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

(11) **EP 2 220 360 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
09.01.2013 Patentblatt 2013/02

(21) Anmeldenummer: **08857497.5**

(22) Anmeldetag: **26.11.2008**

(51) Int Cl.:
F02M 47/02 *(2006.01)* ***F02M 63/00*** *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2008/066183

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/071472 (11.06.2009 Gazette 2009/24)

(54) SCHALTVENTIL FÜR INJEKTOREN

SWITCHING VALVE FOR INJECTORS

SOUPAPE DE COMMANDE POUR INJECTEURS

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **03.12.2007 DE 102007058069**
14.12.2007 DE 102007060395

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.08.2010 Patentblatt 2010/34

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
- **BURGER, Matthias**
  71711 Murr (DE)
- **EISENMENGER, Nadja**
  70469 Stuttgart (DE)
- **MAGEL, Hans-Christoph**
  72764 Reutlingen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 851 114
EP-A- 1 621 764
DE-A1- 10 123 171
DE-A1- 19 650 865

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

EP 2 220 360 B1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einem Schaltventil für Injektoren, insbesondere für Kraftstoffinjektoren, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Kraftstoffinjektoren werden eingesetzt, um Brennräume einer Verbrennungskraftmaschine mit Kraftstoff zu versorgen. Der Kraftstoff wird dabei unter hohem Druck in die Brennräume eingespritzt. Insbesondere bei selbstzündenden Verbrennungskraftmaschinen kommen Hochdruckspeichereinspritzsysteme zur Anwendung, bei denen der Einspritzdruck unabhängig von der Drehzahl und Last der Verbrennungskraftmaschine ist. Hierdurch lassen sich die bei der Verbrennung entstehenden Schadstoffe reduzieren. Um eine weitere Reduzierung der Schadstoffe zu erreichen, ist jedoch eine signifikante Erhöhung des Einspritzdruckes notwendig.

[0003] Kraftstoffinjektoren, die bei den geforderten Drücken eingesetzt werden können, werden leckagefrei ausgeführt. Hierzu wird auf eine Niederdruckstufe verzichtet. Durch das Fehlen der Niederdruckstufe stehen jedoch nur geringe Nadelschlielikräfte zur Verfügung. Dies führt zu steilen Kennfeldern und somit zu einer schlechten Kleinstmengenfähigkeit. Dieser Nachteil kann jedoch mit sehr schnell schaltenden Ventilen kompensiert werden.

[0004] Ein Steuerventil für ein schnell schaltendes Kraftstoffeinspritzventil ist zum Beispiel aus DE 10 2007 028 485 bekannt. Bei diesem wird ein Druckraum von einer Steuerhülse begrenzt, die in ihrer Längsrichtung beweglich gelagert ist. Die Steuerhülse weist an einer Stirnseite eine Dichtfläche auf, mit der sie mit einem Ventilsitz zusammenwirkt, der an einem Ventilkörper ausgebildet ist. Im Ventilkörper ist eine Ausnehmung in der dem Druckraum zugewandten Seite des Ventilkörpers ausgebildet. Die Steuerhülse und die Ausnehmung im Ventilkörper sind so ausgebildet, dass eine Verformung von Steuerhülse und Ventilkörper durch den Druck im Druckraum zu keiner oder nur zu sehr geringer Bewegung zwischen dem Ventilsitz und der Dichtfläche der Steuerhülse führt.

[0005] Aus DE 101 23 171 A1 ist weiterhin ein Schaltventil für Kraftstoffinjektoren bekannt, bei dem ein Schließelement von einem Magnetaktor tätigt einen Steuerraum ansteuert. Der Magnetaktor umfasst einen Anker, der beweglich auf einem an das Schließelement anschließenden Führungselement geführt ist, wobei bei geöffnetem Schaltventil zwischen dem Anker und einer als unterer Anschlag wirkenden Stirnfläche des Schließelements ein Spalt ausgebildet ist, durch den das Anschlagen des Ankers auf der Stirnfläche des Schließelements gedämpft wird.

[0006] Schnell schaltende Ventile haben jedoch den Nachteil, dass aufgrund eines Prellens Kennfeldwelligkeiten auftreten. Einerseits ergibt sich ein Prellen des Schließelementes aufgrund eines harten Anschlages in Verbindung mit einem schnellen Schließelement. Der harte Anschlag resultiert aus dem Aufprellen von Metall auf Metall. Diese Preller, die beim Aufschlagen des Schließelementes auftreten, haben jedoch einen negativen Einfluss auf die Funktion des Kraftstoffinjektors und führen im Allgemeinen zu großen Hub/Hub-Streuungen. Bei magnetgesteuerten Schaltventilen wird am oberen Hubanschlag zwischen Anker und Magnet ein Quetschspalt ausgebildet, der den Anschlag dämpft und so das Prellen reduziert. Ein solcher Quetschspalt kann jedoch am Ventilsitz aufgrund dessen Dichtfunktionen nicht angebracht werden, um den Einschlagimpuls des Schließelementes im Ventilsitz zu reduzieren.

Offenbarung der Erfindung

[0007] Ein erfindungsgemäß ausgebildetes Schaltventil für Injektoren, insbesondere für Kraftstoffinjektoren, umfasst ein Schließelement, mit dem ein Steuerraum zur Betätigung eines Einspritzventilgliedes druckentlastbar ist. Das Schließelement wird durch einen Magnetaktor, umfassend eine Magnetbaugruppe und einen Anker, angesteuert. Der Anker ist beweglich auf einem sich an das Schließelement anschließenden Führungselement geführt. Bei geöffnetem Steuerventil ist zwischen dem Anker und einer als Anschlag wirkenden Stirnfläche des Schließelementes ein Spalt ausgebildet, durch den das Anschlagen des Ankers auf der Stirnfläche des Schließelementes gedämpft wird. Der Unterschied zum Stand der Technik ist im Kennzeichen der Anspruchs 1 definiert.

[0008] Der erfindungsgemäße Aufbau des Schaltventils führt dazu, dass beim Schließen des Schaltventils das Schließelement in seinen Sitz gestellt wird, während der Anker entlang dem Führungselement weiterbewegt wird und die Bewegung durch Kraftstoff, der im Spalt zwischen Anker und Stirnfläche des Schließelementes enthalten ist, gedämpft wird. Im Unterschied dazu wirkt bei den aus dem Stand der Technik bekannten Schaltventilen die gesamte Masse aus Schließelement und Anker. Somit ist der Einschlagimpuls bei den aus dem Stand der Technik bekannten Schaltventilen größer als bei dem erfindungsgemäß ausgebildeten Schaltventil. Das Prellen wird somit reduziert. Gleichzeitig führt das Reduzieren des Prellens auch zu einer Verschleißminimierung.

[0009] In einer bevorzugten Ausführungsform wirkt auf den Anker ein Federelement, mit dem der Anker bei geschlossenem Schaltventil gegen einen oberen Anschlag gestellt wird. Durch das Federelement wird der Anker nach dem Durchschwingen wieder in seine Ausgangsposition gebracht. Hierdurch wird ein schnelles Schalten des Schaltventils ermöglicht. Das Federelement, das auf den Anker wirkt, ist vorzugsweise eine als Druckfeder ausgebildete Spiralfeder. Es ist jedoch auch jedes beliebige andere, dem Fachmann bekannte Federelement einsetzbar, das als Druckfeder wirkt. Wenn eine als Druckfeder ausgebildete Spiralfeder eingesetzt wird, so wirkt diese vorzugsweise auf eine der Magnetbaugruppe

gegenüberliegende Stirnfläche des Ankers und bewegt diesen in Richtung der Magnetbaugruppe. Das Federelement umschließt hierbei das Schließelement des Schaltventils.

[0010] In einer ersten Ausführungsform sind das Schließelement und das Führungselement, auf dem der Anker geführt ist, einstückig ausgebildet. Diese Bauweise erlaubt auch ein vollkommen druckausgeglichenes Schließelement, da das Schließelement zusammen mit dem Führungselement bewegt wird. Da der Anker am oberen Anschlag anliegt, zieht dieser bei einer Bewegung in Richtung der Magnetbaugruppe bei eingeschaltetem Magneten, das Führungselement ebenfalls in Richtung der Magnetbaugruppe. Das mit dem Führungselement verbundene Schließelement hebt sich aus seinem Sitz. Auf diese Weise wird ein Ablaufkanal aus dem Steuerraum freigegeben. Im Steuerraum enthaltener Kraftstoff kann ausströmen, und der Druck im Steuerraum sinkt. Aufgrund des sinkenden Druckes hebt sich das Einspritzventilglied aus seinem Sitz und gibt mindestens eine Einspritzöffnung zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum der Verbrennungskraftmaschine frei.

[0011] Der vollständige Druckausgleich wird dadurch erzielt, dass das Schließelement eine ringförmig ausgebildete Dichtfläche oder Dichtkante aufweist, wobei das hülsenförmig ausgebildete Schließelement über seine gesamte Länge einen konstanten Innendurchmesser aufweist.

[0012] In einer alternativen Ausführungsform sind das Schließelement und das Führungselement, auf dem der Anker geführt ist, als zwei getrennte Bauteile ausgeführt. Wenn das Schließelement und das Führungselement als zwei getrennte Bauteile ausgeführt sind, so wird zum Öffnen des Schaltventils zunächst das Führungselement mit dem Anker, der an einem oberen Anschlag am Führungselement anliegt, bei eingeschaltetem Magneten in Richtung der Magnetbaugruppe gehoben. Es bildet sich ein Spalt zwischen dem Führungselement und dem Schließelement aus. Durch eine Druckkraft, die auf das Schließelement wirkt, wird dieses in Richtung des Führungselementes bewegt, und das Schaltventil öffnet. Damit auf das Schließelement eine Druckkraft wirken kann, weist das Schließelement eine Druckfläche auf, die sich an einen Druckraum anschließt, der mit dem Steuerraum über einen Ablaufkanal verbunden ist. Auf die Druckfläche wirkt unter Systemdruck stehender Kraftstoff. Da auf alle anderen Flächen des Schließelementes Kraftstoff mit einem niedrigeren Druck wirkt, ergibt sich hierdurch eine Druckdifferenz, die zum Öffnen des Schaltventils durch Anheben des Schließelementes führt. Um das Schaltventil wieder zu schließen, wird die Bestromung des Magneten beendet. Mit Hilfe eines Federelementes wird das Führungselement in Richtung des Schließelementes bewegt und drückt das Schließelement in seinen Sitz. Hierzu liegt das Schließelement bei geschlossenem Schaltventil mit einer Stirnseite an einer Stirnseite des Führungselementes an.

[0013] Um die Funktion des Schaltventils sicherzustellen, liegt die Druckfläche am Schließelement der Stirnseite, mit der das Schließelement an der Stirnseite des Führungselementes anliegt, gegenüber. Das Schließelement und das Führungselement bewegen sich dabei auf einer gemeinsamen Achse beim Öffnen und Schließen des Schaltventils.

[0014] In einer Ausführungsform ist das Schließelement hülsenförmig ausgebildet und weist eine ringförmige Dichtfläche oder Dichtkante auf. Die Druckfläche wird dadurch gebildet, dass der Innendurchmesser des Schließelementes im Bereich des Druckraumes zur Dichtfläche oder Dichtkante hin zunimmt. Die Zunahme kann zum Beispiel konisch, parabolisch, hyperbolisch oder mit jeder beliebigen anderen Geometrie erfolgen. Bevorzugt ist die Zunahme jedoch konisch. Um ein radiales Verschieben des Schließelementes zu vermeiden, ist das hülsenförmige Schließelement auf einem Führungsstift geführt. Das Führungselement für den Anker ist ebenfalls auf dem Führungsstift geführt, so dass sich das Schließelement und das Führungselement nur in axiale Richtung bewegen können.

[0015] In einer alternativen Ausführungsform umfasst das Schließelement eine Ventilkugel, mit der ein Ablaufkanal aus dem Steuerraum verschließbar ist. Das Schließelement umfasst weiterhin ein Aufnahmeelement für die Ventilkugel, wobei am Aufnahmeelement die Stirnfläche ausgebildet ist, die an der Stirnfläche des Führungselementes anliegt. Alternativ ist es jedoch auch möglich, dass das Aufnahmeelement für die Ventilkugel und das Führungselement einstückig ausgebildet sind. Hierbei ist es einerseits möglich, dass die Ventilkugel fest mit dem Aufnahmeelement verbunden ist, alternativ kann jedoch auch die Kugel ohne feste Verbindung im Aufnahmeelement liegen.

[0016] Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Schaltventils ist, dass durch die Führung des Ankers auf dem Führungselement und die Parallelität des oberen und unteren Anschlags des Ankers eine sehr präzise Fertigung möglich ist. Insbesondere ist es möglich, den Hub des Ankers vor dem Zusammenbau des Schaltventils auszumessen und gegebenenfalls durch Auswahlgruppen exakt einzustellen. Ein aufwändiger Einstellprozess, bei dem der Überhubanschlag im zusammengebauten Zustand ermittelt und korrigiert werden muss, ist aufgrund der bauteilunabhängigen Fertigungsmaße nicht erforderlich.

[0017] Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Ventils wird dadurch begründet, dass im Moment des Ankerdurchschwingens das Schließelement nur von der Schließfeder zugedrückt wird, während sich die Schließkraft bei geschlossenem Schaltventil aus der Differenz der Schließfeder und des auf den Anker wirkenden Federelementes ergibt. Aus diesem Grund wirkt während des Zurückprellens des Schließelementes eine größere Federkraft als vor dem Ventileinschlag. Durch diese Funktion wird das Prellen zusätzlich vermindert.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0018] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0019] Es zeigen:

Figur 1 ein erfindungsgemäß ausgebildetes druckausgeglichenes Schaltventil,

Figur 2 ein erfindungsgemäß ausgebildetes Schaltventil, bei dem Schließelement und Führungselement zwei getrennte Bauteile sind,

Figur 3 ein nicht erfindungsgemäß ausgebildetes Schaltventil mit Ventilkugel als Schließelement.

Ausführungsformen der Erfindung

[0020] Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Kraftstoffinjektors mit einem erfindungsgemäß ausgebildeten druckausgeglichenen Schaltventil.

[0021] Ein Kraftstoffinjektor 1 umfasst ein Einspritzventilglied 3, mit dem mindestens eine, hier nicht dargestellte Einspritzöffnung zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine freigegeben oder verschlossen werden kann. Das Einspritzventilglied 3 ist in einem Ventilstück 5 geführt und begrenzt mit einer oberen Stirnfläche 7 einen Steuerraum 9. Der Steuerraum 9 wird über eine Zulaufdrossel 11 mit unter Systemdruck stehendem Kraftstoff befüllt. Die Zulaufdrossel 11 verbindet den Steuerraum 9 mit einem Ringraum 13, der das Ventilstück 5 umschließt und seinerseits mit einem hier nicht dargestellten Hochdruckspeicher über einen Zulaufkanal 15 verbunden ist. Durch die Druckkraft des unter Systemdruck stehenden Kraftstoffes im Steuerraum 9, der auf die obere Stirnfläche 7 des Einspritzventilgliedes 3 wirkt, wird dieses in einen hier nicht dargestellten Ventilsitz gestellt und verschließt so die mindestens eine Einspritzöffnung.

[0022] Um die mindestens eine Einspritzöffnung freizugeben, wird der Steuerraum 9 druckentlastet. Hierzu öffnet ein Schaltventil 17, wodurch eine Verbindung aus einem Ablaufkanal 19 zu einem Kraftstoffrücklauf 21 freigegeben wird und Kraftstoff aus dem Steuerraum 9 ausströmen kann. Der Druck im Steuerraum 9 sinkt und das Einspritzventilglied 3 hebt sich aus seinem Ventilsitz und gibt die Einspritzöffnung frei. Um Druckpulsationen zu reduzieren, ist im Ablaufkanal 19 ein Drosselelement 23 ausgebildet.

[0023] Um den Einspritzvorgang zu beenden, schließt das Schaltventil die Verbindung aus dem Ablaufkanal 19 zum Rücklauf 21. Über die Zulaufdrossel 11 strömt unter Systemdruck stehender Kraftstoff in den Steuerraum 9, der Druck im Steuerraum 9 steigt an. Durch die zunehmende Druckkraft wird das Einspritzventilglied 3 wieder in seinen Sitz gestellt und verschließt die mindestens eine Einspritzöffnung.

[0024] Die Schließbewegung des Einspritzventilgliedes 3 wird durch ein Federelement 25 unterstützt. Das Federelement 25 ist vorzugsweise eine als Spiralfeder ausgebildete Druckfeder.

[0025] Das Ventilstück 5, in dem das Einspritzventilglied 3 geführt ist, wird mit einer Ventilspannmutter 27 im Injektorgehäuse 29 montiert.

[0026] Das Schaltventil 17, mit dem das Öffnen und Schließen des Kraftstoffinjektors zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum der Verbrennungskraftmaschine gesteuert wird, umfasst ein Schließelement 31. Das Schließelement 31 weist eine Dichtkante 33 auf, die zum Schließen in einen Ventilsitz 35 gestellt wird. Alternativ ist es auch möglich, anstelle der Dichtkante 33 eine Dichtfläche vorzusehen.

[0027] In der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform ist das Schaltventil 17 druckausgeglichen. Die Dichtkante 33 ist ringförmig ausgebildet. Weiterhin weist das Schließelement 31 einen konstanten Innendurchmesser 37 auf. Auf diese Weise wirkt der Druck des unter Systemdruck stehenden Kraftstoffs nur in radiale Richtung auf das Schließelement 31. Somit wirken auf gegenüberliegende Flächen am Schließelement 31 immer nur gleiche Druckkräfte. Das Schließelement 31 ist druckausgeglichen.

[0028] Um zu vermeiden, dass das Schließelement 31 kippt oder in radiale Richtung verrutscht, ist dieses auf einem Führungsstift 39 geführt. Der Führungsstift endet mit einer unteren Stirnfläche 41 oberhalb dem Ablaufkanal 19 und begrenzt so zusammen mit dem Schließelement 31 einen Druckraum 43. Mit der dem Druckraum 43 gegenüberliegenden Seite liegt der Führungsstift 39 am Injektorgehäuse an. Ein Verschieben des Führungsstiftes 39 wird dadurch vermieden, dass dieser mit einem Federelement 45 gegen das Injektorgehäuse gepresst wird. Das Federelement 45 ist vorzugsweise eine als Druckfeder ausgebildete Spiralfeder. Mit einer Seite wirkt das Federelement 45 gegen eine Stirnfläche an einer Erweiterung 47 des Führungsstiftes und mit einer anderen Seite auf ein Führungselement 49. Das Führungselement 49 ist in der hier dargestellten Ausführungsform einstückig mit dem Schließelement 31 ausgebildet. Durch die Federkraft des Federelementes 45 auf das Führungselement 49 wird das Schließelement 31 in den Ventilsitz 35 gestellt.

[0029] Auf dem Führungselement 49 ist ein Anker 51 beweglich geführt. Der Anker 51 wirkt mit einer Magnetbaugruppe 53 zusammen, durch die das Schaltventil 17 betätigt wird. Der Hub des Ankers auf dem Führungselement 49 wird durch einen oberen Anschlag 55 und einen unteren Anschlag 57 begrenzt. Der obere Anschlag 55 wird zum Beispiel durch einen Sprengring gebildet. Der obere Anschlag 55 kann jedoch auch durch jedes beliebige andere, dem Fachmann bekannte Konstruktionselement gebildet werden.

[0030] Bei geschlossenem Schaltventil 17 wird der Anker 51 mit Hilfe eines Federelementes 59 gegen den obe-

ren Anschlag 55 gestellt.

[0031] Um das Schaltventil 17 zu öffnen, wird der Magnet 61, der üblicherweise als Elektromagnet ausgeführt ist, bestromt. Hierdurch wird der Anker 51 angezogen und bewegt sich in Richtung der Magnetbaugruppe 53. Da der Anker 51 am oberen Anschlag 55 anliegt, zieht dieser das Führungselement 49 und damit das Schließelement 31, das mit dem Führungselement 49 einstückig ausgebildet ist, nach oben. Die Dichtkante 33 des Schließelementes 31 hebt sich aus dem Ventilsitz 35 und gibt eine Verbindung vom Ablaufkanal 19 über einen Niederdruckraum 63 in den Rücklauf 21 frei. Ein Prellen des Ankers 51 wird dabei dadurch vermieden, dass zwischen dem Anker 51 und der Magnetbaugruppe 53 ein Quetschspalt 65 ausgebildet ist. Der Quetschspalt 65 ist mit im Niederdruckraum 63 enthaltenem Kraftstoff befüllt. Der Kraftstoff im Quetschspalt 65 wird komprimiert und dämpft so die Bewegung des Ankers 51. Gleichzeitig wirkt auch die Federkraft des Federelementes 59 in Richtung der Magnetbaugruppe 53 auf den Anker 51, so dass ein Rückprellen des Ankers 51 verringert wird.

[0032] Um das Schaltventil 17 wieder zu schließen, wird die Bestromung des Magneten 61 beendet. Aufgrund der Federkraft des als Schließfeder wirkenden Federelementes 45 werden das Führungselement 49 und das Schließelement 31 von der Magnetbaugruppe 53 wegbewegt, und die Dichtkante 33 des Schließelementes 31 wird in den Ventilsitz 35 gestellt. Der Anker 51, der am oberen Anschlag 55 anliegt, wird ebenfalls von der Magnetbaugruppe 53 wegbewegt. Sobald das Schließelement mit der Dichtkante 33 am Ventilsitz 35 anschlägt, wird die Bewegung des Schließelementes 31 und des Führungselementes 49 abrupt beendet. Der auf dem Führungselement 49 bewegbar geführte Anker 61 bewegt sich aufgrund seiner Massenträgheit jedoch weiter von der Magnetbaugruppe 53 weg. Er schwingt durch. Zwischen dem Anker 61 und dem unteren Anschlag 57 ist ein Spalt 67 ausgebildet. Der Spalt 67 ist mit Kraftstoff befüllt. Hierdurch wird die Bewegung des Ankers 51 gedämpft. Gleichzeitig erfolgt auch eine Dämpfung durch das Federelement 59, das eine Kraft auf den Anker in Richtung der Magnetbaugruppe 53 ausübt. Der im Spalt 67 enthaltene Kraftstoff, der durch die Bewegung des Ankers 61 komprimiert wird, übt gleichzeitig eine Druckkraft auf das Schließelement 31 aus, wodurch dieses im Ventilsitz 35 gehalten wird. Ein Prellen des Schließelementes 31 wird somit weiter verringert.

[0033] Um nach dem Schließen des Schließelementes 31 ein erneutes schnelles Öffnen zu ermöglichen, wird der Anker 61 nach dem Durchschwingen mit Hilfe des Federelementes 59 wieder gegen den oberen Anschlag 55 gestellt. Das Schaltventil 17 befindet sich wieder in seiner Ausgangsposition.

[0034] Um jeweils den Quetschspalt 65 und den Spalt 67 zur Dämpfung nutzen zu können, ist es erforderlich, dass der Niederdruckraum 63 vollständig mit Kraftstoff befüllt ist. Bei der Absaugung des Kraftstoffes über den Rücklauf 21 ist somit darauf zu achten, dass der Niederdruckraum 63 nicht vollständig geleert wird, sondern dass immer ein Kraftstoffvolumen im Niederdruckraum 63 enthalten ist.

[0035] Dadurch, dass bei geschlossenem Schaltventil 17 der Anker mit Hilfe des Federelementes 59 gegen den oberen Anschlag 55 gestellt wird, wirkt auf das Schließelement 31 in geschlossenem Zustand als Schließkraft nur die Differenz der Federkraft des als Schließfeder wirkenden Federelementes 45 und des Federelementes 59, während während des Schließvorganges aufgrund des Durchschwingens des Ankers 61 auf das Schließelement 31 die gesamte Federkraft des als Schließfeder wirkenden Federelementes 45 wirkt. Dadurch ergibt sich während eines Zurückprellens des Schließelementes 31 eine größere Federkraft als vor dem Ventileinschlag, da auch während der Schließbewegung des Schließelementes 31 nur die Differenz der Federkraft des als Schließfeder wirkenden Federelementes 45 und des Federelementes 59 auf das Schließelement 31 wirkt.

[0036] Der Hub des Ankers zwischen dem oberen Anschlag 55 und dem unteren Anschlag 57 ergibt sich aus der Höhe h_1 des Ankers und dem Abstand h_2 zwischen dem oberen Anschlag 55 und dem unteren Anschlag 57. Da die obere und die untere Fläche des Ankers, die jeweils an den oberen Anschlag 55 beziehungsweise den unteren Anschlag 57 anschlagen, parallel gefertigt sind, können die Höhe h_1 des Ankers 51 und der Abstand h_2 zwischen dem oberen Anschlag 55 und dem unteren Anschlag 57 sehr präzise gemessen, eingeschliffen beziehungsweise gefertigt werden. Somit ist es möglich, den Überhubanschlag vor dem Zusammenbau des Kraftstoffinjektors 1 zu messen und gegebenenfalls durch Auswahlgruppen exakt einzustellen. Ein aufwändiger Einstellprozess, bei dem der Überhubanschlag im zusammengebauten Zustand ermittelt und korrigiert werden muss, ist aufgrund der bauteilunabhängigen Maße h_1 und h_2 nicht erforderlich.

[0037] In Figur 2 ist ein Ausschnitt eines Kraftstoffinjektors mit einem erfindungsgemäß ausgebildeten Schaltventil in einer zweiten Ausführungsform dargestellt. Das in Figur 2 dargestellte Schaltventil 17 ist im Unterschied zu dem in Figur 1 dargestellten Schaltventil nicht druckausgeglichen ausgeführt.

[0038] Bei dem nicht druckausgeglichenen Schaltventil 17 ist es möglich, Schließelement 31 und Führungselement 49 zweiteilig auszubilden. Das Führungselement 49 liegt in geschlossenem Zustand des Schaltventils 17 mit einer Stirnseite 69 auf einer Stirnseite 71 des Schließelements 31 auf. Die Stirnseite 71 des Schließelements 31 dient gleichzeitig als unterer Anschlag 57 für den Anker 61.

[0039] Um das Schaltventil 17 zu öffnen, wird der Magnet 61 der Magnetbaugruppe 53 bestromt. Der am oberen Anschlag 55 anliegende Anker 51 bewegt sich in Richtung der Magnetbaugruppe 53. Hierbei nimmt der Anker 51 das Führungselement 49 mit. Dadurch hebt

das Führungselement 49 vom Schließelement 31 ab. Es bildet sich ein Spalt zwischen dem Führungselement 49 und dem Schließelement 31. Auf den Spalt wirkt die Druckkraft des unter niedrigem Druck stehenden Kraftstoffes im Niederdruckraum 63. Am Schließelement 31 ist eine Druckfläche 73 ausgebildet. Die Druckfläche 73 schließt sich an den Druckraum 43 an. Hierdurch wirkt unter Systemdruck stehender Kraftstoff auf die Druckfläche 73. Aufgrund der sehr viel höheren Druckkraft wird das Schließelement 31 in Richtung des Führungselementes 49 bewegt. Die Dichtkante 33 hebt sich aus dem Ventilsitz 35 und gibt die Verbindung vom Ablaufkanal 19 in den Rücklauf 21 frei.

[0040] Um das Schaltventil 17 wieder zu schließen, wird die Bestromung des Magneten 61 beendet. Durch das als Schließfeder wirkende Federelement 45 wird das Führungselement 49 in Richtung des Schließelementes 31 gedrückt. Da aufgrund der auf die Druckfläche 73 wirkenden Druckkraft das Schließelement 31 gegen das Führungselement 49 gedrückt wurde, so dass die Stirnseite 69 des Führungselementes 49 und die Stirnseite 71 des Schließelementes 31 in Kontakt stehen, wird durch die Bewegung des Führungselementes 49 auch das Schließelement 31 bewegt. Das Schließelement 31 wird mit der Dichtkante 33 in den Ventilsitz 35 gestellt und schließt so die Verbindung vom Ablaufkanal 19 in den Rücklauf 21. Da der Anker 51 frei auf dem Führungselement 49 geführt ist, bewegt sich dieser aufgrund seiner Masse und Trägheit weiter, wenn das Schließelement 31 und das Führungselement 49 abrupt durch Aufschlagen der Dichtkante 33 auf den Ventilsitz 35 gestoppt wurden. Die Bewegung des Ankers 51 wird durch den Spalt 67, der zwischen dem Anker 51 und dem unteren Anschlag 57 ausgebildet ist, gedämpft, wodurch der Anker 51 weich abgebremst wird. Hierdurch wird der durch den Anker wirkende Krafteintrag auf das Schließelement 31 verringert und ein Prellen reduziert. Gleichzeitig wird auch der Sitzverschleiß reduziert. Zusätzlich zu dem als Dämpfer wirkenden Spalt 67 wird der Anker 61 auch durch das Federelement 49 abgebremst. Sobald der Anker 51 zum Stillstand gekommen ist, wird dieser aufgrund der Federkraft des Federelementes 59 wieder in Richtung der Magnetbaugruppe 63 bewegt, bis er am oberen Anschlag 55 anliegt.

[0041] Bei der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform ist der obere Anschlag 55 einteilig mit dem Führungselement 49 ausgebildet. Aufgrund der zweiteiligen Gestaltung von Führungselement 49 und Schließelement 31 ist der Anker nicht gefangen. Dies erleichtert die Montage. So wird der Anker 51 einfach auf das Führungselement 49 aufgesetzt, anschließend können Führungselement 49 und Schließelement 31 auf den Führungsstift 39 aufgesetzt und im Injektor montiert werden.

[0042] Durch den Führungsstift 39 wird auch in der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform vermieden, dass Führungselement 49 und Schließelement 31 verkanten können oder sich in radiale Richtung verschieben können. Es ist nur eine axiale Bewegung entlang des Führungsstiftes 39 möglich.

[0043] In Figur 3 ist ein Ausschnitt eines Kraftstoffinjektors mit einem erfindungsgemäß ausgebildeten Schaltventil in einer dritten Ausführungsform dargestellt.

[0044] Im Unterschied zu den in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsformen ist bei der in Figur 3 dargestellten Ausführungsform das Schaltventil 17 nicht mit einer ringförmigen Dichtkante 33 ausgeführt, sondern mit einer Ventilkugel 75.

[0045] Auch bei der in Figur 3 dargestellten Ausführungsform sind Führungselement 49 und Schließelement 31 zweiteilig ausgebildet. Das Schließelement 31 umfasst die Ventilkugel 75 und ein Aufnahmeelement 77, das die Ventilkugel 75 aufnimmt.

[0046] Neben einer zweiteiligen Ausbildung von Führungselement 49 und Aufnahmeelement 77 ist es jedoch auch möglich, dass Führungselement 49 und Aufnahmeelement 77 einteilig ausgebildet sind.

[0047] Um das Schaltventil 17 zu öffnen, wird auch in der hier dargestellten Ausführungsform der Magnet 61 der Magnetbaugruppe 53 bestromt. Der Anker 51 wird vom Magneten 61 angezogen und bewegt sich in Richtung der Magnetbaugruppe 53. Der Anker 51 liegt am oberen Anschlag 55 an und zieht so auch das Führungselement 49 in Richtung der Magnetbaugruppe 53. Wenn Führungselement 49 und Aufnahmeelement 77 zweiteilig ausgeführt sind, hebt das Führungselement 49 vom Aufnahmeelement 77 ab. Auf die Stirnseite 81 des Aufnahmeelementes 77 wirkt nun nur die Druckkraft des im Niederdruckraum 63 enthaltenen Kraftstoffes. Durch die auf die Ventilkugel 75 wirkende Druckkraft des unter Systemdruck stehenden Kraftstoffes im Ablaufkanal 19 wird die Ventilkugel 75 mitsamt dem Aufnahmeelement 77 aus dem Ventilsitz 35 gehoben, bis diese wieder an der Stirnseite 69 des Führungselementes 49 anliegt. Die Verbindung vom Ablaufkanal 19 in den Rücklauf 21 ist freigegeben.

[0048] Bei einteilig ausgebildetem Führungselement 49 und Aufnahmeelement 77 wird durch die Bewegung des Ankers 51 das Aufnahmeelement 77 mit in Richtung der Magnetbaugruppe 53 bewegt. In diesem Fall wird durch den Druck des Kraftstoffs im Ablaufkanal 19 die Ventilkugel aus dem Ventilsitz 35 gehoben, bis diese wieder im Aufnahmeelement 77 anliegt und so die Verbindung vom Ablaufkanal 19 in den Rücklauf 21 freigegeben wird.

[0049] Bei zweiteilig ausgebildetem Führungselement 49 und Aufnahmeelement 77 ist es möglich, den oberen Anschlag 55 einteilig mit dem Führungselement 49 auszubilden. Bei einteilig ausgebildetem Führungselement 49 und Aufnahmeelement 77 ist der obere Anschlag 55 vorzugsweise durch einen Sprengring 79 gebildet, der beispielsweise in eine Nut im Führungselement 49 eingesetzt wird.

[0050] Um das Schaltventil 17 wieder zu schließen, wird die Bestromung des Magneten 61 aufgehoben. Durch die Federkraft des als Schließfeder wirkenden Federelementes 45, die auf eine Stirnfläche des Spreng-

ringes 79 wirkt, werden das Führungselement 49, das Aufnahmeelement 77 und damit die Ventilkugel 75 sowie der Anker 51 wieder von der Magnetbaugruppe 53 wegbewegt, bis die Ventilkugel 75 im Ventilsitz 35 anliegt und so den Ablaufkanal 19 verschließt. Durch die Führung des Ankers 51 auf dem Führungselement 49 kann sich der Anker 51 nach dem Aufprall der Ventilkugel 75 auf dem Ventilsitz 35 weiterbewegen. Hierdurch wird die Aufprallenergie der Ventilkugel 75 im Ventilsitz 35 reduziert. Zwischen dem unteren Anschlag 57 und dem Anker 51 bildet sich ein Spalt aus, der mit Kraftstoff befüllt ist. Dieser wirkt als Dämpfer und dämpft die Bewegung des Ankers 51, unterstützt vom Federelement 59, bis der Anker zum Stillstand kommt. Danach wird der Anker wieder durch das Federelement 59 in Richtung der Magnetbaugruppe 53 bewegt, bis dieser am oberen Anschlag 57 anliegt. Dies ermöglicht ein schnelles Schalten des Schaltventils 17.

[0051] Im Unterschied zu den in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsformen, bei denen das Führungselement 49 und das Schließelement 31 auf einem Führungsstift 39 geführt sind, ist bei der in Figur 3 dargestellten Ausführungsform am Führungselement 49 ein Zapfen 83 ausgebildet. Der Zapfen 83 ist vom Federelement 59 umschlossen und verhindert ein Verkanten des Führungselementes 49. Gleichzeitig dient der Zapfen 83 als Führung für das Federelement 39.

Patentansprüche

1. Schaltventil für Injektoren, insbesondere für Kraftstoffinjektoren (1), ein Schließelement (31) umfassend, mit dem ein Steuerraum (9) zur Betätigung eines Einspritzventilgliedes (3) druckentlastbar ist, wobei das Schließelement (31) durch einen Magnetaktor, umfassend eine Magnetbaugruppe (53) und einen Anker (51), angesteuert wird, wobei der Anker (51) beweglich auf einem sich an das Schließelement (31) anschließenden Führungselement (49) geführt ist und bei geöffnetem Schaltventil (17) zwischen dem Anker (51) und einer als unterer Anschlag (57) wirkenden Stirnfläche (71) des Schließelementes (31) ein Spalt ausgebildet ist, durch den das Anschlagen des Ankers (51) auf der Stirnfläche (71) des Schließelementes (31) gedämpft wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schließelement (31) und das Führungselement (49) hülsenförmig ausgebildet und auf einem Führungsstift (39) geführt sind.

2. Schaltventil gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf den Anker (51) ein Federelement (59) wirkt, mit dem der Anker (51) bei geschlossenem Schaltventil (17) gegen einen oberen Anschlag (55) gestellt wird.

3. Schaltventil gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schließelement (31) und das Führungselement (49), auf dem der Anker (51) geführt ist, einstückig ausgebildet sind.

4. Schaltventil gemäß Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schließelement (31) eine ringförmig ausgebildete Dichtfläche oder Dichtkante (33) aufweist, wobei das hülsenförmig ausgebildete Schließelement (31) über seine gesamte Länge einen konstanten Innendurchmesser (37) aufweist.

5. Schaltventil gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schließelement (31) und das Führungselement (49), auf dem der Anker (51) geführt ist, als zwei getrennte Bauteile ausgeführt sind.

6. Schaltventil gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schließelement (31) bei geschlossenem Schaltventil (17) mit einer Stirnseite (71) an einer Stirnseite (69) des Führungselements (49) anliegt.

7. Schaltventil gemäß Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schließelement (31) eine Druckfläche (73) aufweist, die sich an einen Druckraum (43) anschließt, der mit dem Steuerraum (9) über einen Ablaufkanal (19) verbunden ist.

8. Schaltventil gemäß Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckfläche (73) am Schließelement (31) der Stirnseite (71), mit der das Schließelement (31) an der Stirnseite (69) des Führungselementes (49) anliegt, gegenüberliegt.

9. Schaltventil gemäß Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schließelement (31) hülsenförmig ausgebildet ist und eine ringförmige Dichtfläche oder Dichtkante (33) aufweist und die Druckfläche (73) dadurch gebildet wird, dass der Innendurchmesser (37) des Schließelementes (31) im Bereich des Druckraumes (43) zur Dichtfläche oder Dichtkante (33) hin zunimmt.

10. Schaltventil gemäß Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schließelement (31) eine Ventilkugel (75) umfasst, mit der ein Ablaufkanal (19) aus dem Steuerraum (9) verschließbar ist.

11. Schaltventil gemäß Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schließelement (31) ein Aufnahmeelement (77) für die Ventilkugel (75) umfasst, wobei am Aufnahmeelement (77) die Stirnfläche (71) ausgebildet ist, die an der Stirnfläche (69) des Führungselementes (49) anliegt.

12. Schaltventil gemäß Anspruche 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Ablaufkanal (19) ein Dros-

selelement (23) ausgebildet ist.

Claims

1. Switching valve for injectors, in particular for fuel injectors (1), comprising a closing element (31) by means of which a control chamber (9) for the actuation of an injection valve element (3) can be relieved of pressure, wherein the closing element (31) is driven by a magnet actuator comprising a magnet assembly (53) and an armature (51), wherein the armature (51) is guided movably on a guide element (49) adjoining the closing element (31), and when the switching valve (17) is open, a gap is formed between the armature (51) and an end face (71), which acts as a lower stop (57), of the closing element (31), by means of which gap the abutment of the armature (51) against the end surface (71) of the closing element (31) is damped, **characterized in that** the closing element (31) and the guide element (49) are of sleeve-shaped form and are guided on a guide pin (39).

2. Switching valve according to Claim 1, **characterized in that** a spring element (59) acts on the armature (51), by means of which spring element the armature (51) is loaded against an upper stop (55) when the switching valve (17) is closed.

3. Switching valve according to either of Claims 1 and 2, **characterized in that** the closing element (31) and the guide element (49) on which the armature (51) is guided are formed in one piece.

4. Switching valve according to Claim 3, **characterized in that** the closing element (31) has an annular sealing surface or sealing edge (33), wherein the sleeve-shaped closing element (31) has a constant inner diameter (37) over its entire length.

5. Switching valve according to Claim 1, **characterized in that** the closing element (31) and the guide element (49) on which the armature (51) is guided are formed as two separate components.

6. Switching valve according to Claim 5, **characterized in that**, when the switching valve (17) is closed, the closing element (31) bears with an end side (71) against an end side (69) of the guide element (49).

7. Switching valve according to Claim 5 or 6, **characterized in that** the closing element (31) has a pressure surface (73) which adjoins a pressure chamber (43) which is connected to the control chamber (9) via an outflow duct (19).

8. Switching valve according to Claim 7, **characterized in that** the pressure surface (73) on the closing element (31) is situated opposite the end side (71) by means of which the closing element (31) bears against the end side (69) of the guide element (49).

9. Switching valve according to Claim 7 or 8, **characterized in that** the closing element (31) is of sleeve-shaped form and has an annular sealing surface or sealing edge (33), and the pressure surface (73) is formed **in that**, in the region of the pressure chamber (43), the inner diameter (37) of the closing element (31) increases towards the sealing surface or sealing edge (33).

10. Switching valve according to Claim 5 or 6, **characterized in that** the closing element (31) comprises a valve ball (75) by means of which an outflow duct (19) out of the control chamber (9) can be closed off.

11. Switching valve according to Claim 10, **characterized in that** the closing element (31) comprises a receiving element (77) for the valve ball (75), wherein the end face (71) which bears against the end face (69) of the guide element (49) is formed on the receiving element (77).

12. Switching valve according to Claim 10, **characterized in that** a throttle element (23) is formed in the outflow duct (19).

Revendications

1. Soupape de commande pour injecteurs, en particulier pour injecteurs de carburant (1), comprenant un élément de fermeture (31) avec lequel un espace de commande (9) pour l'actionnement d'un organe de soupape d'injection (3) peut être détendu en pression, l'élément de fermeture (31) étant commandé par un actionneur magnétique, comprenant un module magnétique (53) et une armature (51), l'armature (51) étant guidée de manière déplaçable sur un élément de guidage (49) se raccordant à l'élément de fermeture (31) et lorsque la soupape de commande (17) est ouverte, une fente étant réalisée entre l'armature (51) et une surface frontale (71) de l'élément de fermeture (31) agissant en tant que butée inférieure (57), ladite fente permettant d'amortir la venue en butée de l'armature (51) sur la surface frontale (71) de l'élément de fermeture (31), **caractérisée en ce que** l'élément de fermeture (31) et l'élément de guidage (49) sont réalisés sous forme de douille et sont guidés sur une goupille de guidage (39).

2. Soupape de commande selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'**un élément de ressort (59) agit sur l'armature (51), avec lequel élément de ressort

l'armature (51) est appliquée contre une butée supérieure (55) lorsque la soupape de commande (17) est fermée.

3. Soupape de commande selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisée en ce que** l'élément de fermeture (31) et l'élément de guidage (49) sur lequel est guidée l'armature (51), sont réalisés d'une seule pièce.

4. Soupape de commande selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** l'élément de fermeture (31) présente une surface d'étanchéité ou arête d'étanchéité (33) réalisée sous forme annulaire, l'élément de fermeture (31) réalisé sous forme de douille présentant sur toute sa longueur un diamètre intérieur constant (37).

5. Soupape de commande selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'élément de fermeture (31) et l'élément de guidage (49) sur lequel est guidée l'armature (51) sont réalisés sous forme de deux composants séparés.

6. Soupape de commande selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** l'élément de fermeture (31), lorsque la soupape de commande (17) est fermée, s'applique avec un côté frontal (71) contre un côté frontal (69) de l'élément de guidage (49).

7. Soupape de commande selon la revendication 5 ou 6, **caractérisée en ce que** l'élément de fermeture (31) présente une surface de pression (73) qui se raccorde à un espace de pression (43) qui est connecté à l'espace de commande (9) par le biais d'un canal d'écoulement (19).

8. Soupape de commande selon la revendication 7, **caractérisée en ce que** la surface de pression (73) au niveau de l'élément de fermeture (31) est opposée au côté frontal (71) avec lequel l'élément de fermeture (31) s'applique contre le côté frontal (69) de l'élément de guidage (49).

9. Soupape de commande selon la revendication 7 ou 8, **caractérisée en ce que** l'élément de fermeture (31) est réalisé en forme de douille et présente une surface d'étanchéité ou une arête d'étanchéité (33) annulaire et la surface de pression (73) est formée par le fait que le diamètre intérieur (37) de l'élément de fermeture (31) augmente dans la région de l'espace de pression (43) vers la surface d'étanchéité ou l'arête d'étanchéité (33).

10. Soupape de commande selon la revendication 5 ou 6, **caractérisée en ce que** l'élément de fermeture (31) comprend une bille de soupape (75) avec laquelle un canal d'écoulement (19) provenant de l'espace de commande (9) peut être fermé.

11. Soupape de commande selon la revendication 10, **caractérisée en ce que** l'élément de fermeture (31) comprend un élément de réception (77) pour la bille de soupape (75), la surface frontale (71) étant réalisée sur l'élément de réception (77), laquelle s'applique contre la surface frontale (69) de l'élément de guidage (49).

12. Soupape de commande selon la revendication 10, **caractérisée en ce qu'**un élément d'étranglement (23) est réalisé dans le canal d'écoulement (19).

Fig. 1

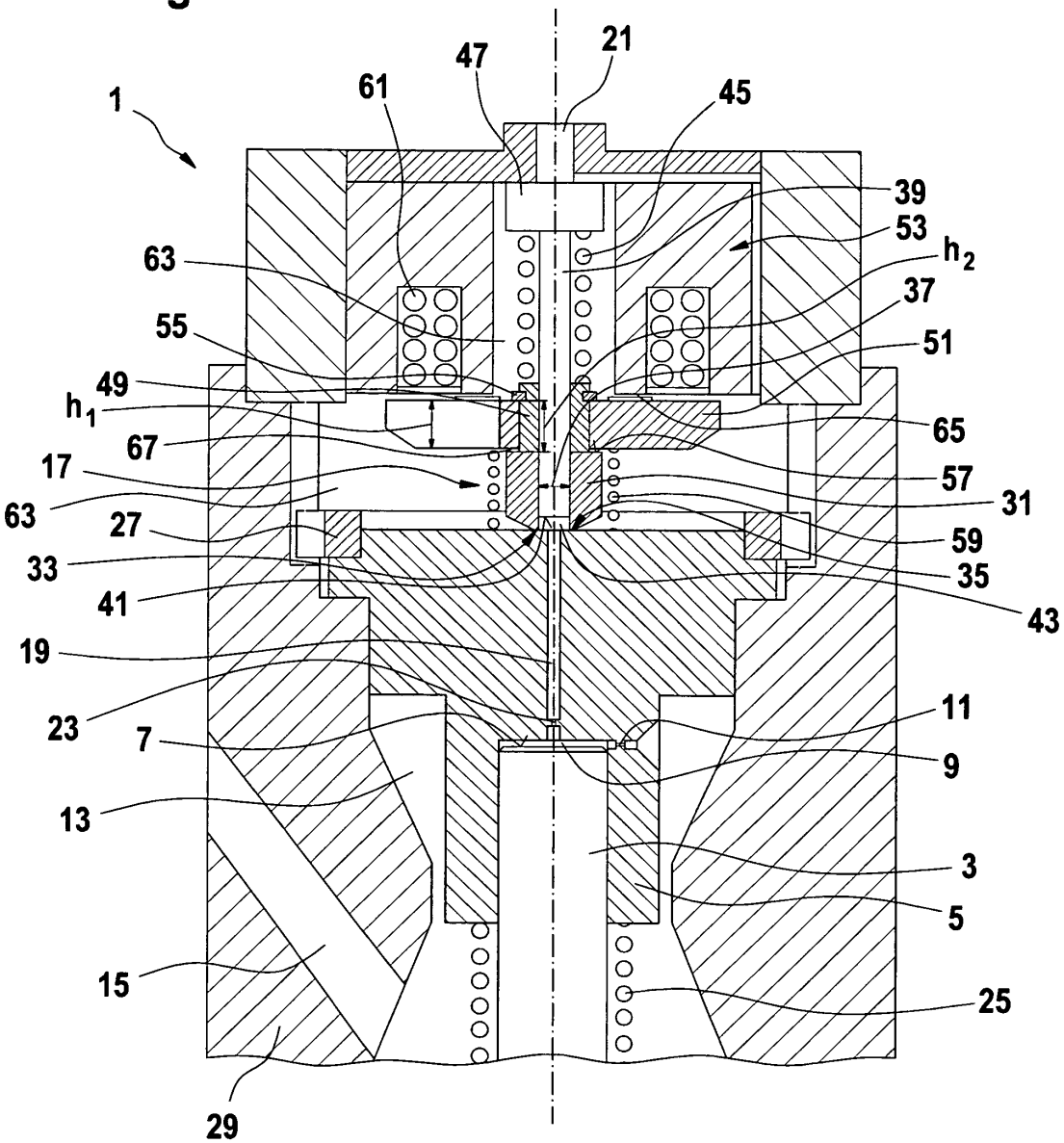

1
61
47
21
45
39
53
h_2
63
37
55
51
49
h_1
65
67
17
57
63
31
27
59
33
35
41
43
19
23
11
7
9
13
3
5
15
25
29

Fig. 2

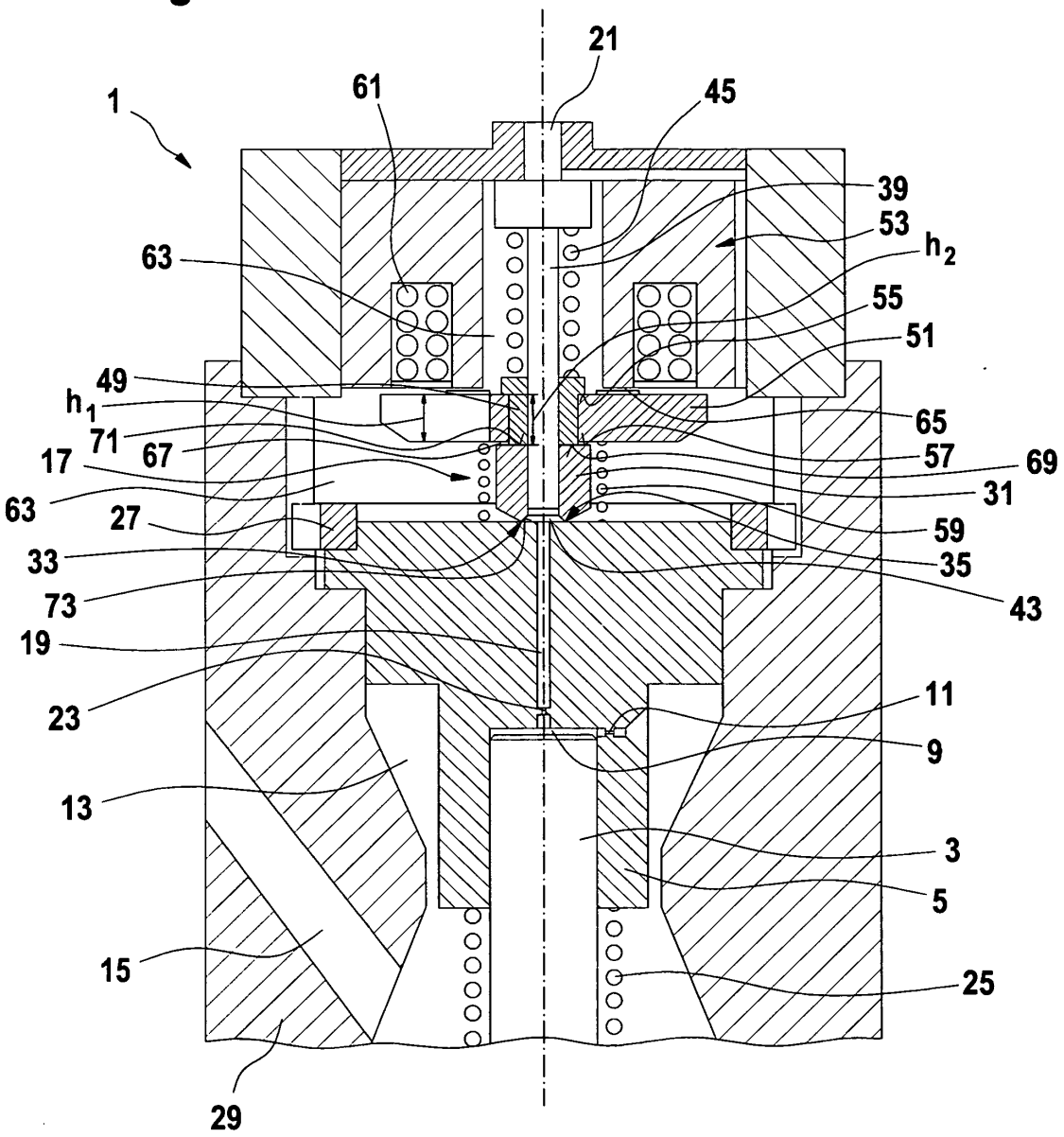
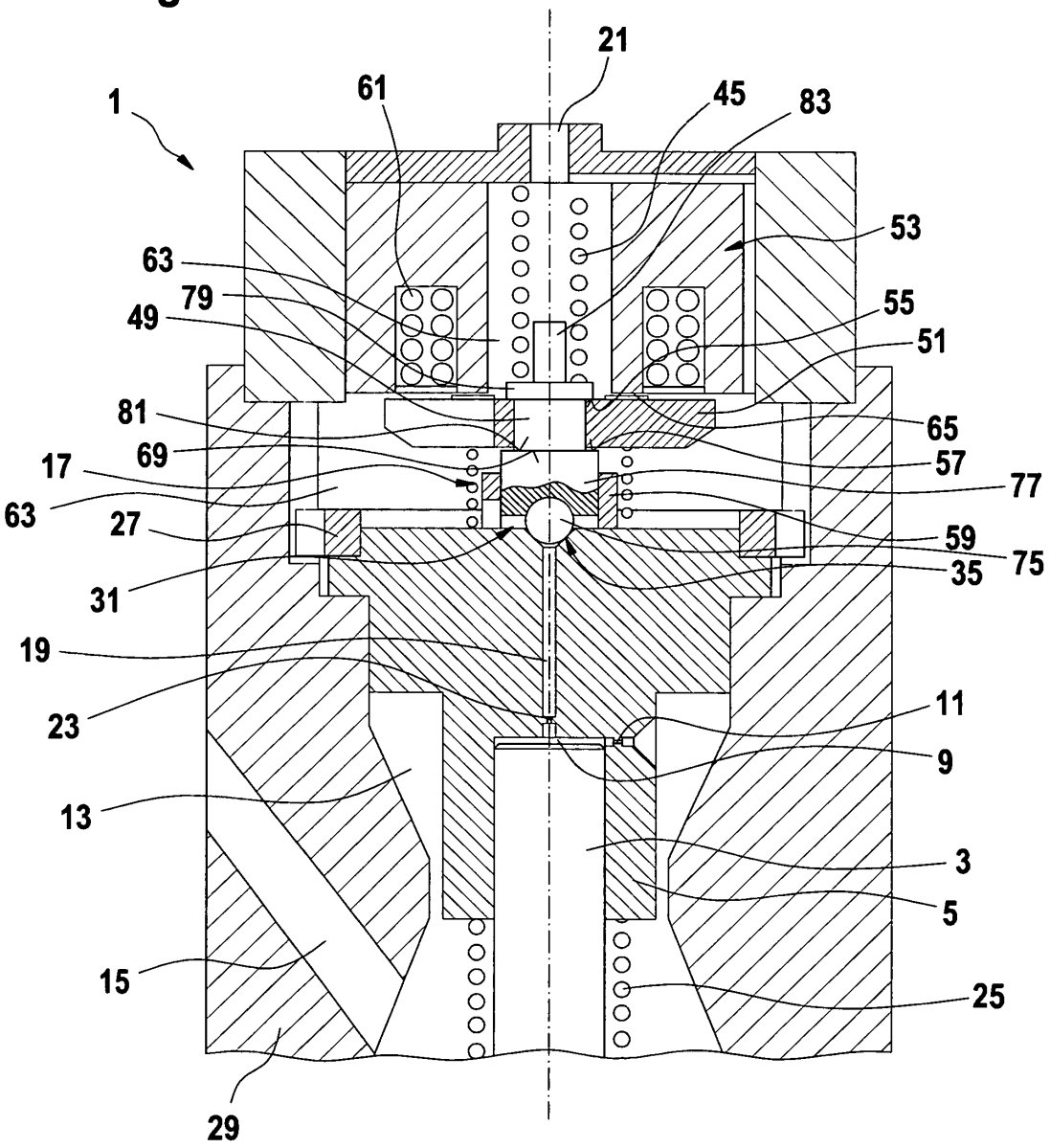

1
21
61
45
39
53
h_2
63
55
51
49
h_1
65
71
67
57
69
17
63
31
27
59
33
35
73
43
19
23
11
9
13
3
5
15
25
29

Fig. 3


1
21
61
45
83
53
63
79
49
55
51
81
65
69
57
17
77
63
27
59
75
35
31
19
23
11
9
13
3
5
15
25
29

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 102007028485 **[0004]**
- DE 10123171 A1 **[0005]**