

(19)



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 740 927 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.06.2014 Patentblatt 2014/24

(51) Int Cl.:
F02M 63/00^(2006.01) *F02M 47/02*^(2006.01)
F02M 61/04^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: 13188371.2

(22) Anmeldetag: 11.10.2013

(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**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(30) Priorität: 10.12.2012 DE 102012222633

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

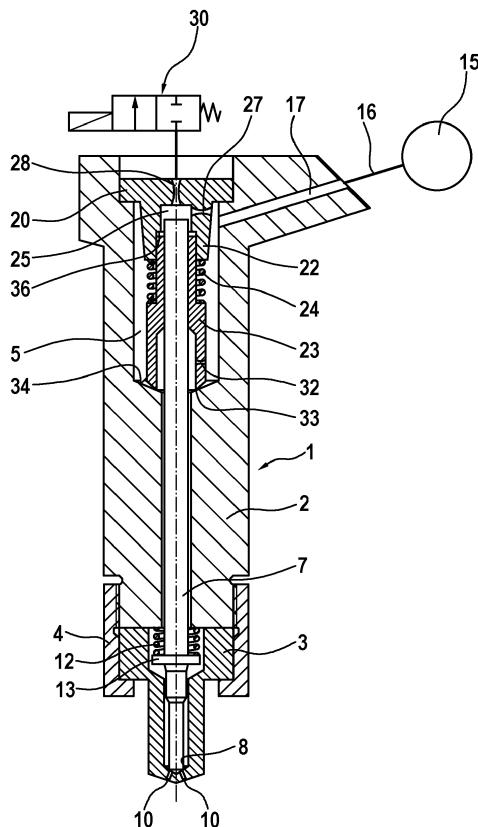
(72) Erfinder:

- Kreschel, Henning
71640 Ludwigsburg (DE)
- Grimminger, Christian
71229 Leonberg (DE)
- Rapp, Holger
71254 Ditzingen (DE)
- Beier, Marco
70469 Stuttgart-Feuerbach (DE)

(54) Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen

(57) Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem Gehäuse (1), in dem ein Druckraum (5) ausgebildet ist, der mit Kraftstoff unter hohem Druck befüllbar ist. Im Druckraum (5) ist eine Düsenadel (7) längsverschiebbar angeordnet und wirkt mit einem Ventilsitz (8) zusammen, wodurch ein Kraftstofffluss aus dem Druckraum (5) zu wenigstens einer Einspritzöffnung (10) gesteuert wird. Über den Druck in einem Steuerraum (25) wird eine hydraulische Schließkraft in Richtung des Ventilsitzes (8) auf die Düsenadel (7) ausgeübt. Das ventilsitzabgewandte Ende der Düsenadel (7) ist in einer längsbeweglichen Schalthülse (23) aufgenommen, wobei die Schalthülse (23) mit einem Dichtsitz (34) im Druckraum (5) zusammenwirkt, so dass beim Abheben der Schalthülse (23) von diesem Dichtsitz (34) zwischen der Schalthülse (23) und dem Dichtsitz (34) ein Durchflussquerschnitt aufgesteuert wird, durch den Kraftstoff innerhalb des Druckraums (5) ungedrosselt in Richtung der Einspritzöffnungen (10) fließen kann.

Fig. 2



EP 2 740 927 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen, wie es vorzugsweise zum Einspritzen von Kraftstoff in die Brennräume von selbstzündenden, schnelllaufenden Brennkraftmaschinen verwendet wird.

Stand der Technik

[0002] Zum Betrieb einer schnelllaufenden, selbstzündenden Brennkraftmaschine ist es notwendig, den Kraftstoff direkt in die Brennräume der entsprechenden Brennkraftmaschine einzubringen. Zu diesem Zweck ist es bekannt, Kraftstoff unter hohem Druck mittels eines Kraftstoffeinspritzventils direkt in den Brennraum einzuspritzen und dabei fein zu zerstäuben. Ein solches Kraftstoffeinspritzventil ist beispielsweise aus der Offenlegungsschrift DE 10 2010 003 202 A1 bekannt. Dazu wird der Kraftstoff mittels einer Kraftstoffhochdruckpumpe verdichtet und einem Kraftstoffhochdruckspeicher zugeführt, der Abzweigleitungen zu jedem Einspritzventil aufweist. Jedes der Kraftstoffeinspritzventile wird also mit Kraftstoff unter hohem Druck versorgt und spritzt diesen Kraftstoff zum richtigen Zeitpunkt und in der richtigen Menge direkt in den zugeordneten Brennraum der Brennkraftmaschine. Die Kraftstoffeinspritzventile arbeiten mittels einer längsbeweglichen Ventilnadel, die mit einem Ventilsitz zum Öffnen und Schließen wenigstens einer Einspritzöffnung zusammenwirkt. Die Düsenadel wird hydraulisch bewegt, da bei Kraftstoffdrücken von bis zu 2500 bar die notwendigen Kräfte für eine Bewegung direkt mittels Magneten oder eines sonstigen Aktores in aller Regel zu hoch sind. Die Düsenadel begrenzt dazu mit ihrer dem Ventilsitz abgewandten Stirnseite einen Steuerraum, über dessen hydraulischen Druck eine Schließkraft auf die Düsenadel ausgeübt wird, die die Düsenadel gegen den Düsensitz presst. Mittels eines Steuerventils kann der Druck in dem Steuerraum abgesenkt werden, so dass die Düsenadel, angetrieben durch den Kraftstoffdruck, der die Düsenadel umgibt, vom Düsensitz weg bewegt wird und so die Einspritzöffnungen freigibt. Wird der Druck im Steuerraum wieder erhöht, drückt dies die Düsenadel zurück in ihre Schließstellung.

[0003] Die einzelnen Einspritzungen erfolgen mit hoher Präzision, um eine optimale und weiche Verbrennung zu erreichen. Jede Einspritzung ist dazu in der Regel in mehrere Teileinspritzungen unterteilt, zum Beispiel in eine Piloteinspritzung, eine Haupt- und eine Nacheinspritzung, die nur wenige Grad Kurbelwinkel von einander beabstandet sind. Im geschlossenen Zustand der Düsenadel bewirkt der Druck im Druckraum des Injektors im Zusammenwirken zwischen dem Steuerraumdurchmesser und dem Düsensitzdurchmesser der Düsenadel eine hydraulische Öffnungskraft auf die Düsenadel. Gleichzeitig bewirkt der Druck im Steuerraum eine hydraulische Schließkraft auf die Stirnseite der Düsen-

adel. Im Ruhezustand, also bei geschlossenem Steuerventil, herrscht im Steuerraum derselbe Druck, der auch die Düsenadel im Druckraum beaufschlagt. Die Kreisfläche, auf die dieser in Schließrichtung wirkt, ist aber 5 größer als die Ringfläche, auf die er in Öffnungsrichtung wirkt. Daraus ergibt sich eine resultierende hydraulische Schließkraft, die als Produkt aus der vom Düsensitzdurchmesser umschlossenen Fläche und dem Kraftstoffdruck berechnet werden kann. Zudem wirkt die Vor- 10 spannkraft einer Schließfeder in Schließrichtung auf die Düsenadel. Diese Düsenfederkraft ist aber im Vergleich zu den hydraulischen Kräften gering und wird deshalb in den folgenden Ausführungen vernachlässigt.

[0004] Wird das Steuerventil geöffnet, so sinkt der 15 Steuerraumdruck ab und strebt jenem Druckniveau entgegen, bei dem der abfließende Volumenstrom aus der Ablaufdrossel gleich dem zufließenden Volumenstrom über die Zulaufdrossel wäre. Bevor dieser Druck erreicht wird, unterschreitet aber die zum Steuerraumdruck proportionale 20 hydraulische Schließkraft die hydraulische Öffnungskraft, und die Düsenadel beginnt zu öffnen. Durch die Öffnungsbewegung der Düsenadel verkleinert sich das Steuerraumvolumen und zwar um so schneller, je schneller sich die Düsenadel nach oben 25 bewegt. In Folge dieses Pumpeffekts steigt der Gleichgewichtsdruck im Steuerraum mit zunehmender Öffnungsgeschwindigkeit der Düsenadel an, so dass die Düsenadel nicht ungehemmt beschleunigt, sondern nur so lange, bis sich in Folge ihrer Öffnungsgeschwindigkeit 30 im Steuerraum jener Druck einstellt, bei dem sich die Düsenadel jeweils im Kräftegleichgewicht befindet.

[0005] In Folge der mit steigendem Düsenadelhub abnehmenden Sitzdrosselung am Düsenadelsitz steigt der Druck unterhalb der Düsensitzes mit zunehmendem 35 Düsenadelhub an. Dies bedeutet, dass auch die hydraulische Öffnungskraft mit steigendem Düsenadelhub zunimmt. Um die Düsenadel im Kräftegleichgewicht zu halten, werden also auch der Steuerraumdruck und die Öffnungsgeschwindigkeit mit zunehmendem Düsenadelhub ansteigen. Bei vernachlässigbarer Sitzdrosselung, also großem Düsenadelhub, wirkt der die Düsenadel umgebende Druck praktisch vollständig auf die vom Steuerraumdurchmesser umgebene Kreisfläche und erzeugt so die maximal mögliche hydraulische 40 Öffnungskraft. Folglich wird zur Erreichung des Kräftegleichgewichts der Steuerraumdruck denselben Wert annehmen, wie der die Düsenadel umgebende Kraftstoff. In diesem Zustand ist also der Differenzdruck an der Zulaufdrossel und folglich der Volumenstrom durch 45 die Zulaufdrossel gleich null. Die in diesem Zustand durch die Ablaufdrossel aus dem Steuerraum abströmende Menge wird dann komplett durch die Öffnungsbewegung der Düsenadel kompensiert. Schließt nun 50 das Schaltventil, so wird das Abströmen durch die Ablaufdrossel unterbunden. Die Öffnungsbewegung der Düsenadel führt zu einem kurzzeitigen Druckanstieg im Steuerraum, der die Düsenadel abbremst und für eine 55 Richtungsumkehr sorgt. Da beim Schließen der Düsen-

adel das Steuerraumvolumen zunimmt, muss diese Volumenzunahme durch den Zustrom durch die Zulaufdrossel kompensiert werden. Ansonsten nimmt der Steuerraumdruck unter das Kräftegleichgewicht ab und die Schließbewegung der Düsenadel wird wieder abge-
5 stoppt. Da aber im Kräftegleichgewicht zunächst nahezu kein Differenzdruck an der Zulaufdrossel anliegt, ist der Zustrom durch die Zulaufdrossel und damit die Schließgeschwindigkeit der Düsenadel sehr gering. Dieser geringe Differenzdruck an der Zulaufdrossel wird nur durch die nahezu vernachlässigbare Düsenfeder-
10 kraft und einen geringen Druckverlust des Kraftstoffs beim Durchströmen des Injektors bewirkt. Erst wenn der Hub der Düsenadel so gering geworden ist, dass der Sitzspalt des Düsenadelsitzes wieder zu drosseln be-
15 ginn und folglich die hydraulische Öffnungskraft und der Steuerraumdruck wieder sinken, steigt die Schließge-
schwindigkeit der Düsenadel wieder nennenswert und die sie wird quasi vollends auf ihren Dichtsitz gesaugt. Das über einen großen Hubbereich und damit Zeitraum extrem langsame Schließen der Düsenadel hätte eine extreme Ungenauigkeit der eingespritzten Menge und ein nicht akzeptables Zumessverhalten des Injektors zur Folge.

[0006] Um dem abzuhelfen ist beispielsweise aus der DE 10 2009 055 036 A1 bekannt, im Druckraum eine Schließdrossel vorzusehen, die dafür sorgt, dass bei ge-
öffnetem Einspritzventil der Druck an der Sitzfläche der Düsenadel gegenüber dem oberhalb der Schließdros-
sel anliegenden Druck etwas gemindert ist, was entspre-
20 chend die hydraulische Öffnungskraft auf die Düsenadel senkt. Dies führt zu einem geringeren Steuerraum-
druck während des Schließvorgangs der Düsenadel und damit einer deutlich höheren Druckdifferenz an der Zulaufdrossel, was wiederum zu einer deutlich höheren und damit ausreichenden Schließgeschwindigkeit der Düsenadel führt. Die Schließdrossel bewirkt jedoch auch, dass an den Einspritzöffnungen nicht der volle Ein-
25 spritzdruck, wie er von der Hochdruckpumpe erzeugt wird, zur Verfügung steht, was sich nachteilig auf die Ge-
mischbildung im Brennraum auswirken kann und gege-
benenfalls eine Erhöhung des Drucks am Injektorzulauf erforderlich macht.

Offenbarung der Erfindung

[0007] Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil weist den Vorteil auf, dass bei der Einspritzung von Kraftstoff mittels des Kraftstoffeinspritzventils an den Einspritzöffnungen der volle Einspritzdruck ansteht, wo-
bei die Düsenadel trotzdem schnell schließt. Dazu weist das Kraftstoffeinspritzventil ein Gehäuse auf, in dem ein Druckraum ausgebildet ist, der mit Kraftstoff unter hohem Druck befüllbar ist und in dem eine Düsenadel längs-
verschiebbar angeordnet ist, die einen Kraftstofffluss zu wenigstens einer Einspritzöffnung steuert. Dabei wird durch den hydraulischen Druck in einem Steuerraum ei-
ne hydraulische Schließkraft in Richtung des Ventilsitzes

auf die Düsenadel ausgeübt. Das ventilsitzabgewandte Ende der Düsenadel ist in einer längsbeweglichen Schalthülse aufgenommen, wobei die Schalthülse mit ei-
5 nem Dichtsitz im Druckraum zusammenwirkt, so dass beim Abheben der Schalthülse von diesem Dichtsitz zwi-
schen der Schalthülse und dem Dichtsitz ein Durchflus-
ssquerschnitt aufgesteuert wird, durch den Kraftstoff in-
nerhalb des Druckraums ungedrosselt in Richtung der Einspritzöffnungen fließen kann.

[0008] Der Kraftstoff kann also bei geöffneter Schalt-
hülse ungedrosselt durch den geöffneten Dichtsitz in Richtung der Einspritzöffnungen fließen, während dem Kraftstofffluss bei geschlossener Schalthülse dieser un-
gedrosselte Weg verschlossen bleibt.

[0009] In einer ersten vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die Schalthülse in Richtung auf den Dicht-
sitz mit einer Federkraft beaufschlagt. Dadurch befindet sie sich zu Beginn der Einspritzung stets in einer defi-
nierten Stellung.

[0010] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung begrenzen die Schalthülse und das ventilsitzabgewandte Ende der Düsenadel den Steuerraum, so dass durch den Druck im Steuerraum eine Kraft auf die Schalthülse in Richtung auf den Absatz ausgeübt wird. Dadurch wird eine einfache Steuerung der Schalthülse ermöglicht, da bei Beginn der Einspritzung der Steuerraum entlastet wird und sich damit die Kraft auf die Schalthülse ernied-
rigt, die daraufhin in Längsrichtung bewegt wird, um den Durchflusssquerschnitt zwischen der Schalthülse und dem zugehörigen Dichtsitz im Druckraum freizugeben.

[0011] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Schalthülse ihrerseits in einem Ven-
tilstück radial außen geführt. Dies ermöglicht die Beweg-
lichkeit der Schalthülse in Längsrichtung und stellt gleich-
zeitig die genaue Position innerhalb des Kraftstoffein-
spritzventils sowie die Dichtheit des Steuerraums sicher.

[0012] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung sind die Teile des Druckraums stromaufwärts und strom-
abwärts des Absatzes durch eine Schließdrossel verbun-
den. Diese stellt stets, also auch bei geschlossenem Dichtsitz der Schalthülse, eine Verbindung zwischen die-
50 sen beiden Teilen des Druckraums, die sich stromauf-
wärts bzw. stromabwärts dieses Dichtsitzes befinden, si-
cher und führt zu einem Druckausgleich innerhalb des Druckraums, wenn sich die Düsenadel in ihrer Schließposition befindet. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Schließdrossel in der Schalthülse ausgebildet ist, da so die Fertigung besonders leicht und kostengüns-
tig ist.

[0013] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist die Düsenadel eine Durchmesser-Erweiterung auf, die einen Führungsabschnitt bildet und mit der die Düsenadel in der Schalthülse zusätzlich geführt ist, wo-
bei durch den Führungsabschnitt in der Schalthülse ein Ringraum in axialer Richtung begrenzt wird. Durch die-
55 sen Ringraum wird bei geschlossener Schalthülse und gleichzeitig geöffneter Düse eine zusätzliche Schließkraft auf die Düsenadel ausgeübt.

[0014] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der Beschreibung und der Zeichnung entnehmbar.

Zeichnung

[0015] In der Zeichnung sind verschiedene Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils dargestellt. Es zeigt

- Figur 1 einen Längsschnitt in schematischer Darstellung eines bekannten Kraftstoffeinspritzventils,
- Figur 2 einen Längsschnitt ebenfalls in schematischer Darstellung eines ersten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels,
- Figur 3 eine vergrößerte Darstellung der Figur 2 im Bereich der Schalthülse und
- Figur 4 in der gleichen Darstellung wie Figur 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0016] In Figur 1 ist ein aus dem Stand der Technik bekanntes Kraftstoffeinspritzventil im Längsschnitt schematisch dargestellt. Das Kraftstoffeinspritzventil weist ein Gehäuse 1 auf, das einen Haltekörper 2 und einen Düsenkörper 3 umfasst, die mittels einer Spannmutter 4 gegeneinander verspannt sind. Innerhalb des Gehäuses 1 ist ein Druckraum 5 ausgebildet, der aus einem Hochdruckspeicher 15 über eine Hochdruckleitung 16 und eine im Haltekörper 2 ausgebildete Hochdruckbohrung 17 mit Kraftstoff unter hohem Druck befüllt werden kann. Innerhalb des Druckraums 5 ist eine Düsennadel 7 längsverschiebbar angeordnet, die mit ihrem brennraumseitigen Ende mit einem Düsensitz 8 zusammenwirkt und dadurch den Kraftstofffluss aus dem Druckraum 5 zu einer oder zu mehreren Einspritzöffnungen 10 steuert, die im Düsenkörper 3 ausgebildet sind. Die Düsennadel 7 ist dabei von einer Schließfeder 12 im Bereich des Düsenkörpers 3 umgeben, die sich mit einem Ende am Haltekörper 2 abstützt und mit dem anderen Ende an einem Ringabsatz 13, der an der Düsennadel 7 ausgebildet ist. Durch ihre Vorspannung drückt die Schließfeder 12 die Düsennadel 7 gegen den Düsensitz 8 und bringt die Düsennadel 7 damit in eine definierte Ausgangsstellung, auch wenn der Kraftstoffdruck im Druckraum 5 wegfällt.

[0017] Das düsensitzabgewandte Ende der Düsennadel 7 ist in einem Ventilstück 20 geführt, das den Druckraum 5 ventilsitzabgewandt begrenzt und das einen Hülsenabschnitt 22 aufweist, der das Ende der Düsennadel 7 aufnimmt. Das brennraumabgewandte Ende der Düsennadel 7 und das Ventilstück 20 begrenzen einen Steuerraum 25, der über eine in der Drosselplatte 20 ausgebildete Ablaufdrossel 28 mit einem Steuerventil 30 verbunden ist. Das Steuerventil 30 verbindet die Ablaufdrossel 28 mit einem Niederdruckraum innerhalb des Kraftstoffeinspritzventils, der in der Zeichnung nicht dar-

gestellt ist und der letztlich über eine Niederdruckleitung 49 mit einem Tank 50 verbunden ist, in den der aus dem Steuerraum 25 abgesteuerte Kraftstoff geleitet wird. Zur Versorgung des Steuerraums 25 mit Kraftstoff ist im Ventilstück 20 eine Zulaufdrossel 27 ausgebildet, die den Steuerraum 25 mit dem Druckraum 5 verbindet.

[0018] Innerhalb des Düsenkörpers 3 ist zwischen der Düsennadel 7 und der Wand des Druckraums 5 eine Schließdrossel 14 ausgebildet, so dass es bei geöffneter Düsennadel an dieser Stelle zu einem leichten Druckabfall kommt. Es herrscht also vor der Schließdrossel 14 ein etwas höherer Druck als stromabwärts, so dass die in Öffnungsrichtung wirkenden hydraulischen Kräfte auf die brennraumseitige Stirnseite der Düsennadel 7 verringert sind.

[0019] Zur Einspritzung von Kraftstoff wird das Steuerventil 30 betätigt und der Steuerraum 25 über die Ablaufdrossel 28 mit dem Niederdruckraum verbunden, wodurch Kraftstoff aus dem Steuerraum 25 abfließt. Dadurch sinkt der Druck im Steuerraum 25 ab und damit vermindert sich die hydraulische Kraft auf die ventilsitzabgewandte Stirnseite der Düsennadel 7. Unterschreitet diese in Schließrichtung wirkende Kraft die hydraulische Kraft, die durch den Kraftstoffdruck im Druckraum 5 erzeugt wird und die in Öffnungsrichtung auf die Düsennadel 7 wirkt, so beginnt die Düsennadel 7 zu öffnen, so dass die Einspritzöffnungen 10 freigegeben werden und Kraftstoff aus dem Druckraum 5 zu den Einspritzöffnungen 10 strömt und durch diese austritt. Aufgrund der Schließdrossel 14 ist der Druck, der an den Einspritzöffnungen 10 anliegt, etwas niedriger als der Druck, der im Hochdruckspeicher 15 zur Verfügung steht.

[0020] Zur Beendigung der Einspritzung wird die Betätigung des Steuerventils 30 beendet und es kehrt in seine Schließstellung zurück. Damit wird das Abströmen von Kraftstoff über die Ablaufdrossel 28 aus dem Steuerraum 25 unterbunden und es findet nur noch ein Zuströmen von Kraftstoff über die Zulaufdrossel 27 in den Steuerraum 25 statt. Dieser Zustrom verdrängt die Düsennadel 7 wieder nach unten in Richtung des Düsensitzes 8. Der Druck im Steuerraum 25 stellt sich dabei so ein, dass sich die Düsennadel 7 im Kräftegleichgewicht befindet. Der sich dabei einstellende Differenzdruck an der Zulaufdrossel 27 bestimmt den Volumenstrom, der dem Steuerraum 25 zufließt und damit die Schließgeschwindigkeit der Düsennadel 7. Dabei ist zu beachten, dass die dem Düsensitz 8 zugewandte Stirnseite der Düsennadel 7 bedingt durch die Schließdrossel 14 einem geringeren als dem am Eingang der Zulaufdrossel 27 herrschenden Druck ausgesetzt ist. Deshalb bewirkt die Schließdrossel 14 eine nennenswerte Absenkung des Steuerraumdrucks gegenüber dem Zulaufdruck des Injektors und folglich einen nennenswerten Differenzdruck an der Zulaufdrossel 27. Erst dieser Differenzdruck, für den im Wesentlichen die Schließdrossel 14 verantwortlich ist, führt zu einer ausreichenden Schließgeschwindigkeit der Düsennadel 7.

[0021] Figur 2 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel der

Erfundung. Auf eine Beschreibung der bereits in Figur 1 beschriebenen Bauteile wird dabei verzichtet. Zur besseren Übersicht zeigt die Figur 3 eine vergrößerte Darstellung der Figur 2 im brennraumabgewandten Bereich.

[0022] Die Düsenadel 7 ist mit ihrem ventilsitzabgewandten Ende in einer Schalthülse 23 aufgenommen, die ihrerseits im Hülsenabschnitt 22 des Ventilstücks 20 geführt ist. Die Schalthülse 23 ist hierbei von einer Feder 24 umgeben, die die Schalthülse 23 gegen einen Dichtsitz 34 drückt, der innerhalb des Druckraums 5 ausgebildet ist. An der Schalthülse ist eine Dichtkante 33 ausgebildet, mit der diese am Dichtsitz 34 aufliegt und so den Druckraum 5 in zwei Abschnitte unterteilt, die bei Anlage der Schalthülse 23 auf dem Dichtsitz 34 nur durch eine Schließdrossel 32 verbunden sind, die in der Schalthülse 23 ausgebildet ist. Die Schalthülse 23 begrenzt zusammen mit der Stirnseite der Düsenadel 7 und dem Ventilstück 20 den Steuerraum 25, der über die Zulaufdrossel 27 mit dem Druckraum 5 verbunden ist. Die im Stand der Technik beschriebene und in Fig. 1 dargestellte Schließdrossel 14, die dort zwischen der Düsenadel 7 und der Innenwand des Druckraums 5 ausgebildet ist, entfällt zu Gunsten der in der Schalthülse 23 ausgebildeten Schließdrossel 32. Dies wird konstruktiv einfach durch eine Vergrößerung des Durchströmquerschnitts im Bereich der ursprünglichen Schließdrossel 14 realisiert.

[0023] Die Funktionsweise des Kraftstoffeinspritzventils ist wie folgt:

[0024] Zu Beginn der Einspritzung befindet sich das Kraftstoffeinspritzventil in dem in Figur 2 und Figur 3 gezeigten Zustand. Im Steuerraum 25 herrscht der gleiche Kraftstoffdruck wie in Druckraum 5, da beide Räume über die Zulaufdrossel 27 hydraulisch verbunden sind. Soll eine Einspritzung erfolgen, so wird das Steuerventil 30 geöffnet und der Kraftstoff fließt aus dem Steuerraum 25 über die Ablaufdrossel 28 in den Niederdruckraum. Dadurch sinkt der Druck im Steuerraum 25 ab.

[0025] Durch den absinkenden Druck im Steuerraum 25 vermindert sich nun die in Richtung des Ventilsitzes 8 wirkende hydraulische Kraft sowohl auf die Schalthülse 23 als auch auf die Düsenadel 7. Der Kraftstoffdruck im Druckraum 5 drückt daraufhin zunächst die Schalthülse 23 vom Dichtsitz 34 und dann die Düsenadel 7 vom Düsensitz 8 weg, so dass einerseits zwischen der Schalthülse 23 und dem Dichtsitz 34 und andererseits zwischen der Düsenadel 7 und dem Düsensitz 8 ein Durchflussquerschnitt aufgesteuert wird. Der Kraftstoff kann jetzt ungehindert und ungedrosselt durch den Druckraum 5 in Richtung der Einspritzöffnungen 10 fließen und wird durch die Einspritzöffnungen 10 ausgespritzt. Die Schalthülse 23 bewegt sich dabei bis in Anlage an einen Anschlag 36, der innerhalb des Ventilstücks 20 als Absatz ausgebildet ist, während die Düsenadel 7 in der Regel ihre Hubbegrenzung während ihrer Öffnungsphase nicht erreicht, was als ballistischer Betrieb bezeichnet wird.

[0026] Zur Beendigung der Einspritzung wird das Steuerventil 30 wieder geschlossen, so dass der Kraft-

stoff nicht mehr weiter aus dem Steuerraum 25 abfließt. Da sich die Düsenadel 7 noch in ihrer Aufwärtsbewegung befindet, also ballistisch betrieben wird, erhöht sich daraufhin der Druck im Steuerraum 25, was die Öffnungsbewegung der Düsenadel 7 bremst. Desgleichen wird auf die Stirnseite der Schalthülse 23 wieder eine erhöhte hydraulische Kraft ausgeübt, die die Schalthülse 23 in Richtung des Dichtsitzes 34 drückt, bis diese mit ihrer Dichtkante 33 am Dichtsitz 34 anliegt und den Kraftstofffluss innerhalb des Druckraums 5 an dieser Stelle unterbricht. Der weitere Kraftstofffluss kann jetzt nur noch durch die Schließdrossel 32 erfolgen, was zu einem leichten Druckrückgang in jenem Teil des Druckraums 5 führt, der sich stromabwärts der Schließdrossel 32 befindet. Dadurch verringert sich die hydraulische Kraft, die in Öffnungsrichtung auf die Düsenadel 7 wirkt und die Düsenadel 7 beschleunigt nach unten. Da mit zunehmender Schließgeschwindigkeit der Düsenadel 7 der Druck im Steuerraum 25 wegen der Drosselung des in den Steuerraum 25 nachfließenden Kraftstoffs an der Zulaufdrossel 27 sinkt, endet der Beschleunigungsvorgang, wenn jene Geschwindigkeit erreicht ist, bei der sich die Düsenadel 7 im Kräftegleichgewicht befindet. Dieser Steuerraumdruck, bei dem sich die Düsenadel im Kräftegleichgewicht befindet, ist in Folge des abgesenkten Drucks im stromabwärts der Schließdrossel 32 befindlichen Teil des Druckraums 5 deutlich geringer als der Druck vor der Zulaufdrossel 27. Folglich besteht im Kräftegleichgewicht ein nennenswerter Differenzdruck an der Zulaufdrossel 27 und damit ein nennenswerter Volumenstrom in den Steuerraum 25 hinein, woraus sich wiederum eine ausreichende Schließgeschwindigkeit der Düsenadel 7 ergibt.

[0027] In Figur 4 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils dargestellt, wobei sich dieses Ausführungsbeispiel von dem in Figur 3 gezeigten in der Ausgestaltung der Schalthülse 23 und der Düsenadel 7 unterscheidet. Die Düsenadel 7 weist innerhalb der Schalthülse 23 eine Durchmessererweiterung auf, die einen Führungsabschnitt 40 bildet, mit der die Düsenadel 7 zusätzlich innerhalb der Schalthülse 23 geführt ist. Durch den Führungsabschnitt 40 und die Schalthülse 23 wird so ein Ringraum 38 begrenzt, der durch eine Bohrung 39 in der Schalthülse 23 mit dem Druckraum 5 verbunden ist. Darüber hinaus ist die Dichtkante 33 an der Schalthülse 23 radial soweit nach außen verlagert, dass deren Durchmesser größer ist als der Durchmesser des Führungsabschnitts 40. Durch diese Maßnahmen ändern sich die hydraulischen Kräfte auf die Düsenadel 7 und die Schalthülse 23: Befindet sich beim Schließen des Einspritzventils die Schalthülse 23 bereits in Anlage am Dichtsitz 34, während die Düsenadel 7 noch in ihrer Öffnungsposition ist, so wirkt durch den Druck im Ringraum 38 eine zusätzliche hydraulische Schließkraft auf die Düsenadel 7, die die Schließbewegung weiter beschleunigt. Da der Durchmesser der Dichtkante 33 größer ist als der Durchmesser des Führungsabschnitts 40, ergibt sich durch die Druckdifferenz

zwischen dem Bereich des Druckraums 5 außerhalb der Schalthülse 23 und innerhalb eine zusätzliche Schließkraft auf die Schalthülse 23. Dies verhindert, dass die Schalthülse 23 am Dichtsitz 34 prellt und wieder anhebt, was den Schließvorgang stören könnte.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem Gehäuse (1), in dem ein Druckraum (5) ausgebildet ist, der mit Kraftstoff unter hohem Druck füllbar ist, und mit einer Düsenadel (7), die längsverschiebbar im Druckraum (5) angeordnet ist und mit einem Ventilsitz (8) zusammenwirkt und dadurch einen Kraftstofffluss aus dem Druckraum (5) zu wenigstens einer Einspritzöffnung (10) steuert, und mit einem Steuerraum (25), über den eine hydraulische Schließkraft in Richtung des Ventilsitzes (8) auf die Düsenadel (7) ausgeübt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das ventilsitzabgewandte Ende der Düsenadel (7) in einer längsbeweglichen Schalthülse (23) aufgenommen ist, wobei die Schalthülse (23) mit einem Dichtsitz (34) im Druckraum (5) zusammenwirkt, so dass beim Abheben der Schalthülse (23) von diesem Dichtsitz (34) zwischen der Schalthülse (23) und dem Dichtsitz (34) ein Durchflussquerschnitt aufgesteuert wird, durch den Kraftstoff innerhalb des Druckraums (5) ungedrosselt in Richtung der Einspritzöffnungen (10) fließen kann. 10
2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schalthülse (23) durch eine Feder (35) in Richtung des Dichtsitzes (34) mit einer Federkraft beaufschlagt ist. 15
3. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Schalthülse (23) und das ventilsitzabgewandte Ende der Düsenadel (5) der Steuerraum (25) begrenzt wird, so dass durch den hydraulischen Druck im Steuerraum (25) eine hydraulische Kraft auf die Schalthülse (23) in Richtung des Dichtsitzes (34) ausgeübt wird. 20
4. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schalthülse (23) in einem Ventilstück (20) an ihrer Außenseite geführt ist. 25
5. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schalthülse (23) in einem Hülsenabschnitt (22) des Ventilstücks (20) geführt ist. 30
6. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Schließdrossel (32) vorgesehen ist, durch die die Teile des Druckraums (5) vor und nach dem Dichtsitz (34) verbunden sind und durch die Kraftstoff gedros- 35
7. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schließdrossel (32) in der Schalthülse (23) ausgebildet ist. 40
8. Kraftstoffeinspritzventil nacheinem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchmesser, bei dem die Schalthülse (23) auf dem Dichtsitz (34) abdichtet, größer ist als der Außendurchmesser der den Steuerraum (25) begrenzenden Stirnfläche der Schalthülse (23). 45
9. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düsenadel (7) einen durch eine Durchmesser-Erweiterung gebildeten Führungsabschnitt (40) aufweist, mit der sie ebenfalls in der Schalthülse (23) geführt ist, so dass durch den Führungsabschnitt (40) ein in der Schalthülse (23) ausgebildeter Ringraum (38) in axialer Richtung begrenzt wird. 50
10. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ringraum (38) durch eine in der Schalthülse (23) ausgebildete Bohrung (39) mit dem Druckraum (5) hydraulisch verbunden ist. 55

selt in Richtung der Einspritzöffnungen (10) fließen kann.

5

8. Kraftstoffeinspritzventil nacheinem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchmesser, bei dem die Schalthülse (23) auf dem Dichtsitz (34) abdichtet, größer ist als der Außendurchmesser der den Steuerraum (25) begrenzenden Stirnfläche der Schalthülse (23).

15 9. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düsenadel (7) einen durch eine Durchmesser-Erweiterung gebildeten Führungsabschnitt (40) aufweist, mit der sie ebenfalls in der Schalthülse (23) geführt ist, so dass durch den Führungsabschnitt (40) ein in der Schalthülse (23) ausgebildeter Ringraum (38) in axialer Richtung begrenzt wird.

20 10. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ringraum (38) durch eine in der Schalthülse (23) ausgebildete Bohrung (39) mit dem Druckraum (5) hydraulisch verbunden ist.

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

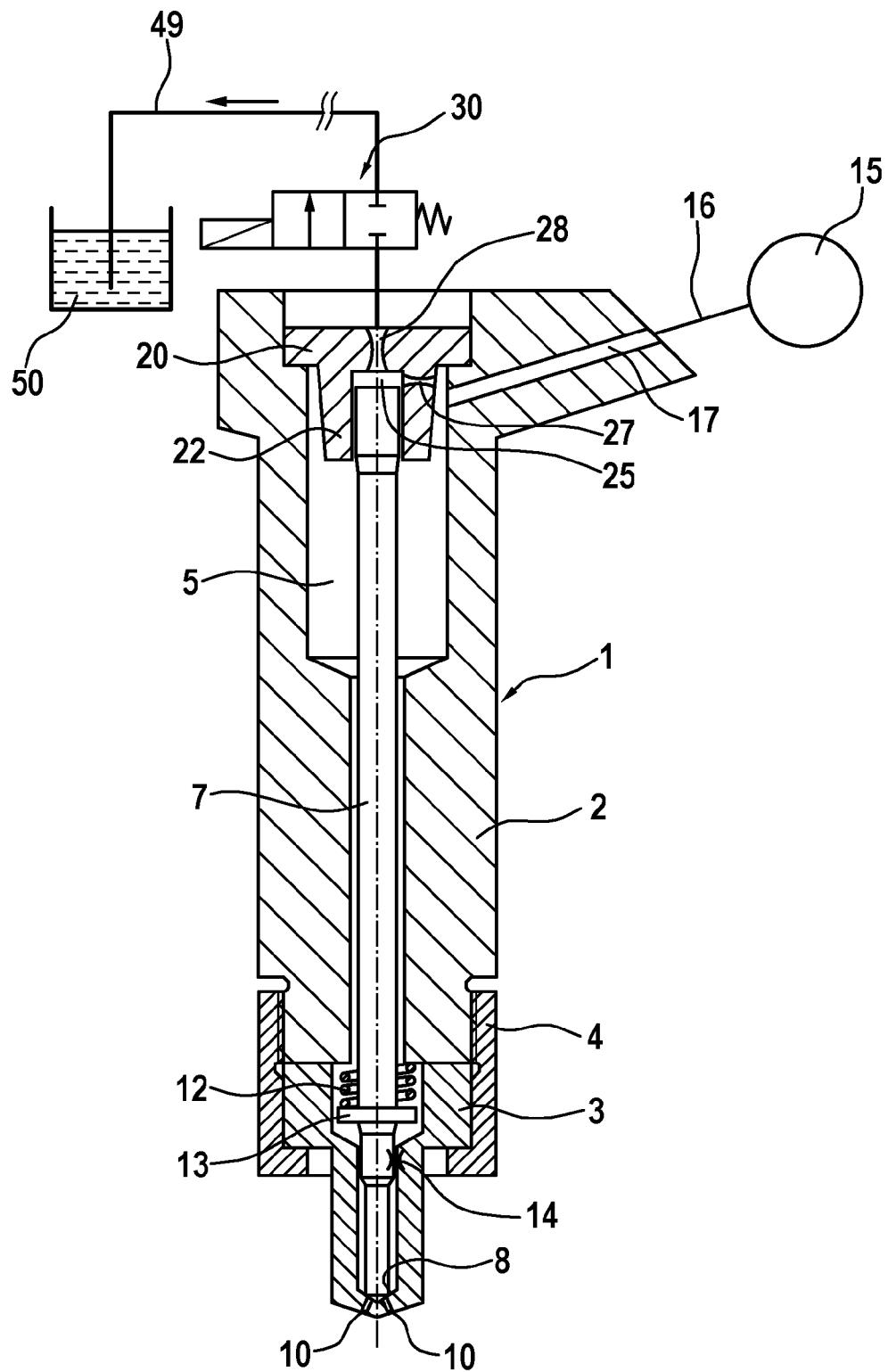


Fig. 2

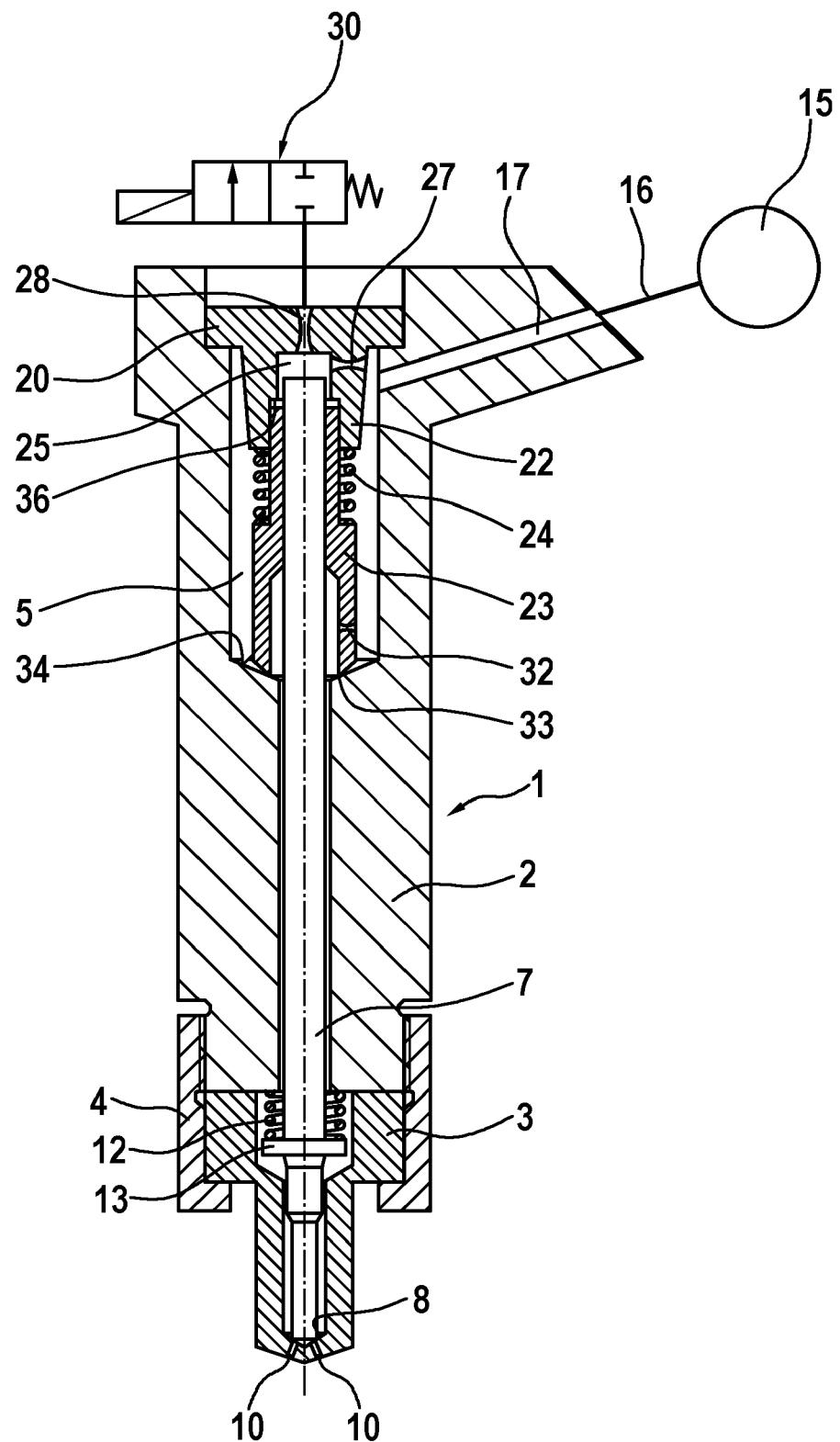


Fig. 3

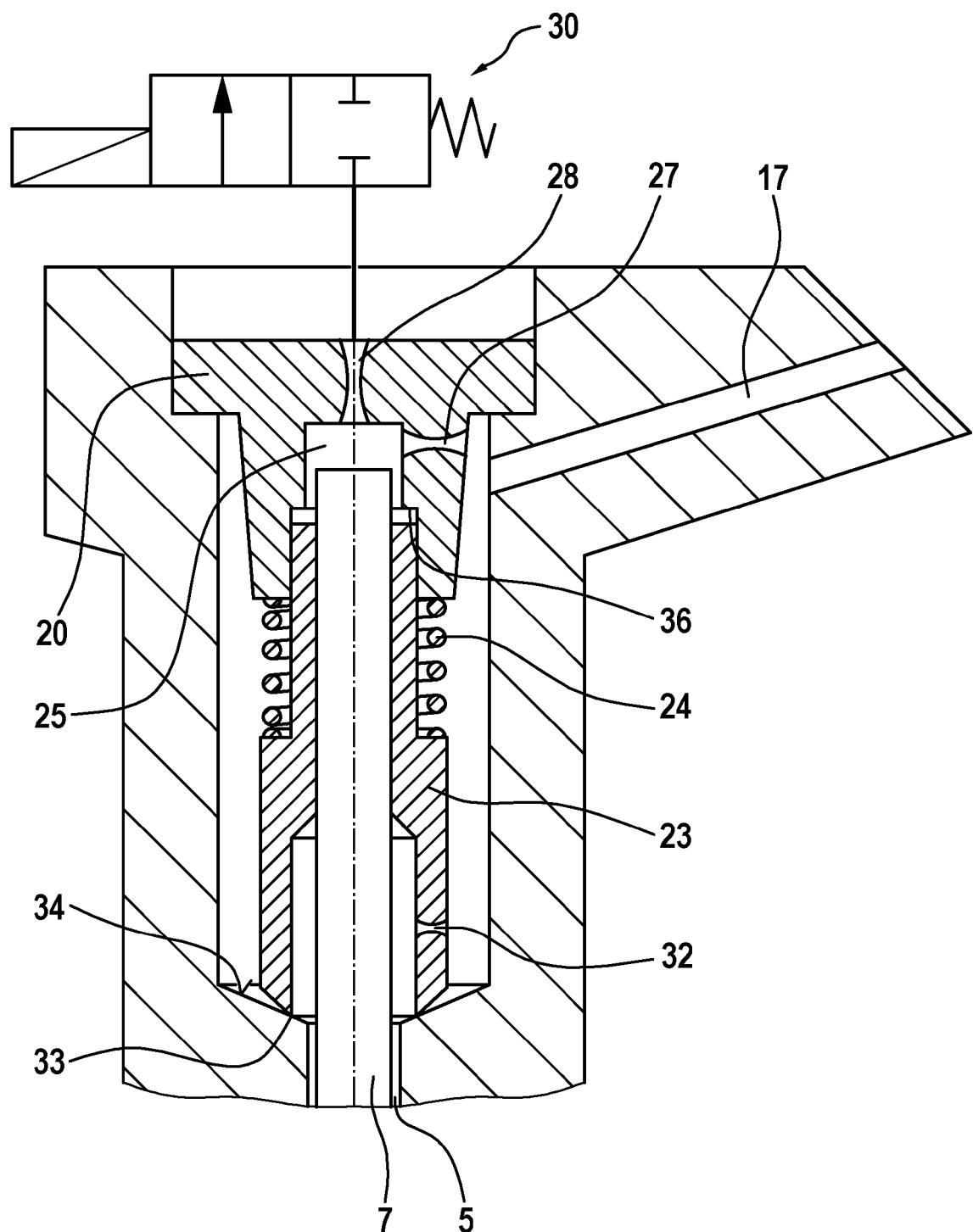
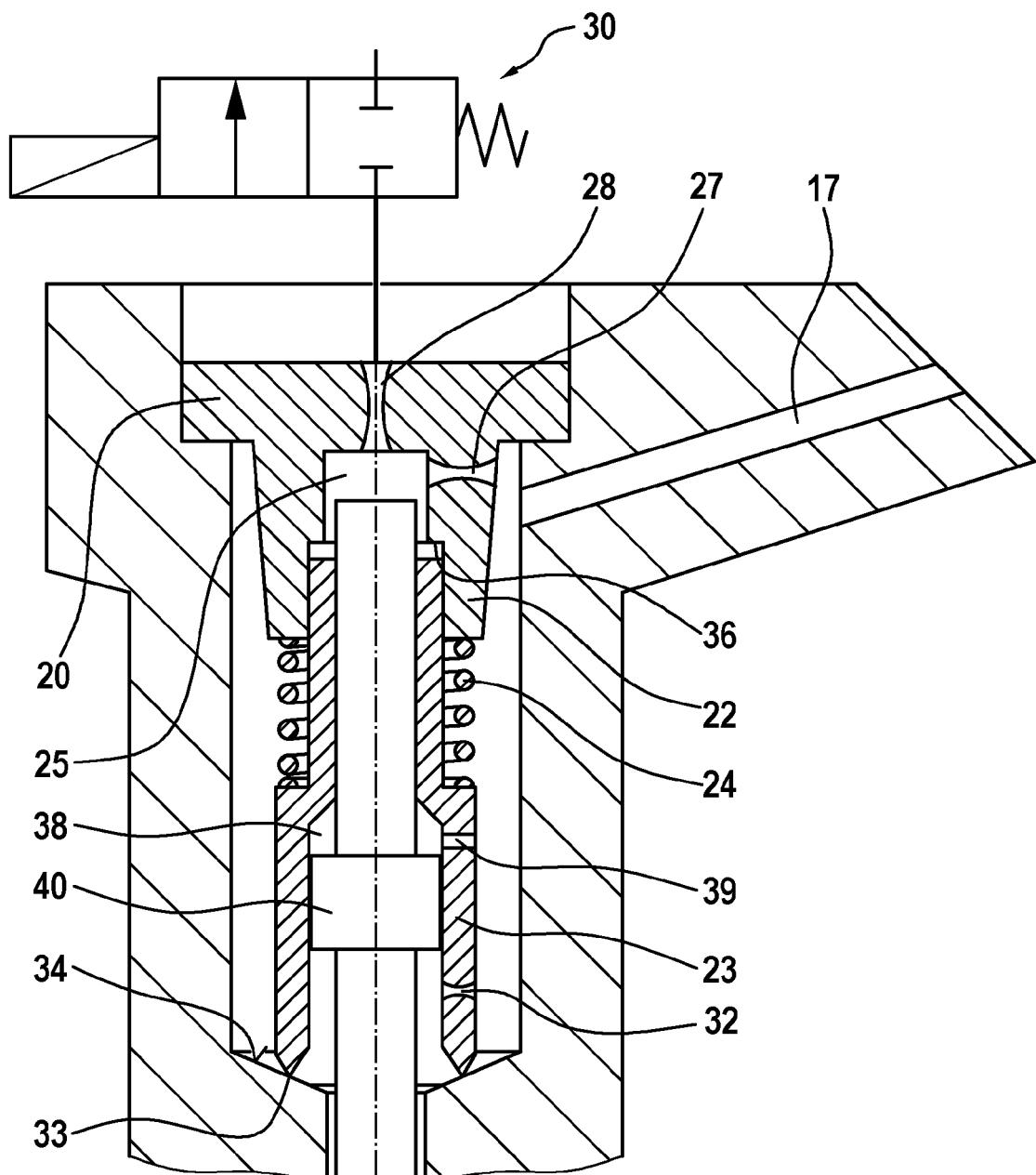


Fig. 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 13 18 8371

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2003/010845 A1 (CARROLL JOHN T [US] ET AL CARROLL III JOHN T [US] ET AL) 16. Januar 2003 (2003-01-16) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,3,4 * * Anspruch 1 * * Anspruch 2 * * Anspruch 14 * * Anspruch 5 * * Anspruch 10 * * Absatz [0034] * * Absatz [0031] * * Absatz [0032] * * Absatz [0033] * * Absatz [0040] * * Absatz [0035] * * Absatz [0036] * * Absatz [0037] *	1-7,9	INV. F02M63/00 F02M47/02 F02M61/04
X	DE 10 2004 030445 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 12. Januar 2006 (2006-01-12) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * * Anspruch 1 * * Absatz [0009] * * Absatz [0010] * * Absatz [0013] * * Absatz [0016] *	1-3	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC) F02M
X	DE 103 48 925 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 12. Mai 2005 (2005-05-12) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * * Anspruch 1 * * Anspruch 2 * * Anspruch 3 * * Absatz [0023] * * Absatz [0013] * * Absatz [0011] * * Absatz [0014] *	1,3-5,9, 10	

-/-			
2 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Prüfer Den Haag Barunovic, Robert Abschlußdatum der Recherche 5. März 2014			
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelbedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 13 18 8371

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE		
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch
X	<p>WO 2007/038811 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; BERNHAUPT MARTIN [AT]; WERGER HEINRICH [AT]) 12. April 2007 (2007-04-12)</p> <p>* Zusammenfassung; Abbildung 4 *</p> <p>* Absatz [0001] *</p> <p>* Absatz [0004] *</p> <p>* Absatz [0014] *</p> <p>* Absatz [0016] *</p> <p>* Absatz [0017] *</p> <p>* Absatz [0018] *</p> <p>* Absatz [0028] *</p> <p>* Absatz [0029] - Absatz [0030] *</p> <p>* Absatz [0031] *</p> <p>* Anspruch 1 *</p> <p>* Anspruch 2 *</p> <p>* Anspruch 3 *</p> <p>* Anspruch 4 *</p> <p>* Anspruch 8 *</p> <p>* Anspruch 9 *</p> <p>* Anspruch 10 *</p> <p>* Anspruch 11 *</p> <p>* Anspruch 12 *</p> <p>* Anspruch 13 *</p>	1-3,6,7, 9
----- -/-		
RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)		
----- -/-		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
2	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 5. März 2014
		Prüfer Barunovic, Robert
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument</p> <p>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>		



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 2 189 649 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 26. Mai 2010 (2010-05-26) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,3,4,8,19 * * Anspruch 1 * * Anspruch 2 * * Anspruch 3 * * Anspruch 7 * * Absatz [0001] * * Absatz [0015] * * Absatz [0035] * * Absatz [0036] * * Absatz [0050] * * Absatz [0072] - Absatz [0073] * * Absatz [0053] * * Absatz [0060] * * Absatz [0063] * * Absatz [0064] * ----- JP 2010 151025 A (TOYOTA MOTOR CORP) 8. Juli 2010 (2010-07-08) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * * Anspruch 1 * * Absatz [0001] * * Absatz [0005] * * Absatz [0006] * * Absatz [0007] * * Absatz [0024] * * Absatz [0013] * * Absatz [0015] * * Absatz [0016] * ----- - / --	1-4	
A		1,2,4,5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
		8	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche		Prüfer
Den Haag	5. März 2014		Barunovic, Robert
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		
A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument		
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 13 18 8371

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE		
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch
A	US 2006/186227 A1 (AUGUSTIN ULRICH [US]) 24. August 2006 (2006-08-24) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2,3,6,7,10,11 * * Anspruch 1 * * Anspruch 4 * * Absatz [0025] * * Absatz [0026] * * Absatz [0031] * * Absatz [0040] * * Absatz [0039] * ----- -----	1-8
		RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
2		Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt
2	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 5. März 2014
		Prüfer Barunovic, Robert
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 13 18 8371

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

05-03-2014

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2003010845	A1	16-01-2003	KEINE	
DE 102004030445	A1	12-01-2006	DE 102004030445 A1 WO 2006000486 A1	12-01-2006 05-01-2006
DE 10348925	A1	12-05-2005	AT 372457 T DE 10348925 A1 EP 1682769 A1 JP 4273153 B2 JP 2007508487 A KR 20060096049 A US 2007204837 A1 WO 2005040595 A1	15-09-2007 12-05-2005 26-07-2006 03-06-2009 05-04-2007 05-09-2006 06-09-2007 06-05-2005
WO 2007038811	A1	12-04-2007	AT 501914 A4 EP 1931874 A1 JP 2009509079 A US 2009114744 A1 WO 2007038811 A1	15-12-2006 18-06-2008 05-03-2009 07-05-2009 12-04-2007
EP 2189649	A1	26-05-2010	CN 101796291 A EP 2189649 A1 JP 4710892 B2 JP 2009074442 A US 2010200679 A1 US 2013037632 A1 WO 2009038155 A1	04-08-2010 26-05-2010 29-06-2011 09-04-2009 12-08-2010 14-02-2013 26-03-2009
JP 2010151025	A	08-07-2010	KEINE	
US 2006186227	A1	24-08-2006	EP 1851427 A1 JP 4608555 B2 JP 2008531901 A US 2006186227 A1 US 2007084949 A1 WO 2006091429 A1	07-11-2007 12-01-2011 14-08-2008 24-08-2006 19-04-2007 31-08-2006

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 102010003202 A1 **[0002]**
- DE 102009055036 A1 **[0006]**