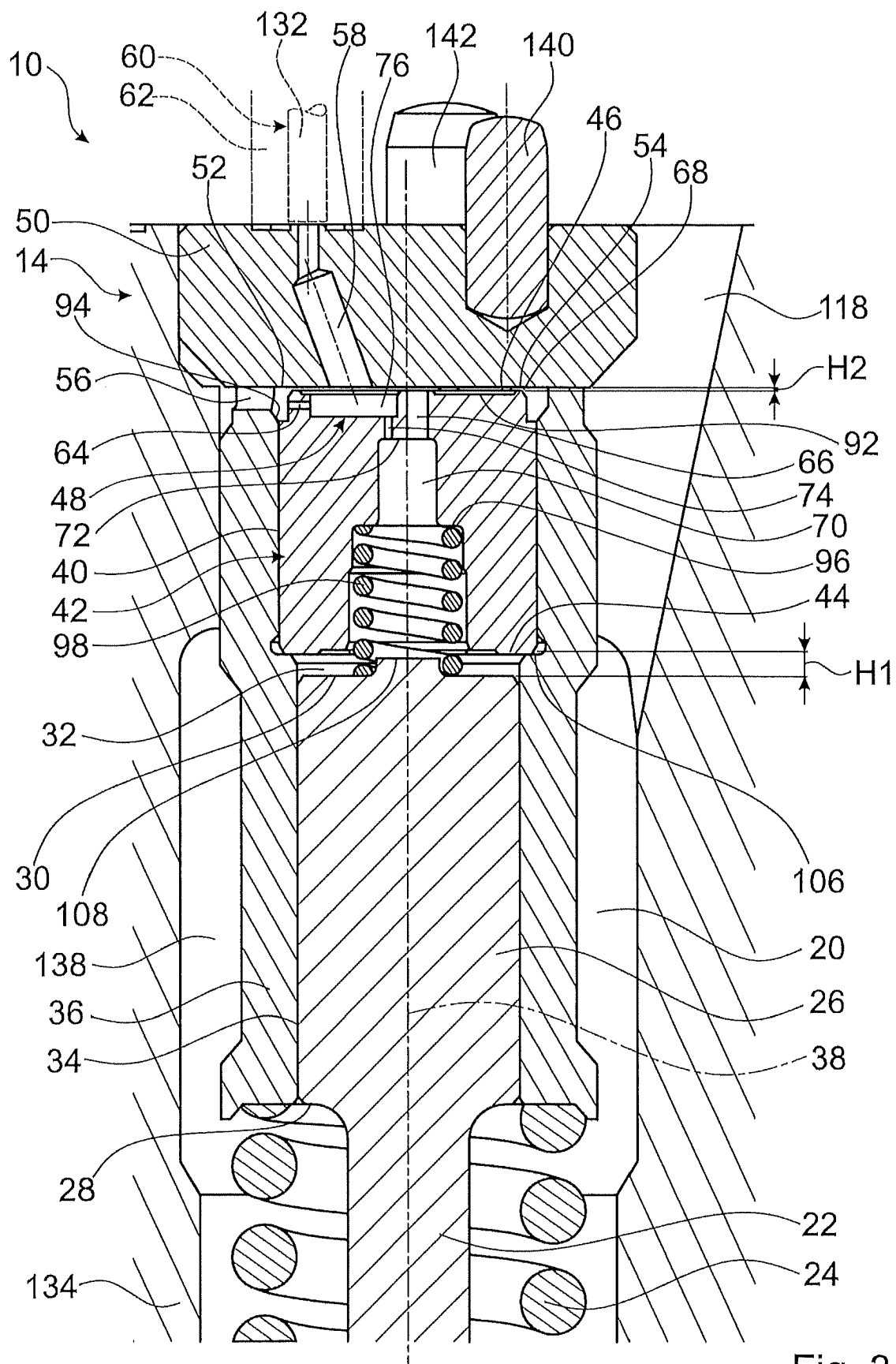


Fig. 3

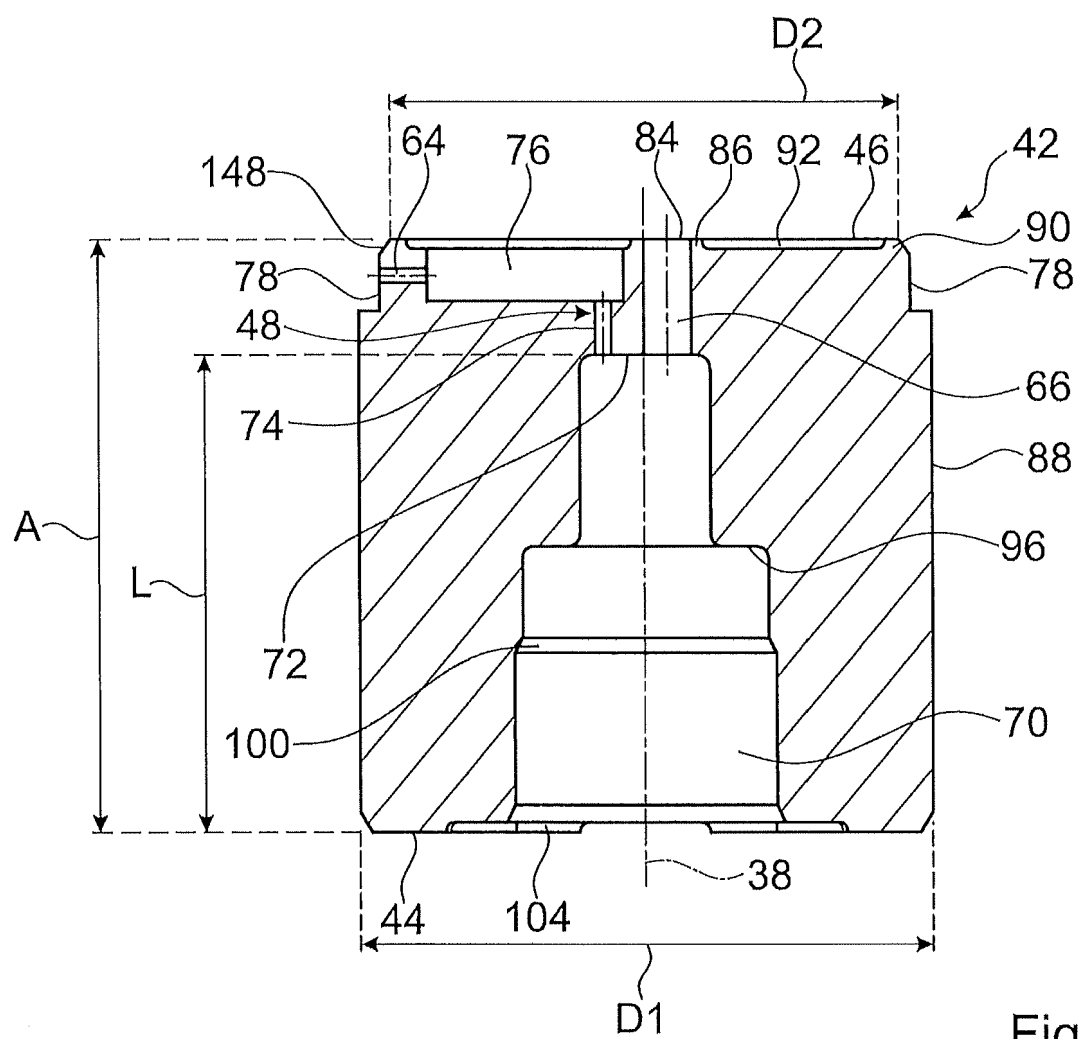


Fig. 4

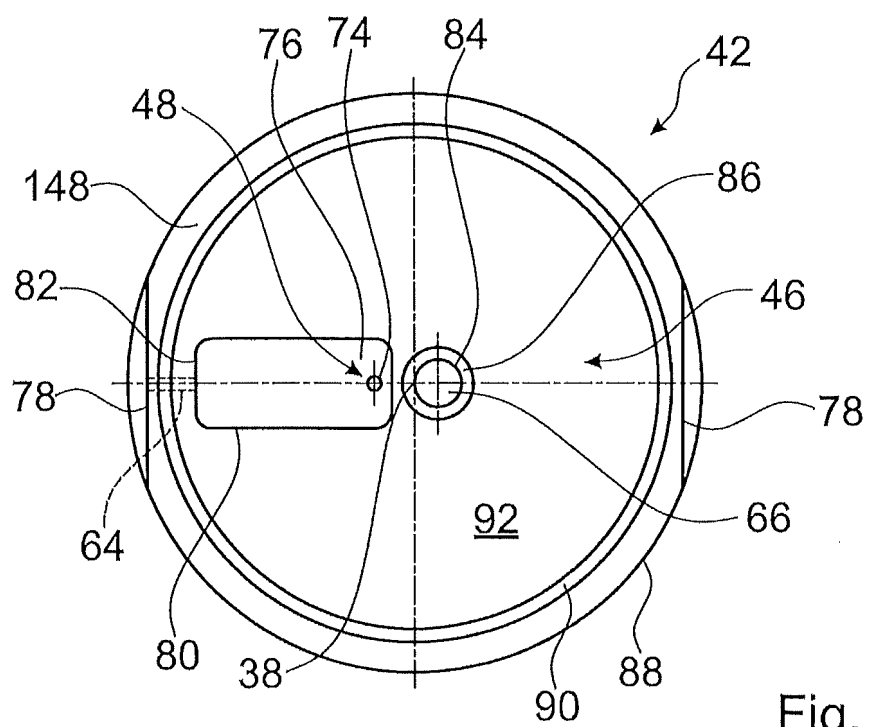


Fig. 5

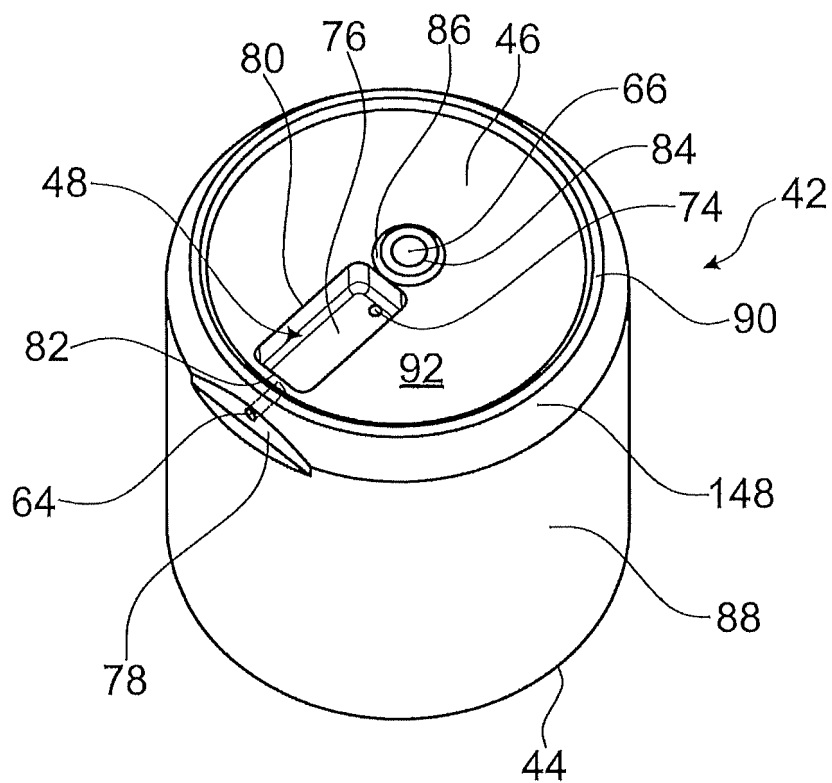


Fig. 6

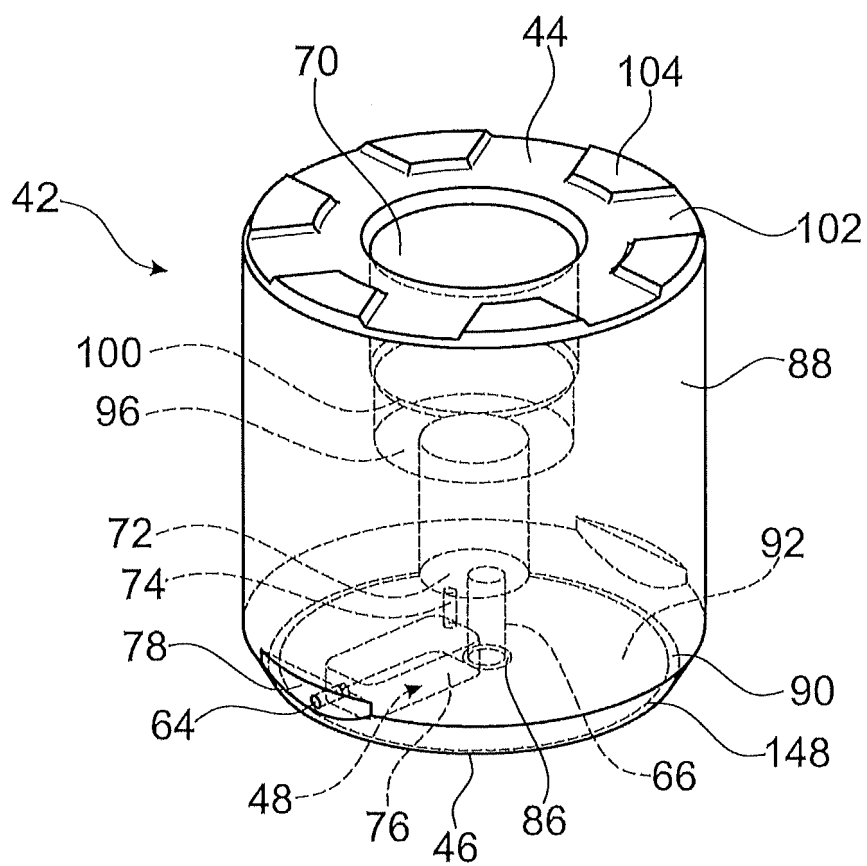


Fig. 7

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

- EP 1273791 A2 [0002]
- DE 112016002905 T5 [0004]
- WO 2014131497 A1 [0106]