



(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

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

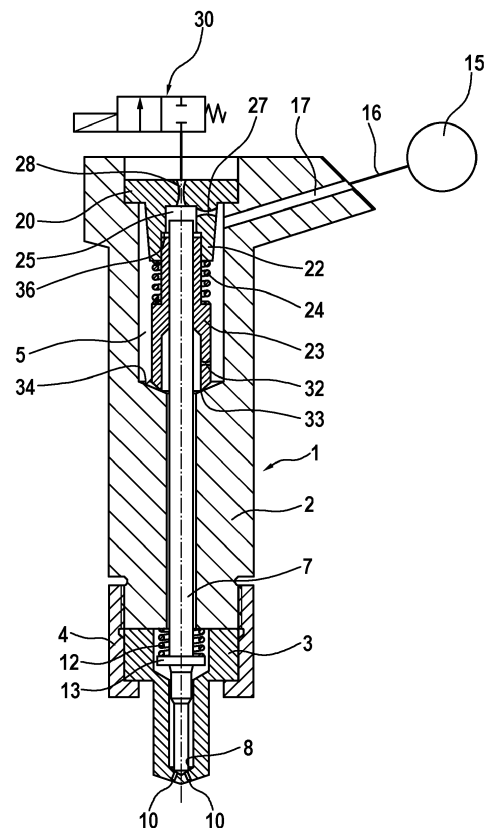
(30) Priorität: **10.12.2012 DE 102012222633**

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



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 Abzweigungen 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 Düsennadel wird hydraulisch bewegt, da bei Kraftstoffdrücken von bis zu 2500 bar die notwendigen Kräfte für eine Bewegung direkt mittels Magneten oder eines sonstigen Aktors in aller Regel zu hoch sind. Die Düsennadel begrenzt dazu mit ihrer dem Ventilsitz abgewandten Stirnseite einen Steuerraum, über dessen hydraulischen Druck eine Schließkraft auf die Düsennadel ausgeübt wird, die die Düsennadel gegen den Düsensitz presst. Mittels eines Steuerventils kann der Druck in dem Steuerraum abgesenkt werden, so dass die Düsennadel, angetrieben durch den Kraftstoffdruck, der die Düsennadel umgibt, vom Düsensitz weg bewegt wird und so die Einspritzöffnungen freigibt. Wird der Druck im Steuerraum wieder erhöht, drückt dies die Düsennadel 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 Pileinspritzung, eine Haupt- und eine Nacheinspritzung, die nur wenige Grad Kurbelwinkel von einander beabstandet sind. Im geschlossenen Zustand der Düsennadel bewirkt der Druck im Druckraum des Injektors im Zusammenwirken zwischen dem Steuerraumdurchmesser und dem Düsensitzdurchmesser der Düsennadel eine hydraulische Öffnungskraft auf die Düsennadel. Gleichzeitig bewirkt der Druck im Steuerraum eine hydraulische Schließkraft auf die Stirnseite der Düsennadel.

Im Ruhezustand, also bei geschlossenem Steuerventil, herrscht im Steuerraum derselbe Druck, der auch die Düsennadel im Druckraum beaufschlagt. Die Kreisfläche, auf die dieser in Schließrichtung wirkt, ist aber 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 Vorspannkraft einer Schließfeder in Schließrichtung auf die Düsennadel. Diese Düsennadelfederkraft 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 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 hydraulische Schließkraft die hydraulische Öffnungskraft, und die Düsennadel beginnt zu öffnen. Durch die Öffnungsbewegung der Düsennadel verkleinert sich das Steuerraumvolumen und zwar um so schneller, je schneller sich die Düsennadel nach oben bewegt. In Folge dieses Pumpeffekts steigt der Gleichgewichtsdruck im Steuerraum mit zunehmender Öffnungsgeschwindigkeit der Düsennadel an, so dass die Düsennadel nicht ungehemmt beschleunigt, sondern nur so lange, bis sich in Folge ihrer Öffnungsgeschwindigkeit im Steuerraum jener Druck einstellt, bei dem sich die Düsennadel jeweils im Kräftegleichgewicht befindet.

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

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

[0006] Um dem abzuhelpen 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 Düsennadel gegenüber dem oberhalb der Schließdros-sel anliegenden Druck etwas gemindert ist, was entspre-chend die hydraulische Öffnungskraft auf die Düsenna-del senkt. Dies führt zu einem geringeren Steuer-raum-druck während des Schließvorgangs der Düsennadel und damit einer deutlich höheren Druckdifferenz an der Zulaufdrossel, was wiederum zu einer deutlich höheren und damit ausreichenden Schließgeschwindigkeit der Düsennadel führt. Die Schließdrossel bewirkt jedoch auch, dass an den Einspritzöffnungen nicht der volle Ein-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 Kraftstoffeinspritzven-til weist den Vorteil auf, dass bei der Einspritzung von Kraftstoff mittels des Kraftstoffeinspritzventils an den Einspritzöffnungen der volle Einspritzdruck ansteht, wo-bei die Düsennadel 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 Düsennadel längs-verschiebbar angeordnet ist, die einen Kraftstofffluss zu wenigstens einer Einspritzöffnung steuert. Dabei wird durch den hydraulischen Druck in einem Steuer-raum ei-ne hydraulische Schließkraft in Richtung des Ventilsitzes

auf die Düsennadel ausgeübt. Das ventilsitzabgewandte Ende der Düsennadel ist in einer längsbeweglichen Schalthülse aufgenommen, wobei die Schalthülse mit ei-nem Dichtsitz im Druckraum zusammenwirkt, so dass beim Abheben der Schalthülse von diesem Dichtsitz zwis-chen der Schalthülse und dem Dichtsitz ein Durchflus-squerschnitt 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 ventilsitzabgewand-te Ende der Düsennadel den Steuer-raum, so dass durch den Druck im Steuer-raum 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 Steuer-raum entlastet wird und sich damit die Kraft auf die Schalthülse ernied-rigt, die daraufhin in Längsrichtung bewegt wird, um den Durchflussquerschnitt 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 Kraftstoffeins-pritzventils sowie die Dichtheit des Steuer-raums 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-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 Düsennadel 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 Düsennadel eine Durchmesser-Erweiterung auf, die einen Führungsabschnitt bildet und mit der die Düsennadel in der Schalthülse zusätzlich geführt ist, wo-bei durch den Führungsabschnitt in der Schalthülse ein Ringraum in axialer Richtung begrenzt wird. Durch die-sen Ringraum wird bei geschlossener Schalthülse und gleichzeitig geöffneter Düse eine zusätzliche Schließkraft auf die Düsennadel 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 Kraft-stoffeinspritzventils,
- 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 Hülseabschnitt 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, worauf 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

Erfindung. 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 Düsennadel 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 Düsennadel 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 Düsennadel 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 Düsennadel 7. Der Kraftstoffdruck im Druckraum 5 drückt daraufhin zunächst die Schalthülse 23 vom Dichtsitz 34 und dann die Düsennadel 7 vom Düsensitz 8 weg, so dass einerseits zwischen der Schalthülse 23 und dem Dichtsitz 34 und andererseits zwischen der Düsennadel 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 Düsennadel 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 Düsennadel 7 noch in ihrer Aufwärtsbewegung befindet, also ballistisch betrieben wird, erhöht sich daraufhin der Druck im Steuerraum 25, was die Öffnungsbewegung der Düsennadel 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 Düsennadel 7 wirkt und die Düsennadel 7 beschleunigt nach unten. Da mit zunehmender Schließgeschwindigkeit der Düsennadel 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 Düsennadel 7 im Kräftegleichgewicht befindet. Dieser Steuerraumdruck, bei dem sich die Düsennadel 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 Düsennadel 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 Düsennadel 7 unterscheidet. Die Düsennadel 7 weist innerhalb der Schalthülse 23 eine Durchmesser-Erweiterung auf, die einen Führungsabschnitt 40 bildet, mit der die Düsennadel 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 Düsennadel 7 und die Schalthülse 23: Befindet sich beim Schließen des Einspritzventils die Schalthülse 23 bereits in Anlage am Dichtsitz 34, während die Düsennadel 7 noch in ihrer Öffnungsposition ist, so wirkt durch den Druck im Ringraum 38 eine zusätzliche hydraulische Schließkraft auf die Düsennadel 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 befüllbar 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. 35
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. 40
4. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schalthülse (23) in einem Ventilstück (20) an ihrer Außenseite geführt ist. 45
5. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schalthülse (23) in einem Hülsenabschnitt (22) des Ventilstücks (20) geführt ist. 50
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-

selt in Richtung der Einspritzöffnungen (10) fließen kann.

7. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schließdrossel (32) in der Schalthülse (23) ausgebildet ist. 5
8. Kraftstoffeinspritzventil nach einem 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). 10
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. 15
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. 20

Fig. 1

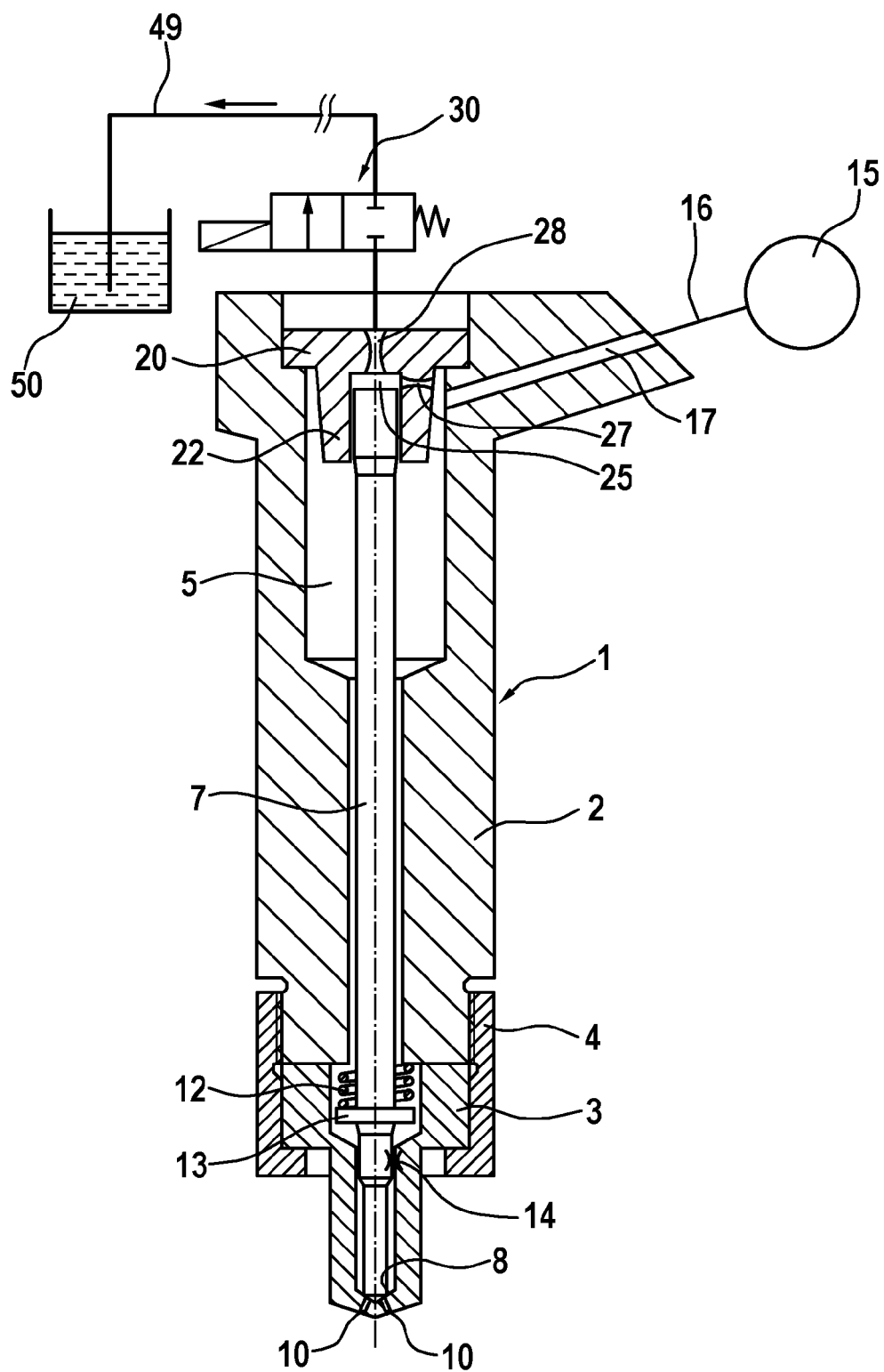


Fig. 2

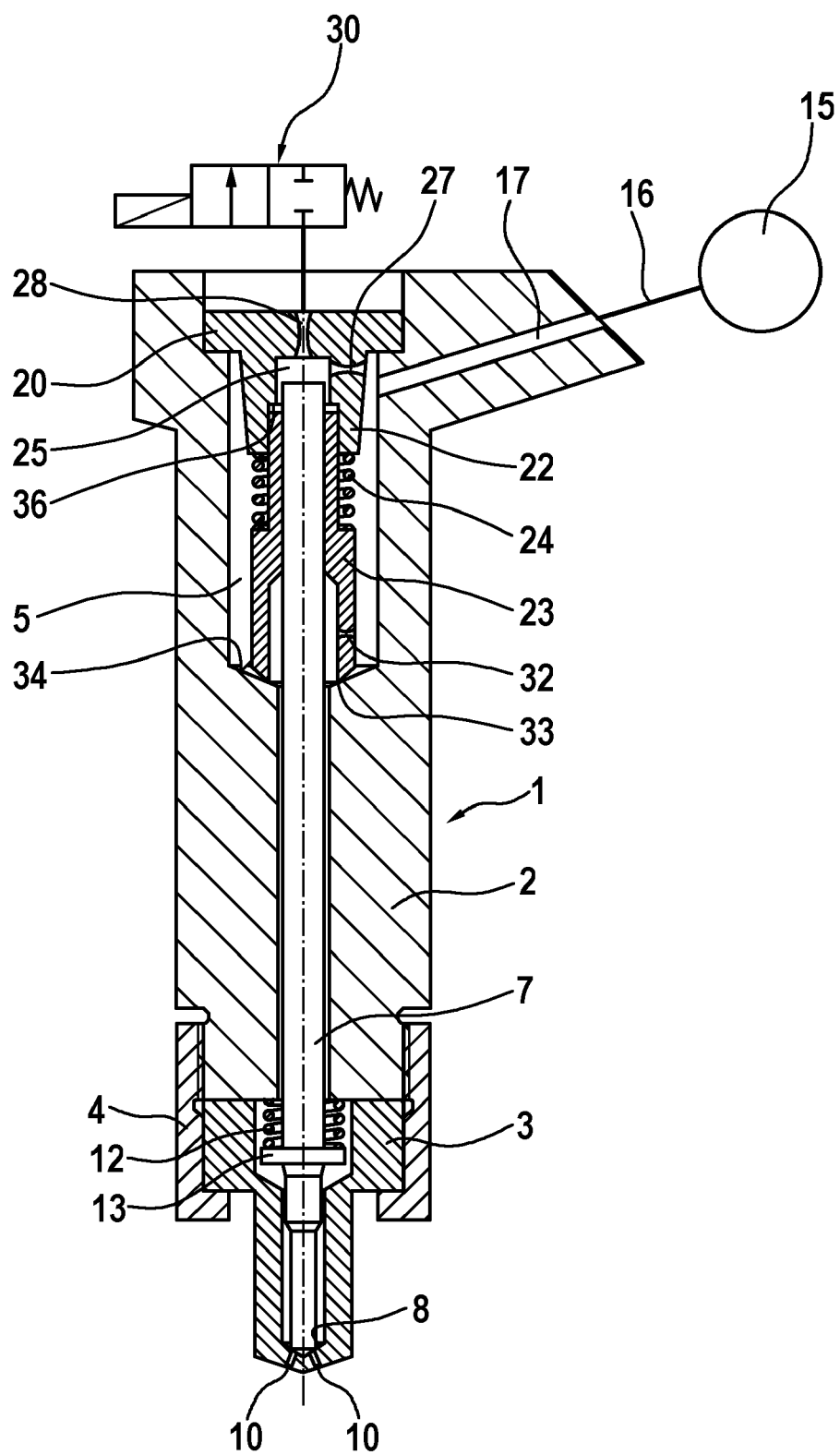


Fig. 3

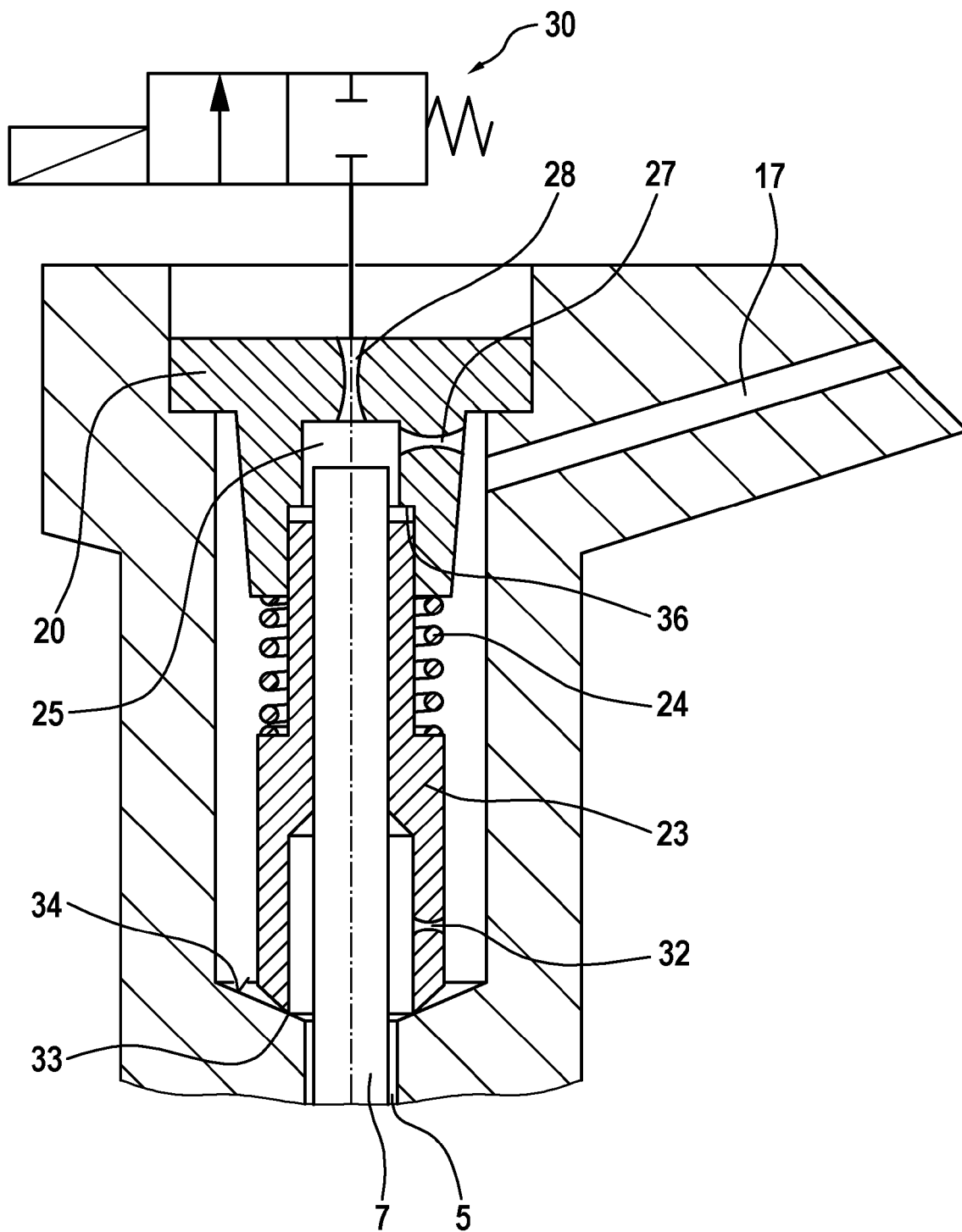
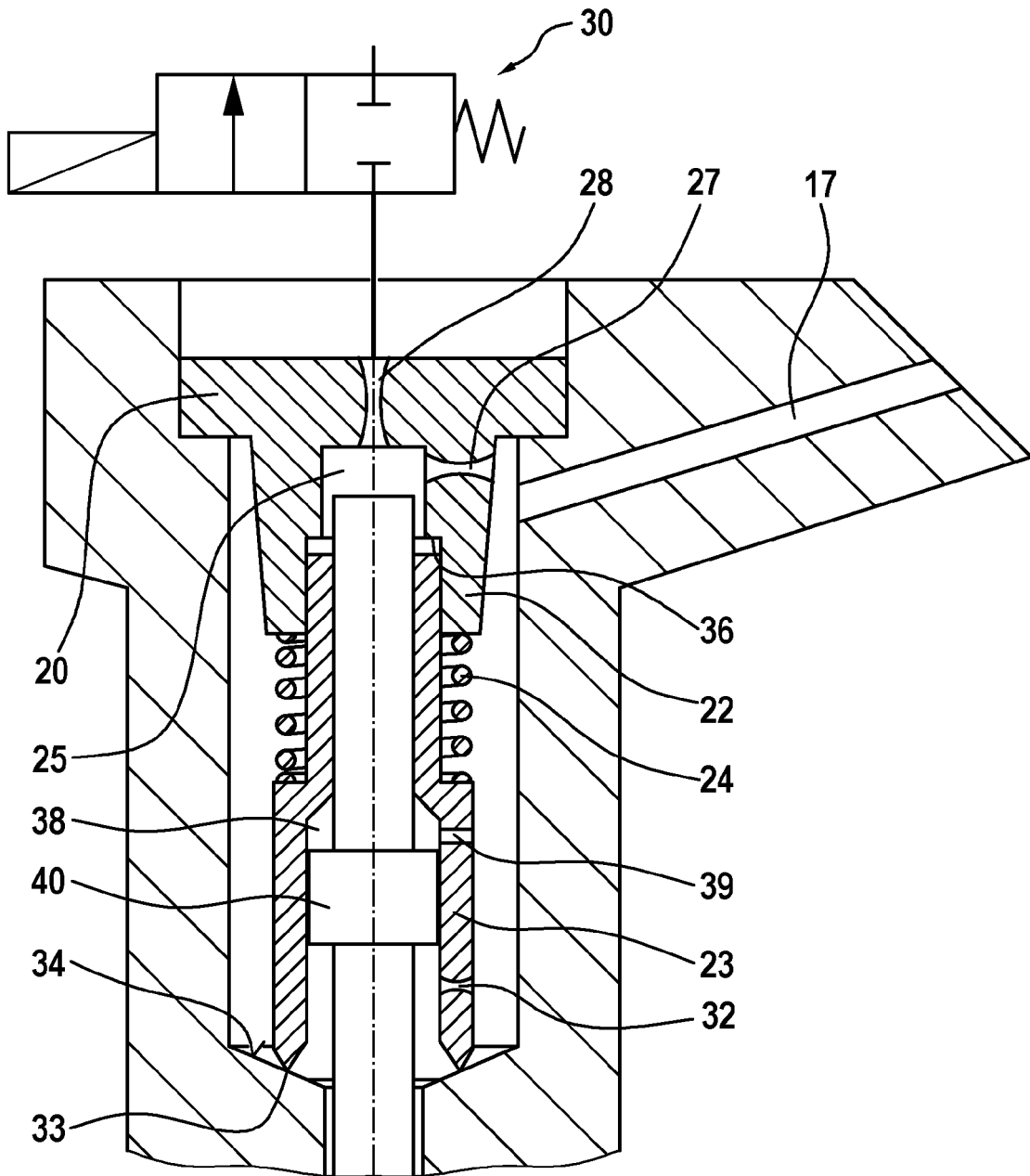


Fig. 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 13 18 8371

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft 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	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 13 18 8371

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2007/038811 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; BERNHAUPT MARTIN [AT]; WERGER HEINRICH [AT]) 12. April 2007 (2007-04-12) * Zusammenfassung; Abbildung 4 * * Absatz [0001] * * Absatz [0004] * * Absatz [0014] * * Absatz [0016] * * Absatz [0017] * * Absatz [0018] * * Absatz [0028] * * Absatz [0029] - Absatz [0030] * * Absatz [0031] * * Anspruch 1 * * Anspruch 2 * * Anspruch 3 * * Anspruch 4 * * Anspruch 8 * * Anspruch 9 * * Anspruch 10 * * Anspruch 11 * * Anspruch 12 * * Anspruch 13 *	1-3,6,7,9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
Den Haag		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 Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

 2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 13 18 8371

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] *	1-4	
X	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] *	1,2,4,5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	----- -/--	8	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

 2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 13 18 8371

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
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)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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]