

(19)



(11)

**EP 3 655 643 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

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

**11.05.2022 Patentblatt 2022/19**

(21) Anmeldenummer: **18745562.1**

(22) Anmeldetag: **20.07.2018**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

**F02M 63/00<sup>(2006.01)</sup> F02M 47/02<sup>(2006.01)</sup>**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

**F02M 47/027; F02M 63/0045; F02M 63/0056; F02M 63/0075; F02M 63/0078; F02M 2200/28**

(86) Internationale Anmeldenummer:

**PCT/EP2018/069838**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

**WO 2019/016399 (24.01.2019 Gazette 2019/04)**

(54) **VORRICHTUNG ZUM STEUERN EINES INJEKTORS**

DEVICE FOR CONTROLLING AN INJECTOR

DISPOSITIF SERVANT À COMMANDER UN INJECTEUR

(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**

(30) Priorität: **20.07.2017 DE 102017116367**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

**27.05.2020 Patentblatt 2020/22**

(73) Patentinhaber: **Liebherr-Components Deggendorf GmbH**

**94469 Deggendorf (DE)**

(72) Erfinder:

- **SCHÖFBÄNKER, Norbert**  
**4694 Ohlsdorf (AT)**

- **KÖGEL, Verena**  
**94496 Ortenburg (DE)**

(74) Vertreter: **Laufhütte, Dieter**

**Lorenz Seidler Gossel**  
**Rechtsanwälte Patentanwälte**  
**Partnerschaft mbB**  
**Widenmayerstraße 23**  
**80538 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

<b>EP-A1- 2 628 940</b>	<b>EP-A1- 3 150 839</b>
<b>WO-A1-03/004857</b>	<b>WO-A1-2007/098621</b>
<b>WO-A1-2016/026595</b>	<b>DE-A1- 19 823 937</b>
<b>DE-A1-102012 209 841</b>	<b>DE-A1-102015 113 980</b>

**EP 3 655 643 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 eine Vorrichtung zum Steuern eines Injektors, der beispielsweise als Kraftstoffeinspritzventil genutzt werden kann.

**[0002]** In Brennkraftmaschinen wie Dieselmotoren oder auch Benzinmotoren wird in der Regel über einen Injektor Kraftstoff mit einer bestimmten Menge und für eine bestimmte Zeitdauer in einen Brennraum eingespritzt. Dabei ist es aufgrund der sehr geringen Einspritzdauern, die im Mikrosekundenbereich liegen, herausfordernd die genaue Menge des mit dem Injektor einzuspritzenden Kraftstoffs zu bestimmen. Dabei gibt es auch die kontinuierlichen Bestrebungen den durch einen Injektor in Anspruch genommenen Bauraum zu verkleinern, um insgesamt die Abmaße einer Brennkraftmaschine zu reduzieren.

**[0003]** Für das Verständnis der Erfindung ist die grundlegende Funktionalität eines Injektors hilfreich, die nachfolgend in Teilen näher betrachtet werden soll. Ein Injektor verfügt über eine Düsenadel (auch: Injektornadel), die einen mit einem hohen Druck beaufschlagten Kraftstoff bei Freigeben eines Austrittslochs des Injektors nach außen treten lässt. Diese Düsenadel wirkt im Zusammenspiel mit dieser Austrittsöffnung wie ein Pfropfen, der bei einem Anheben ein Austreten des Kraftstoffs ermöglicht. Demnach ist es also erforderlich, diese Nadel in relativ kurzen Zeitabständen anzuheben und nach einer kurzen Zeit erneut in die Austrittsöffnung zurückgleiten zu lassen. Für das Auslösen der Bewegung dieser Düsenadel werden hydraulische Servoventile verwendet, die durch Elektromagnetventile gesteuert werden. Die Servoventile sind für das kontrollierte Öffnen und Schließen der Düsenadel erforderlich. Dadurch ist es möglich, den Einspritzbeginn, die Einspritzdauer und das Einspritzende zu bestimmen.

**[0004]** Aufgrund der hohen Einspritzdrücke von über 2500 bar ist es nicht möglich, die Düsenadel direkt mit Hilfe eines Magnetventils anzusteuern (= zu bewegen). Hierbei wären die erforderlichen Kräfte zum Öffnen und Schließen der Düsenadel zu groß, sodass ein solches Verfahren nur mit Hilfe von sehr großen Elektromagneten realisierbar wäre. Eine solche Konstruktion scheidet aber aufgrund des nur beschränkt zur Verfügung stehenden Bauraums in einen Motor aus.

**[0005]** Typischerweise werden anstelle der direkten Ansteuerung sogenannte Servoventile verwendet, die die Düsenadel ansteuern und selbst über ein Elektromagnetventil gesteuert werden. Dabei wird in einem mit der Düsenadel zusammenwirkenden Steuerraum mit Hilfe des unter hohem Druck zur Verfügung stehenden Kraftstoffs ein Druckniveau aufgebaut, das auf die Düsenadel in Verschlussrichtung wirkt. Dieser Steuerraum ist typischerweise über eine Zulaufdrossel mit dem Hochdruckbereich des Kraftstoffs verbunden. Ferner weist dieser Steuerraum eine kleine verschließbare Ablaufdrossel auf, aus der der Kraftstoff entweichen kann. Tut er dies, ist der Druck in dem Steuerraum und die auf die

Düsenadel wirkende Verschlusskraft verringert. Dadurch kommt es zu einer Bewegung der Düsenadel, welche die Austrittsöffnung an der Injektorspitze freigibt. Das Servoventil umfasst dabei die Zulaufdrossel, den Steuerraum wie auch die Ablaufdrossel. Um nun die Bewegung der Düsenadel steuern zu können, wird die Ablaufdrossel des Steuerraums mit Hilfe eines Elektromagnetventils oder einem anderen geeigneten Ventil wahlweise geschlossen oder geöffnet. Durch die kontrollierte Öffnung dieser Ablaufdrossel wird in Kombination mit der Zulaufdrossel der Druck im Steuerraum des Ventils bestimmt. Dieser Druck ist dann, wie bereits oben kurz erläutert, für das Öffnen und Schließen der Düsenadel verantwortlich.

**[0006]** Um die Einspritzung zu beenden und die Ablaufdrossel des Ventils zwischen den Einspritzungen geschlossen zu halten, ist eine bestimmte Federkraft erforderlich, welche ein Verschlussglied (im Fachjargon auch: Anker) gegen die Ablaufdrossel gedrückt, um das Abfließen von Kraftstoff und dabei das Vermindern von Druck in dem Steuerraum aus der Ablaufdrossel zu verhindern. Zum Öffnen hingegen muss die eingestellte Federkraft, mit der das Verschlussglied gegen die Dichtstelle der Ablaufdrossel gepresst wird, überwunden werden, damit das Verschlussglied die Ablaufdrossel möglichst schnell freigibt. Typische erforderliche Einschaltzeiten, also die Zeit vom Beginn der Bestromung bis zum Anschlagen des Verschlussglieds an einer oberen Hubbegrenzung von solchen Magnetventilen liegen im Bereich von ca. 200 Mikrosekunden.

**[0007]** Ein aus dem Stand der Technik bekanntes Kraftstoffeinspritzventil mit sämtlichen Merkmalen aus dem Oberbegriff des Anspruchs 1 zeigt die DE 10 2015 113 980 A1.

**[0008]** Dabei ist es das Ziel der vorliegenden Erfindung, das Öffnen und das Schließen der Düsenadel unabhängig voneinander zu optimieren.

**[0009]** Dies gelingt der Erfindung mit einer Vorrichtung nach Anspruch 1. Dabei weist diese Vorrichtung zum Steuern eines Injektors unter anderem einen Durchgangsraum, der in einer seiner beiden Seiten durch ein Ankerelement (=Verschlussglied) verschließbar ist, um damit wahlweise einen Hochdruckbereich von einem Niederdruckbereich des Injektors zu trennen, einen Steuerraum zum Ausüben eines variablen Drucks, eine Injektorkomponente, vorzugsweise eine Injektornadel (=Düsenadel), ein Ventil, das zwischen einer anderen der beiden Seiten des Durchgangsraums und dem Steuerraum angeordnet ist, eine erste Verbindung, die den Hochdruckbereich des Injektors mit dem Durchgangsraum verbindet und eine zur ersten Verbindung verschiedene zweite Verbindung, die den Durchgangsraum mit dem Steuerraum verbindet, auf. Ferner ist unter anderem vorgesehen, dass das Ventil dazu ausgelegt ist, eine direkte Verbindung zwischen der Hochdruckseite und dem Steuerraum zu erstellen, wenn das Druckniveau in den Durchgangsraum gleich oder größer einem vorbestimmten Wert ist oder wenn ein bestimmtes Verhältnis des

Drucks in dem Steuerraum zu dem Druck in dem Durchgangsraum unterschritten wird.

**[0010]** Das hierin beschriebene Ventil kann dabei das im einleitenden Teil der Beschreibung näher betrachtete Servoventil sein.

**[0011]** Nach dem Stand der Technik erfolgt nach dem Öffnen des Verschlussglieds bzw. des Ankerelements, das den Durchgangsraum verschließen kann, ein Druckabfall in den Durchgangsraum, da das unter einem hohen Druck stehende Fluid (=Kraftstoff) über die Ablaufdrossel den Durchgangsraum in Richtung eines Niederdruckbereichs verlässt. Somit kommt es aufgrund der zweiten Verbindung, die den Durchgangsraum mit dem Steuerraum verbindet, auch zu einem Abströmen von unter hohem Druck stehenden Fluid aus dem Steuerraum in Richtung Durchgangsraum, sodass sich die auf die Injektor-komponente wirkende Kraft aufgrund des Drucknachlasses verringert. Wird das Verschlussglied dann wieder dichtend mit der Ablaufdrossel des Durchgangsraums in Verbindung gebracht, erfolgt ein Unterbinden des Ausströmens von Kraftstoff. Mit Hilfe der ersten Verbindung strömt dann der Kraftstoff von dem Hochdruckbereich mit hohem Druck in den Durchgangsraum ein, sodass es hierin zu einem Druckanstieg kommt. Der Steuerraum wird dabei mit Hilfe der zweiten Verbindung ebenfalls mit dem unter hohem Druck stehenden Kraftstoff geflutet, sodass die auf die Injektorkomponente (bspw. Düsen-nadel) wirkende Kraft ansteigt und zu einem Schließen des Injektors führt.

**[0012]** Im Gegensatz dazu reagiert das Ventil der vorliegenden Erfindung anders. Bei Übersteigen eines gewissen Drucks in dem Durchgangsraum oder bei Überschreiten eines bestimmten Verhältnisses von einem Druck in dem Durchgangsraum zu einem Druck in dem Steuerraum, wobei der Druck in dem verschlossenen Durchgangsraum durch den Zulauf über die erste Verbindung ansteigt, ist das Ventil dazu ausgelegt, eine direkte Verbindung zwischen dem Hochdruckbereich des Kraftstoffs und dem Steuerraum zu erstellen. Dadurch gelingt es den Steuerraum schneller mit dem unter einem hohen Druck stehenden Fluid (=Kraftstoff) zu befüllen, sodass ein Ausgeben von Kraftstoff durch den Injektor besonders abrupt und schnell durch die Bewegung der Injektorkomponente unterbunden wird. So kann die Einspritzmenge des Kraftstoffs besser bestimmt werden, da die Übergangsphase des Injektors von einem offenen zu einem geschlossenen Zustand, in dem kein Kraftstoff durch den Injektor ausgegeben wird, schneller verläuft.

**[0013]** Vorzugsweise verläuft die direkte Verbindung zwischen dem Hochdruckbereich und dem Steuerraum dabei nicht über den Durchgangsraum. Vielmehr ist die direkte Verbindung also eine Ankopplung des unter einem hohen Druck stehenden Kraftstoffs an den Steuerraum.

**[0014]** Nach einer optionalen Modifikation der Erfindung ist die erste Verbindung mit Hilfe einer Zulaufdrossel vorgesehen, die eine gedrosselte Verbindung von dem Durchgangsraum zu dem Hochdruckbereich des In-

jektors darstellt, wobei vorzugsweise diese Verbindung unabhängig von einem Zustand des Ventils vorhanden ist.

**[0015]** Ist der Durchgangsraum unverschlossen, ist das Ankerelement also nicht auf eine Öffnung des Durchgangsraums gesetzt, entweicht unter hohem Druck stehendes Fluid (wie der Kraftstoff) in Richtung des durch das Ankerelement freigegebenen Niederdruckbereich, so dass auch ein kontinuierlicher Zustrom durch die Zulaufdrossel einer Druckabnahme in dem Durchgangsraum bzw. in dem Steuerraum in einem solchen Zustand nicht entgegenwirken kann.

**[0016]** Nach einer Fortbildung der vorliegenden Erfindung ist das Ventil ferner dazu ausgelegt, die direkte Verbindung zwischen dem Hochdruckbereich und dem Steuerraum nur dann zu erstellen, wenn das Druckniveau in dem Durchgangsraum gleich oder größer einem vorbestimmten Wert ist wohingegen ansonsten diese Verbindung geschlossen ist.

**[0017]** Die direkte Verbindung zwischen dem Hochdruckbereich des Injektors und dem Steuerraum wird also nur dann durch das Ventil realisiert, wenn ein bestimmtes Druckniveau in dem Durchgangsraum erreicht ist. Hat sich aufgrund der Verbindung des Steuerraums mit dem Hochdruckbereich das Druckniveau in dem Steuerraum dem des Durchgangsraums angeglichen, ist das Ventil optionaler Weise dazu ausgelegt, die direkte Verbindung wieder zu schließen.

**[0018]** So kann ebenfalls vorgesehen sein, dass das Ventil dazu ausgelegt ist, eine direkte Verbindung zwischen der Hochdruckseite und dem Steuerraum zu erstellen, wenn das Druckniveau in dem Durchgangsraum gleich oder größer einem vorbestimmten Wert ist, wobei dieser vorbestimmte Wert auf einer Differenz der Drücke zwischen dem Durchgangsraum und dem Steuerraum basiert. So kann bspw. vorgesehen sein, dass das Ventil die direkte Verbindung erstellt, wenn der Druck in dem Durchgangsraum größer als ein in dem Steuerraum vorherrschender Druck ist.

**[0019]** Nach einer weiteren optionalen Erfindung ist die zweite Verbindung eine gedrosselte Verbindung und/oder ist die direkte Verbindung eine ungedrosselte Verbindung. Unter einer gedrosselten Verbindung versteht man, dass ein durch eine solche Leitung strömendes Fluid in seiner Strömung gehemmt wird, so dass ein Druckausgleich über eine solche gedrosselte Verbindung eine gewisse Zeit in Anspruch nimmt. Hingegen wird bei einer ungedrosselten Verbindung davon ausgegangen, dass keine Strömungshindernisse für das Fluid vorhanden sind, um einen Druckausgleich des Fluides über eine solche Verbindung nicht zu verhindern.

**[0020]** Nach der Erfindung ist vorgesehen, dass das Ventil eine Ventilfehrung, die zwischen der anderen der beiden Seiten des Durchgangsraums und dem Steuerraum angeordnet ist, und einen Ventileinsatz umfasst, der in der Ventilfehrung verschiebbar gelagert ist. Dabei weist die Ventilfehrung einen Kanal auf, der bei einer ersten Lage des verschiebbaren Ventileinsatzes in der

Ventilführung keine direkte Fluidverbindung zwischen dem Hochdruckbereich und dem Steuerraum herstellt und bei einer zweiten Lage des verschiebbaren Ventileinsatzes in der Ventilführung eine direkte Fluidverbindung zwischen dem Hochdruckbereich und dem Steuerraum herstellt. Demnach gibt es in der ersten Lage des Ventileinsatzes keine direkte Verbindung zwischen dem Hochdruckbereich und dem Steuerraum. Somit wird eine besonders einfache Umsetzung des Ventils erreicht.

**[0021]** Nach einer Fortbildung der Erfindung bewegt sich der Ventileinsatz bei Überschreiten eines vorbestimmten Druckniveaus in dem Durchgangsraum zumindest vorübergehend in die zweite Lage, wodurch die beiden Steuerräume getrennt werden.

**[0022]** Nach der Erfindung ist vorgesehen, dass sich der Ventileinsatz bei Unterschreiten eines vorbestimmten Druckniveaus in dem Durchgangsraum in die erste Lage bewegt.

**[0023]** Nach der Erfindung ist vorgesehen, dass sich der Ventileinsatz in die erste Lage bewegt, wenn eine Druckdifferenz zwischen dem Durchgangsraum und dem Steuerraum einen vorgegebenen Wert unterschreitet. So kann bspw. bei einem höheren Druck in dem Steuerraum gegenüber einem Druckniveau in dem Durchgangsraum der Ventileinsatz in die erste Lage bewegt werden. Vorteilhafterweise geschieht das Bewegen des Ventileinsatzes automatisch durch die unterschiedlich anliegenden Drücke in dem Steuerraum und dem Durchgangsraum, da diese auf der jeweiligen Seite des Ventileinsatzes (Seite im Durchgangsraum oder Seite im Steuerraum) eine gewisse Kraft auf den Ventileinsatz ausüben und diesen entsprechenden den vorherrschenden Druckniveaus im Zusammenhang mit der wirksamen Druckfläche des Ventileinsatzes eine Verschiebung in eine Richtung vorgenommen werden kann.

**[0024]** Ebenfalls kann nach der Erfindung vorgesehen sein, dass diese ferner ein Anschlagelement aufweist, das den Hub des Ventileinsatzes bei einer Bewegung von der ersten Lage in die zweite Lage begrenzt. Dadurch ist es möglich, die Herstelltoleranzen an den Bauteilen großzügiger zu gestalten und insgesamt die Kosten der beanspruchten Vorrichtung zu senken. Zudem bewirkt das den Hub des Ventileinsatzes beschränkende Anschlagelement den vorteilhaften Umstand, wonach der Rückstellweg des Ventileinsatzes in die erste Lage vermindert wird, so dass die Aktivierung des Ventils bei der nächsten Einspritzung schneller erreicht werden kann.

**[0025]** Nach einer optionalen Fortbildung der Erfindung ist das Anschlagelement ein scheibenförmiger Körper, der eine oder mehrere Durchgangsöffnungen aufweist.

**[0026]** Dabei kann ferner vorgesehen sein, dass das Anschlagelement an der Ventilführung befestigt, vorzugsweise verschweißt ist.

**[0027]** Zudem ist möglich, dass das Anschlagelement in dem Steuerraum angeordnet ist oder an der zum Steuerraum weisenden Seite der Ventilführung angeordnet ist.

**[0028]** Das optionale Vorsehen von mindestens einer Durchgangsöffnung in dem Anschlagelement dient zum Durchströmen des Kraftstoffs hin zum Steuerraum bzw. zu der zweiten Verbindung.

**[0029]** Nach einer weiteren vorteilhaften Modifikation der vorliegenden Erfindung weist die Vorrichtung ferner ein Rückstellelement auf, das den Ventileinsatz mit einer Kraft beaufschlagt, die diesen von der zweiten Lage in die erste Lage drängt. Durch ein solches Rückstellelement wird der Ventileinsatz nach der Einspritzung automatisch wieder in die Ausgangsposition der ersten Lage zurückgestellt. Dadurch muss der Ventileinsatz bei der Aktivierung der nächsten Einspritzung nicht erst dem Ventilhub, also die Differenz zwischen der ersten und der zweiten Lage überwinden, sodass sich die Reaktionszeit verkürzt.

**[0030]** Dabei kann vorgesehen sein, dass das Rückstellelement ein elastisches Element ist, vorzugsweise eine Feder oder eine Spiralfeder, die den Ventileinsatz mit einer bestimmten Kraft in die erste Lage drängt. Vorzugsweise ist das elastische Element dabei an einer zum Steuerraum gewandten Seite des Ventileinsatzes angeordnet.

**[0031]** Vorzugsweise stellt das Ventil ein 3/2-Wegeventil dar, da es gegenüber dem im Stand der Technik verwendeten 2/2-Wegeventilen einen zusätzlichen Kraftstoffkanal im Hochdruckbereich des Injektors aufweist, der in einem bestimmten Zustand des Ventils mit dem Steuerraum eine direkte Fluidverbindung aufweist.

**[0032]** Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung werden anhand der nachfolgenden Figurenbeschreibung ersichtlich.

**[0033]** Dabei zeigen:

- 35 Fig. 1: einen Teil einer schematischen Schnittdarstellung eines Injektors mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung,
- Fig. 2: eine vergrößerte Darstellung des Ventils des Injektors,
- 40 Figs. 3a - d: mehrere Zustände der erfindungsgemäßen Vorrichtung während einem Arbeitszyklus des Injektors,
- 45 Fig. 4: eine erste Ausführungsform des Ventils,
- Fig. 5: eine zweite Ausführungsform des Ventils,
- 50 Fig. 6: mehrere Draufsichten auf eine Vielzahl von möglichen Umsetzungen des Ventils in einer schematischen Darstellung und
- 55 Fig. 7: mehrere Varianten eines Anschlagelements zum Beschränken des Hubs eines Ventileinsatzes.

**[0034]** Fig. 1 zeigt eine Teilschnittansicht einer schematischen Darstellung eines Injektors 2. Man erkennt die bewegbare Injektornadel 6, die in Richtung des darüber angeordneten Ventils 7 bewegt werden kann. Ist die Injektornadel 6 hin zum Ventil 7 bewegt, kommt es an dem nicht dargestellten Ende des Injektors zu einem Ausströmen von Kraftstoff. Im anderen Fall, bei der die Injektornadel 6 an ihrem von dem Ventil 7 entfernten Platz angeordnet ist, strömt aus dem Injektor 2 kein Kraftstoff aus.

**[0035]** In direkter Nachbarschaft zu der Injektornadel 6 befindet sich zwischen dem Ventil 7 ein Steuerraum 5, in dem ein variabler Druck erzeugbar ist. Das Ventil 7 mit seiner Durchgangsöffnung 3 schließt sich direkt an das Verschlussglied bzw. des Ankereslement 4 an, das die Durchgangsöffnung 3 fluiddicht verschließen kann. Hierzu ist ein gewisser Druck erforderlich, der das Ankereslement 4 in Richtung der Durchgangsöffnung 3 drängt. Dies wird mit Hilfe der mit dem Ankereslement 4 zusammenwirkenden Feder erreicht. Möchte man nun das Ankereslement 4 von der Durchgangsöffnung 3 abheben, sodass es zu einer Druckveränderung in der Durchgangsöffnung 3 bzw. dem Steuerraum 5 kommt, so wird mit Hilfe eines Elektromagneten eine das Ankereslement 4 von der Durchgangsöffnung 3 wegziehende Kraft erzeugt. Dabei sind ein Magnetinnenpol 23 und ein Magnetaußenpol 22 in dem Injektorgehäuse 21 vorgesehen, die zusammen mit einer Spule einen Elektromagneten zum Ansteuern des Verschlussglieds bilden.

**[0036]** Figur 2 zeigt eine vergrößerte Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1, insbesondere von dem Ventil 7. Man erkennt nun nur noch den unteren Bereich des Ankereslements 4, der in einem in Richtung des Ventils wirkenden Zustand einen Durchgangsraum 3 dicht abschließt, wohingegen in einem angezogenen Zustand des Ankereslements 4 der Durchgangsraum 3 eine Fluidverbindung mit dem das Ankereslement 4 umgebenden Bereich aufweist. Für eine dichte Verbindung sorgt der Dichtsitz 41. Eine Durchgangsöffnung 32 wird demnach mit Hilfe des Ankereslements 4 verschlossen. Der Durchgangsraum 3 weist darüber hinaus eine Zulaufdrossel 8 auf, die einen unter hohem Druck stehenden Kraftstoff in den Durchgangsraum 3 einströmen lässt. Ferner gibt es eine zweite Drossel 9, die als Ablaufdrossel 9 bezeichnet wird, welche eine Fluidverbindung zu dem Steuerraum 5 zulässt. Dabei ist der Ventileinsatz 72 bewegbar gegenüber der Ventilfehrung 71 angeordnet. Bei einem Anliegen von bestimmten Drücken in dem Steuerraum 5 bzw. dem Durchgangsraum 3 kann demnach der Ventileinsatz 72 in Richtung Durchgangsöffnung 3 hin- bzw. wegbewegt werden.

**[0037]** Anhand der nachfolgend beschriebenen Figs. 3a - 3d wird die vorliegende erfindungsgemäße Vorrichtung bzw. die Funktionsweise des erfindungsgemäßen Ventils beschrieben.

**[0038]** Fig. 3a zeigt den Zustand, in dem das Pilotventil, also die Öffnung des Ankereslements 4 bezüglich der Durchgangsöffnung 3, in einem geschlossenen Zustand und demnach der Injektor 2 keine Einspritzung von Kraft-

stoff vornimmt. Im unbestromten Zustand des Elektromagneten 22, 23 wird die Durchgangsöffnung 3, die auch eine Bohrung sein kann, durch das Verschlussglied 4 (=Ankereslement) mit Hilfe der Vorspannung der Druckfeder 24 (vgl. Fig. 1) verschlossen. Die Durchgangsöffnung ist dabei in einer sogenannten Sitzplatte 31 vorgesehen. In einem solchen Zustand trennt das Ankereslement 4 den Hochdruckbereich HP vom Niederdruckbereich eines Kraftstoffs ab. Durch das Ansteuern des Elektromagneten 22, 23 wird das Ankereslement 4 angezogen und die Durchgangsöffnung 3 in der Sitzplatte 31 freigegeben. Der Druck unterhalb der Sitzplatte 31 bzw. innerhalb der Durchgangsöffnung 3 wird somit abgesenkt und der in der Ventilfehrung 71 bewegbar aufgenommene Ventileinsatz 72 gegen die Unterkante der Ventilfehrung 71 angezogen. Darüber hinaus wird ein Kraftstoff mit einem hohen Druck vom Hochdruckbereich über eine Zulaufdrossel 8 dem Durchgangsbereich zugeführt. Über den Durchgangsbereich 3 verläuft der unter einem hohen Druck stehende Kraftstoff über eine weitere Verbindung 9 zu dem Steuerraum 5. Daher herrscht im Steuerraum ein sehr hoher Druck, der auf die Injektornadel 6 wirkt und dafür sorgt, dass die Injektornadel eine nicht dargestellte Austrittsöffnung verschließt. Der sich hier einstellende Niederdruckbereich LP des Kraftstoffs wird demnach von dem Hochdruckbereich HP, der sich nun auch in dem Durchgangsraum 3 und dem Steuerraum 5 befindet, mit Hilfe des Ankereslements 4 getrennt.

**[0039]** Fig. 3b zeigt einen Zustand, in dem das Pilotventil offen ist und eine Einspritzung durch den Injektor 2 vorgenommen wird.

**[0040]** Ein Öffnen des Pilotventils bedeutet ein Anheben des Ankereslements 4, sodass aus dem Durchgangsraum 3 Kraftstoff von dem hohen Druckbereich HP hin zum Niederdruckbereich LP strömen kann. Demnach ermöglicht das Anheben des Ankereslements 4 eine direkte Fluidverbindung zwischen dem Durchgangsraum 3 und dem das Ankereslement 4 umgebenden Bereich. Es kommt demnach zu einem Ausströmen von Kraftstoff aus dem Durchgangsraum 3 in Richtung Ankereslement 4. Dies führt auch dazu, dass der in dem Steuerraum 5 unter einem hohen Druck befindliche Kraftstoff durch die Ablaufdrossel 9 hin zu dem Niederdruckbereich des Injektors aufgrund der vorhandenen Druckdifferenz strömt. Dies führt zu einer Druckreduktion oberhalb der Injektornadel 6, wodurch die so entstandene Verminderung des Drucks auf den Injektornadelkörper 6 zu einem Anheben der Injektornadel 6 aus ihrem Düsensitz führt und eine Einspritzung erfolgt.

**[0041]** Dabei sind die Zulaufdrossel 8 und die Ablaufdrossel 9 sowie der Durchgangsraum 3 so dimensioniert, dass die beschriebenen Vorgänge stattfinden.

**[0042]** Fig. 3c zeigt den Zustand, bei dem das Pilotventil gerade schließt und eine Einspritzung des Injektors 2 noch vorhanden ist.

**[0043]** Sobald die Bestromung des Elektromagneten 22, 23 unterbrochen wird, drückt die Rückstellfeder 24 das Ankereslement 4 zurück in einen dichtenden Sitz auf

der Sitzplatte 31 (vgl. Figur 1). Nun kann kein Kraftstoff mehr aus dem Durchgangsraum 3 über die durch das Anker-element 4 abgedichtete Öffnung des Durchgangsraums 3 entweichen. Somit erhöht sich nun aufgrund der Zulaufdrossel 8, die eine bestimmte Menge von unter hohem Druck stehenden Kraftstoff in den Durchgangsraum 3 einlässt, der Druck oberhalb des Ventileinsatzes 72.

**[0044]** Fig. 3d zeigt einen Zustand in dem das Pilotventil geschlossen ist, die Injektornadel 6 schließt und die Einspritzung des Injektors 2 beendet wird.

**[0045]** Hierzu zeigt Fig. 3d ebenfalls eine Schnittansicht des in den Figs. 3a-3c diskutierten Bereichs, jedoch wird in Fig. 3d eine andere Schnittebene dargestellt, um die erfindungsgemäßen Merkmale besser darstellen zu können. In der in Figur 3d dargestellten Situation wurde gerade eben erst das Anker-element 4 in eine dichtende Stellung gegenüber der Öffnung des Durchgangsraums 3 gebracht, so dass nun ein unter hohem Druck stehender Kraftstoff über die Zulaufdrossel 8 in den Durchgangsraum 3 einströmt. Somit erhöht sich also das Druckniveau in dem Durchgangsraum 3, so dass aufgrund des sehr hohen Drucks in dem Durchgangsraum 3 gegenüber dem Steuerraum 5 eine Bewegung des Ventileinsatzes 72 weg von dem Durchgangsraum 3 erzeugt wird. Aufgrund dieser Bewegung entsteht eine direkte, drosselfreie Verbindung von dem Hochdruckbereich HP des Kraftstoffs zu dem Steuerraum 5. Vorliegend passiert dies damit, dass bei der nach unten geführten Bewegung des Ventileinsatzes 72 die Zuführkanäle 10 in der Ventilführung 71 eine Fluidverbindung mit dem Steuerraum erstellen. Diese Fluidverbindung entsteht nur aufgrund der Bewegung des Ventileinsatzes 72, die aufgrund des erhöhten Drucks in dem Durchgangsraum 3 bewirkt worden ist. So entsteht aufgrund dieser Bohrungen 10 eine direkte Verbindung zwischen dem Hochdruckvolumen im Injektor 2 und dem Steuerraum 5 oberhalb der Injektornadel 6.

**[0046]** Dadurch steigt der Druck in dem Steuerraum 5 oberhalb der Injektornadel 6 sehr schnell an, was zu einem besonders schnellen Schließen der Düse durch die Nadel 6 führt. Es ist nun nicht mehr länger erforderlich, auf ein Einströmen des unter hohen Drucks stehenden Kraftstoffs von dem Durchgangsraum 3 über die Drossel 9 in den Steuerraum 5 zu warten. Insbesondere ist dies von Vorteil, da die Drossel 9 in ihrer Geometrie für einen Öffnungsvorgang optimiert ist, so dass mit der vorliegenden Erfindung sowohl ein Öffnungsvorgang als auch ein Schließvorgang unabhängig voneinander optimiert werden kann.

**[0047]** Figur 4 zeigt eine Schnittansicht einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

**[0048]** In ihrem Aufbau bzw. ihrer Funktion identische Bauteile werden mit den zugehörigen Bezugszeichen der vorstehend beschriebenen Figuren bezeichnet. Man erkennt eine Spiralfeder 13, die dazu dient, den Ventileinsatz 72 nach einer Einspritzung wieder in die Ausgangsposition zurückzustellen. Ist also der Druck in dem

Steuerraum gleich dem in dem Hochdruckbereich vorherrschenden Druck, verbleibt etwa der Ventileinsatz 72 nicht in der Lage, in der eine Fluidverbindung durch den in der Ventilführung vorgesehenen Kanal 10 besteht, sondern wird mit Hilfe der Feder 13 in seine Ausgangslage zurückgeführt. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass der Ventileinsatz 72 bei der Aktivierung der nächsten Einspritzung nicht erst den Ventilhub überwinden muss und sich die Reaktionszeit des Injektors dadurch verkürzt.

**[0049]** Fig. 5 zeigt eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, bei der ein Anschlagelement 11 in Form eines scheibenförmigen Körpers vorgesehen ist, um den Hub des Ventileinsatzes 72 zu begrenzen. Vorzugsweise ist das Anschlagelement 11 mit Hilfe von Laserschweißen an der Ventilführung 71 befestigt. Durch das Vorsehen des Anschlagelements 11 können die Herstelltoleranzen an den Bauteilen großzügiger gestaltet werden. Weiter weist das Anschlagelement 11 Durchgangsöffnungen 12 auf, die dazu dienen, Kraftstoff durch das Anschlagelement 11 strömen zu lassen.

**[0050]** Fig. 6 zeigt vier verschiedene Ausführungsformen für die Außenform der Ventilführung 71. Fügt man diese nun in eine Bohrung ein, die sich bündig mit den kreisförmigen Außenabschnitten der Ventilführung 71 anschließt, können die abgeflachten Abschnitte dazu dienen, Kraftstoff seitlich an der Hülse vorbeizuführen.

**[0051]** Fig. 7 zeigt eine Draufsicht auf zwei verwendbare Anschlagelemente 11 zum Begrenzen des Hubs des Ventileinsatzes 72. Man erkennt, dass jedes der beiden Anschlagelemente 11 mindestens eine Durchgangsöffnung 12 aufweist.

**[0052]** Mit der vorliegenden Erfindung wird die Funktion von zwei Bauteilen (Federhülse und Ventilführung) in einem Bauteil vereint. Dabei kann vorgesehen sein, dass der Rohling des Ventils 7 vorzugsweise als MIM (Metal Injection Molding) ausgeführt wird und bereits sämtliche Bohrungen bis auf die Ablaufdrossel 9 sowie die Zulaufdrossel 8 aufweist, welche nachträglich erodiert werden.

**[0053]** Bei einem Metal Injection Molding-Verfahren handelt es sich um ein Fertigungsverfahren, bei dem ein Grünling mittels Spritzgussverfahren hergestellt wird und anschließend in einem Ofen fertig gesintert wird. Dadurch lassen sich sehr komplexe Bauteilgeometrien kostengünstig realisieren und die Zerspanung am Bauteil auf ein Minimum reduzieren.

**[0054]** Anhand von Fig. 5 erkennt man, dass nach einer Fertigung der Ablaufdrossel 9 die seitliche Bohrung, die zum Fertigen der Drossel benötigt wird, mit Hilfe eines Laserschweißverfahrens verschlossen wird. Die in der Fig. 5 bzw. der Fig. 4 dargestellt Kugel soll nur eine solche Verschweißung andeuten und wird nicht in der tatsächlichen Größe verbaut.

## 55 Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zum Steuern eines Injektors (2), umfassend:

- einen Durchgangsraum (3), der an einer seiner beiden Seiten durch ein Ankerelement (4) verschließbar ist, um damit wahlweise einen Fluid-Hochdruckbereich (HP) von einem Fluid-Niederdruckbereich des Injektors (2) zu trennen, einen Steuerraum (5) zum Ausüben eines variablen Drucks auf eine Injektorkomponente, vorzugsweise eine Injektornadel (6), ein Ventil (7), das zwischen einer anderen der beiden Seiten des Durchgangsraums (3) und dem Steuerraum (5) angeordnet ist, eine erste Verbindung (8), die den Hochdruckbereich (HP) des Injektors (2) mit dem Durchgangsraum (3) verbindet, und eine zur ersten Verbindung verschiedene, zweite Verbindung (9), die den Durchgangsraum (3) mit dem Steuerraum (5) verbindet, wobei das Ventil (7) dazu ausgelegt ist, eine zur zweiten Verbindung verschiedene, direkte Verbindung (10) zwischen dem Hochdruckbereich und dem Steuerraum (5) zu erstellen, wenn das Druckniveau in dem Durchgangsraum (3) gleich oder größer einem vorbestimmten Wert ist, eine Ventilfehrung (71) vorgesehen ist, die zwischen der anderen der beiden Seiten des Durchgangsraums (3) und dem Steuerraum (5) angeordnet ist, und ein Ventileinsatz (72) vorgesehen ist, der in der Ventilfehrung (71) verschiebbar gelagert ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ventilfehrung (71) einen einen Teil der direkten Verbindung bildenden Kanal (10) aufweist, der bei einer ersten Lage des verschiebbaren Ventileinsatzes (72) in der Ventilfehrung (71) keine Fluidverbindung zwischen dem Hochdruckbereich (HP) und dem Steuerraum (5) herstellt und bei einer zweiten Lage des verschiebbaren Ventileinsatzes (72) in der Ventilfehrung (71) eine Fluidverbindung zwischen dem Hochdruckbereich (HP) und dem Steuerraum (5) herstellt, und sich der Ventileinsatz (72) in die erste Lage bewegt, wenn eine Druckdifferenz zwischen dem Durchgangsraum (3) und dem Steuerraum (5) einen vorgegebenen Wert unterschreitet.
2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei die direkte Verbindung (10) nicht über den Durchgangsraum (3) verläuft.
  3. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Verbindung (8), eine Zulaufdrossel ist, die eine gedrosselte Verbindung von dem Durchgangsraum (3) zu dem Hochdruckbereich (HP) des Injektors (2) darstellt, wobei vorzugsweise diese Verbindung (8) unabhängig von einem Zustand des Ventils (7) vorhanden ist.
  4. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Ventil (7) ferner dazu ausgelegt ist, die direkte Verbindung (10) zwischen dem Hochdruckbereich (HP) und dem Steuerraum (5) nur dann zu erstellen, wenn das Druckniveau in dem Durchgangsraum (3) gleich oder größer einem vorbestimmten Wert ist, und vorzugsweise ansonsten diese Verbindung (7) zu schließen.
  5. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zweite Verbindung (9) eine gedrosselte Verbindung ist.
  6. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die direkte Verbindung (10) eine ungedrosselte Verbindung ist.
  7. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ferner ein Anschlagelement (11) vorgesehen ist, das den Hub des Ventileinsatzes (72) bei einer Bewegung von der ersten Lage in die zweite Lage begrenzt.
  8. Vorrichtung (1) nach Anspruch 7, wobei das Anschlagelement (11) ein scheibenförmiger Körper ist, der eine oder mehrere Durchgangsöffnungen (12) aufweist.
  9. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 7 oder 8, wobei das Anschlagelement (11) an der Ventilfehrung (71) befestigt, vorzugsweise verschweißt ist.
  10. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 7 - 9, wobei das Anschlagelement (11) in dem Steuerraum (5) angeordnet ist.
  11. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner mit einem Rückstellelement (13), das den Ventileinsatz (72) mit einer Kraft beaufschlagt, die den Ventileinsatz (72) von der zweiten Lage in die erste Lage drängt.
  12. Vorrichtung (1) nach Anspruch 11, wobei das Rückstellelement (13) ein elastisches Element ist, vorzugsweise eine Feder oder eine Spiralfeder, die den Ventileinsatz (72) mit einer bestimmten Kraft in die erste Lage drängt.
- 50 Claims**
1. A device (1) for controlling an injector (2) comprising:
    - a passage space (3) that is closable by an armature element (4) at one of its two sides to thus selectively separate a fluid high pressure region (HP) from a fluid low pressure region of the injector (2);

a control space (5) for exerting a variable pressure on an injector component, preferably an injector needle (6);

a valve (7) that is arranged between another of the two sides of the passage space (3) and the control space (5);

a first connection (8) that connects the high pressure region (HP) of the injector (2) to the passage space (3); and

a second connection (9) that is different from the first connection and that connects the passage space (3) to the control space (5), wherein

the valve (7) is adapted to establish a direct connection (10) different from the second connection between the high pressure region and the control space (5) when the pressure level in the passage space (3) is equal to or greater than a predetermined value;

a valve guide (71) is provided that is arranged between the other one of the two sides of the passage space (3) and the control space (5); and

a valve core (72) is provided that is displaceably supported in the valve guide (71),

**characterized in that**

the valve guide (71) has a channel (10) that forms a part of the direct connection and that does not establish fluid communication between the high pressure region (HP) and the control space (5) in a first position of the displaceable valve core (72) in the valve guide (71) and establishes fluid communication between the high pressure region (HP) and the control space (5) in a second position of the displaceable valve core (72) in the valve guide (71).

2. A device (1) in accordance with claim 1, wherein the direct connection (10) does not take place via the passage space (3).
3. A device (1) in accordance with one of the preceding claims, wherein the first connection (8) is a feed throttle that represents a restricted connection of the passage space (3) to the high pressure region (HP) of the injector (2), with this connection (8) preferably being independent of a state of the valve (7).
4. A device (1) in accordance with one of the preceding claims, wherein the valve (7) is further adapted only to establish the direct connection (10) between the high pressure region (HP) and the control space (5) when the pressure level in the passage space (3) is equal to or greater than a predetermined value, and is adapted to otherwise preferably close this connection (7).
5. A device (1) in accordance with one of the preceding claims, wherein the second connection (9) is a re-

stricted connection.

6. A device (1) in accordance with one of the preceding claims, wherein the direct connection (10) is an unrestricted connection.
7. A device (1) in accordance with one of the preceding claims, wherein an abutment element (11) that limits the stroke of the valve core (72) on a movement from the first position into the second position is furthermore provided.
8. A device (1) in accordance with claim 7, wherein the abutment element (11) is a disk-shaped member that has one or more passage openings (12).
9. A device (1) in accordance with one of the claims 7 or 8, wherein the abutment element (11) is fastened, preferably welded, to the valve guide (71).
10. A device (1) in accordance with one of the claims 7 to 9, wherein the abutment element (11) is arranged in the control space (5).
11. A device (1) in accordance with one of the preceding claims, furthermore having a return element (13) that applies a force on the valve core (72) that urges the valve core (72) from the second position into the first position.
12. A device (1) in accordance with claim 11, wherein the return element (13) is a resilient element, preferably a spring or a coil spring, that urges the valve core (72) into the first position with a specific force.

**Revendications**

1. Dispositif (1) servant à commander un injecteur (2), comprenant :
  - un espace de passage (3), qui peut être fermé sur un de ses deux côtés par un élément d'ancrage (4) afin de séparer ainsi sélectivement une zone à pression élevée de fluide (HP) d'une zone à basse pression de fluide de l'injecteur (2),
  - un espace de commande (5) destiné à exercer une pression variable sur un composant d'injecteur, de préférence une aiguille d'injecteur (6), une soupape (7), qui est disposée entre un autre des deux côtés de l'espace de passage (3) et l'espace de commande (5),
  - une première liaison (8) qui relie la zone à haute pression (HP) de l'injecteur (2) à l'espace de passage (3) et
  - une deuxième liaison (9), différente de la première liaison, qui relie l'espace de passage (3) à l'espace de commande (5), dans lequel

la soupape (7) est conçue pour établir une troisième liaison (10) directe, différente de la deuxième liaison, entre la zone à haute pression et l'espace de commande (5) quand le niveau de pression dans l'espace de passage (3) est égal ou supérieur à une valeur prédéfinie, un guide de soupape (71) est prévu, lequel est disposé entre l'autre des deux côtés de l'espace de passage (3) et l'espace de commande (5) et une garniture de soupape (72) est prévue, laquelle est montée de manière déplaçable dans le guide de soupape (71),

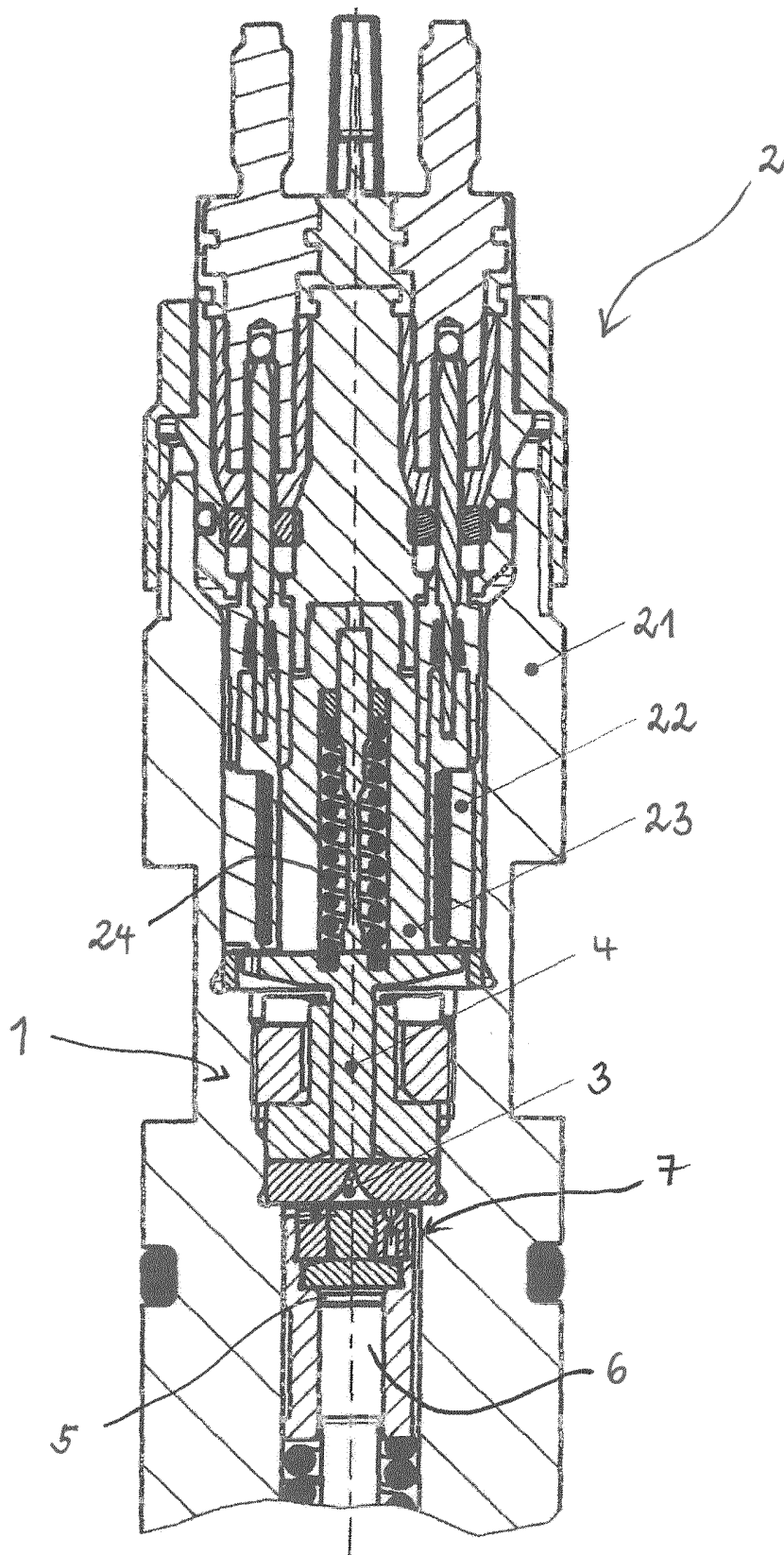
**caractérisé en ce que**

le guide de soupape (71) comporte un conduit (10) formant une partie de la liaison directe, qui, dans une première position de la garniture de soupape (72) déplaçable dans le guide de soupape (71), n'établit pas de liaison fluïdique entre la zone à haute pression (HP) et l'espace de commande (5) et, dans une deuxième position de la garniture de soupape (72) déplaçable dans le guide de soupape (71), établit une liaison fluïdique entre la zone à haute pression (HP) et l'espace de commande (5) et

la garniture de soupape (72) se déplace dans la première position quand une différence de pression entre l'espace de passage (3) et l'espace de commande (5) passe en dessous d'une valeur prédéfinie.

2. Dispositif (1) selon la revendication 1, dans lequel la liaison (10) directe ne passe pas par l'espace de passage (3).
3. Dispositif (1) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la première liaison (8) est un organe d'étranglement d'admission, qui constitue une liaison étranglée de l'espace de passage (3) à la zone à haute pression (HP) de l'injecteur (2), cette liaison (8) existant de préférence indépendamment d'un état de la soupape (7).
4. Dispositif (1) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la soupape (7) est en outre conçue pour établir la liaison (10) directe entre la zone à haute pression (HP) et l'espace de commande (5) uniquement quand le niveau de pression dans l'espace de passage (3) est égal ou supérieur à une valeur prédéfinie, et de préférence fermer sinon cette liaison (7).
5. Dispositif (1) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la deuxième liaison (9) est une liaison étranglée.
6. Dispositif (1) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la liaison (10) directe est une liaison non étranglée.
7. Dispositif (1) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel un élément de butée (11) est en outre prévu, lequel limite la course de la garniture de soupape (72) lors d'un déplacement de la première position à la deuxième position.
8. Dispositif (1) selon la revendication 7, dans lequel l'élément de butée (11) est un corps en forme de disque, qui comporte une ou plusieurs ouvertures de passage (12).
9. Dispositif (1) selon l'une des revendications 7 ou 8, dans lequel l'élément de butée (11) est fixé, de préférence soudé, sur le guide de soupape (71).
10. Dispositif (1) selon l'une des revendications 7 à 9, dans lequel l'élément de butée (11) est disposé dans l'espace de commande (5).
11. Dispositif (1) selon l'une des revendications précédentes, comportant en outre un élément de rappel (13), qui soumet la garniture de soupape (72) à l'action d'une force, qui pousse la garniture de soupape (72) de la deuxième position à la première position.
12. Dispositif (1) selon la revendication 11, dans lequel l'élément de rappel (13) est un élément élastique, de préférence un ressort ou un ressort en spirale, qui pousse la garniture de soupape (72) avec une force définie dans la première position.

Fig. 1



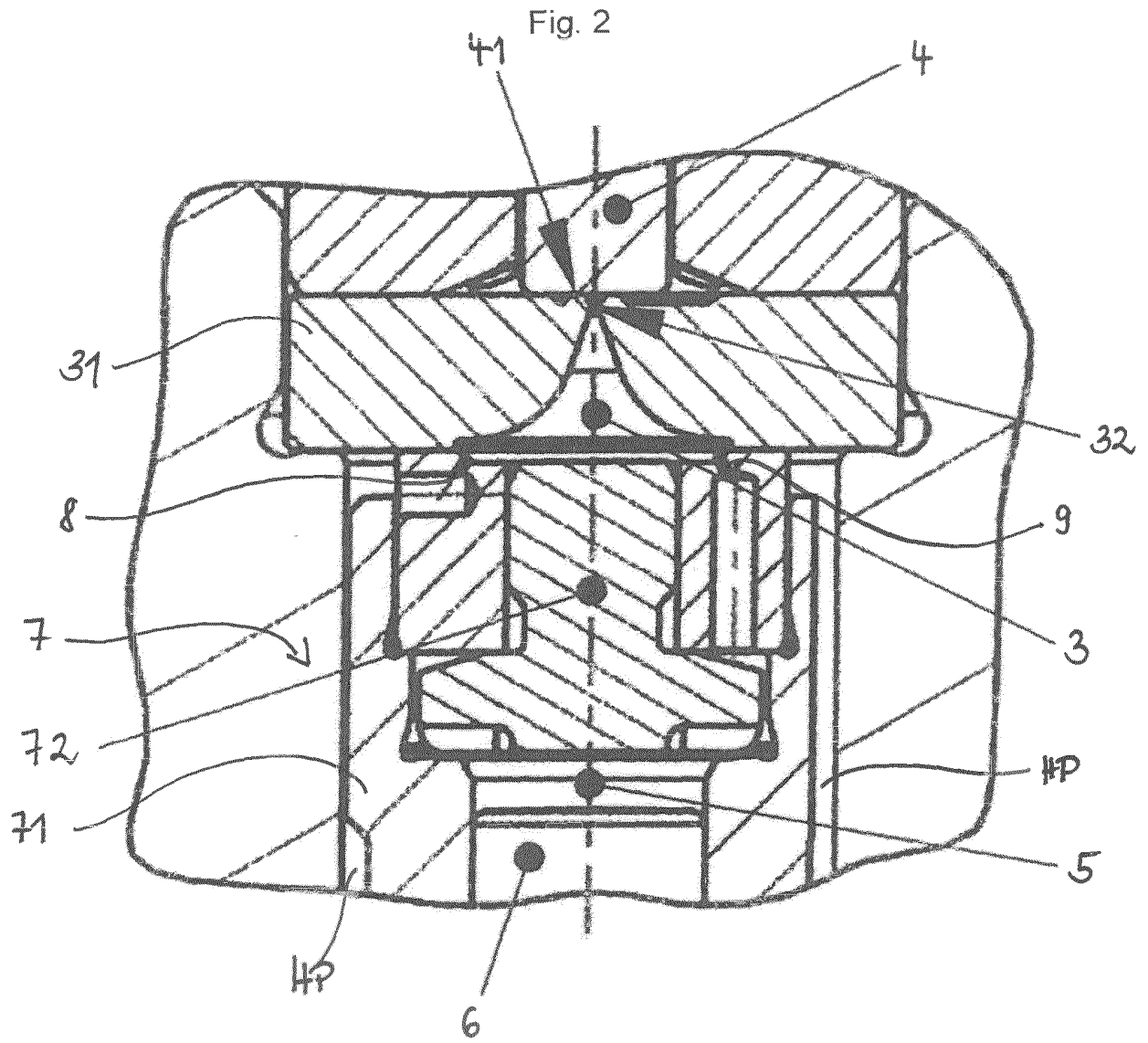


Fig. 3a

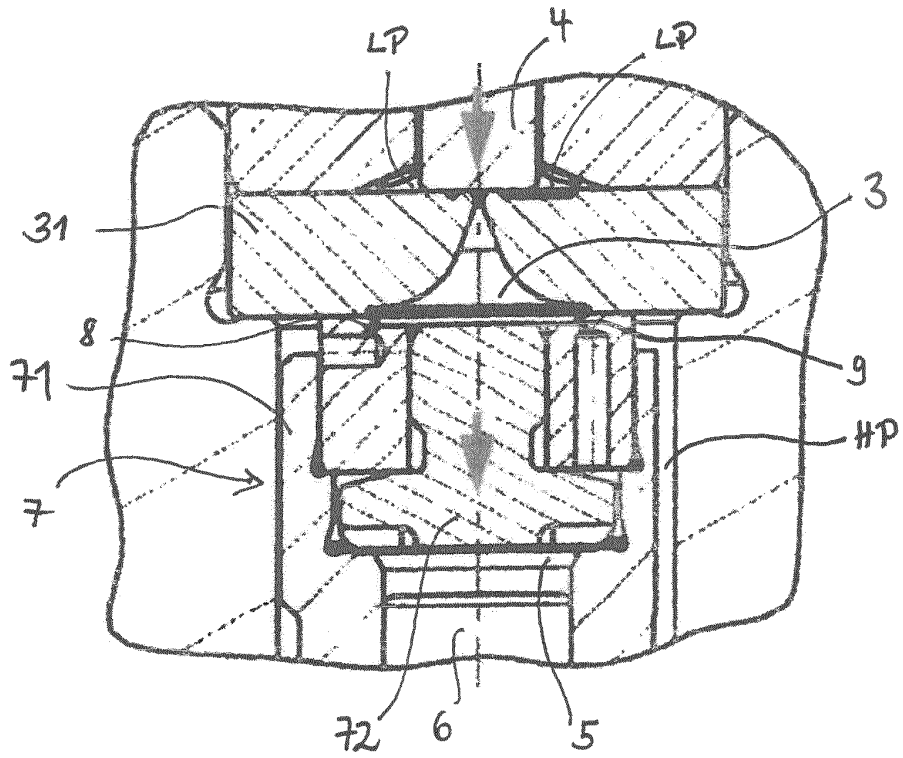


Fig. 3b

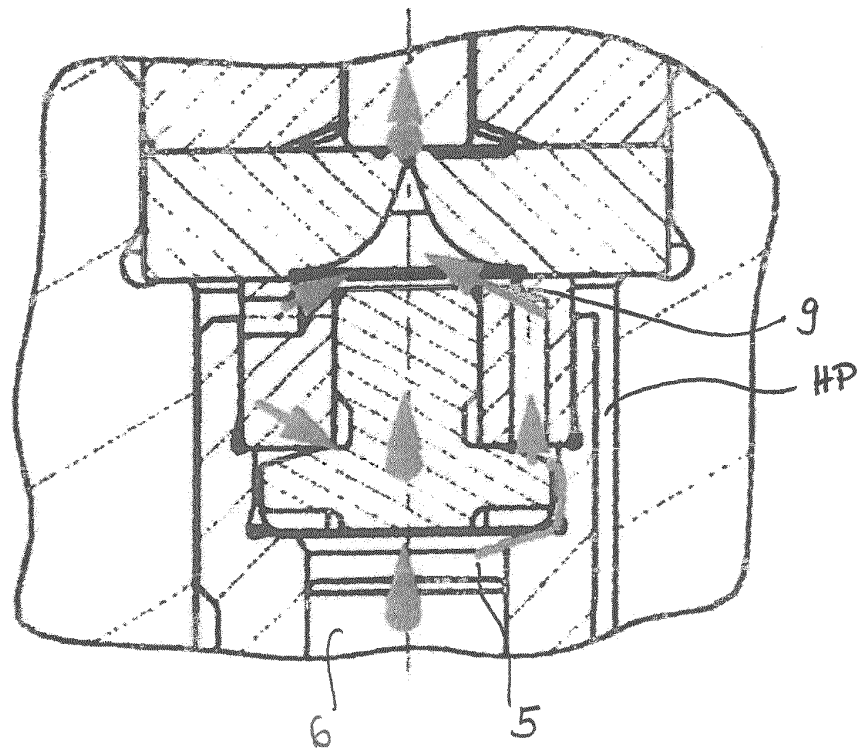


Fig. 3c

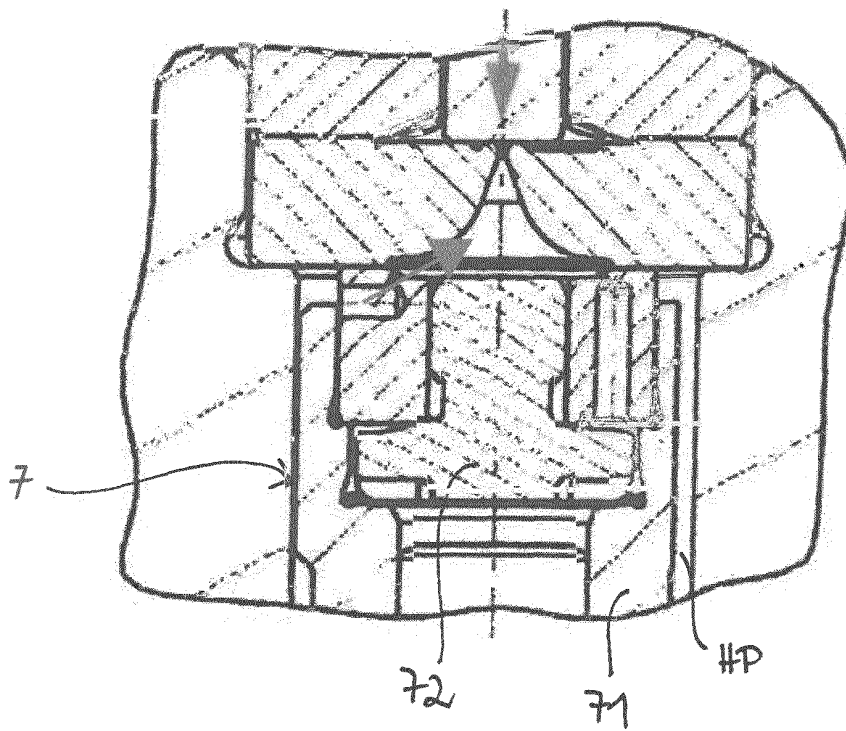


Fig. 3d

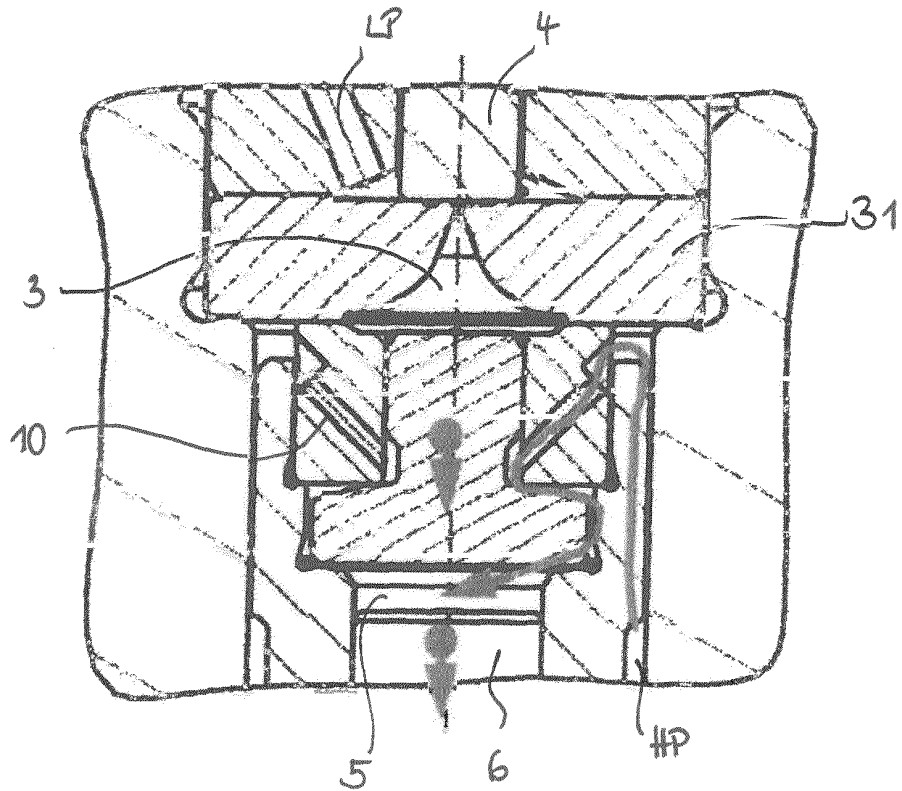


Fig. 4

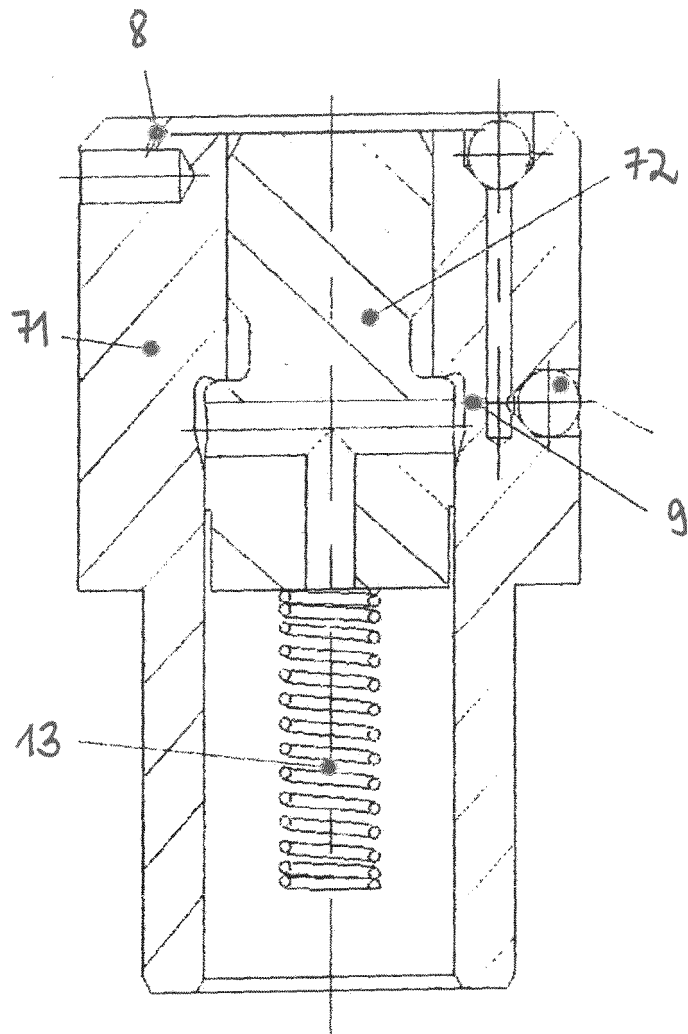


Fig. 5

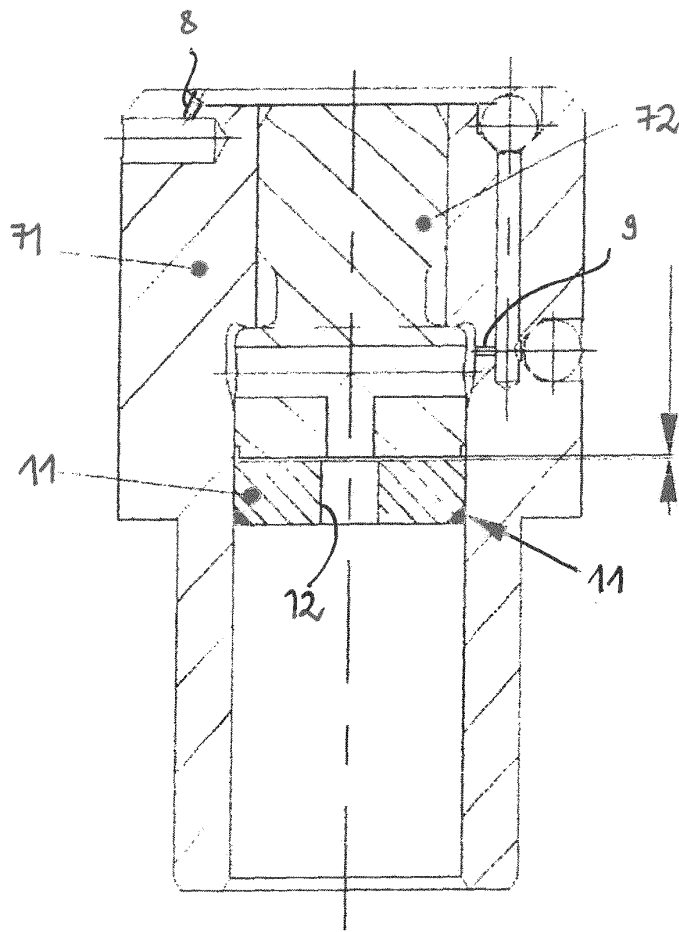


Fig. 6

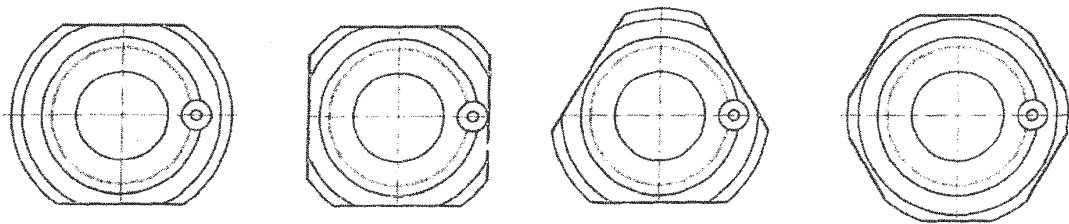
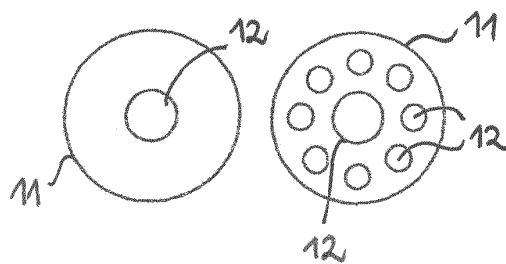


Fig. 7



**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**

- DE 102015113980 A1 [0007]