



(11) **EP 2 100 027 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**10.03.2010 Patentblatt 2010/10**

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

(21) Anmeldenummer: **07821100.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2007/060732**

(22) Anmeldetag: **10.10.2007**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2008/068084 (12.06.2008 Gazette 2008/24)**

---

(54) **KRAFTSTOFFEINSPRITZVENTIL FÜR BRENNKRAFTMASCHINEN**  
**FUEL INJECTION VALVE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES**  
**INJECTEUR POUR MOTEURS À COMBUSTION INTERNE**

---

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **08.12.2006 DE 102006057935**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**16.09.2009 Patentblatt 2009/38**

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

(72) Erfinder: **RODRIGUEZ-AMAYA, Nestor**  
**70372 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 1 612 403 WO-A-00/55490**  
**DE-A1- 10 131 125 US-A1- 2003 106 533**

**EP 2 100 027 B1**

---

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

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen, wie es zur Einspritzung von Kraftstoff direkt in die Brennräume von Brennkraftmaschinen verwendet wird und das vorzugsweise in sogenannten Common-Rail-Systemen verwendet wird.

### Stand der Technik

**[0002]** Die Erfindung geht von einem Kraftstoffeinspritzventil aus, wie es aus der Offenlegungsschrift EP 1 612 403 A1 bekannt ist. Das dort beschriebene Einspritzventil weist eine Ventilnadel zum Öffnen und Schließen wenigstens einer Einspritzöffnung auf, wobei die Bewegung der Ventilnadel dadurch gesteuert wird, dass der Druck in einem Steuerraum durch ein Steuerventil gesenkt oder angehoben wird. Das Steuerventil steuert einen Querschnitt zwischen einem drucklosen Leckölraum, der ebenfalls im Kraftstoffeinspritzventil vorhanden ist, und dem Steuerraum, wobei der Steuerraum über eine Hochdruckleitung ständig mit einer Kraftstoffhochdruckquelle verbunden ist. Das Steuerventil umfasst dabei eine Steuerhülse, die längsverschiebbar angeordnet ist und die über einen Elektromagneten in Längsrichtung bewegbar ist. Die Steuerhülse wirkt mit einem Ventilsitz zusammen, sodass bei Anlage am Ventilsitz ein Ringraum, der mit dem Steuerraum verbunden ist, gegen den Leckölraum verschlossen wird. Hebt die Steuerhülse vom Ventilsitz ab, so wird ein Verbindungsquerschnitt aufgesteuert, der den Ringraum und damit auch den Steuerraum mit den Leckölraum verbindet.

**[0003]** Beim Betrieb des Kraftstoffeinspritzventils, insbesondere in schnelllaufenden Brennkraftmaschinen, sind sehr rasch aufeinander folgende Schaltvorgänge des Steuerventils nötig. Bei modernen Einspritzsystemen ist es darüber hinaus üblich, dass sich die Einspritzung auf mehrere Teileinspritzungen verteilt, um einen sanfteren Verbrennungsablauf und niedrigere Schadstoffemissionen zu ermöglichen.

**[0004]** Das Schließen des Steuerventils soll dabei möglichst rasch erfolgen, damit auch die Ventilnadel sehr rasch schließt, um ein Nachtropfen des Kraftstoffeinspritzventils zu verhindern, wodurch unzerstäubter Kraftstoff in den Brennraum gelangen kann, der die Kohlenwasserstoffemissionen erhöhen würde. Bei dem bekannten Steuerventil wird die Schließbewegung jedoch durch die Kraft einer starken Schließfeder bewirkt, die zu einem relativ heftigen Aufschlagen der Steuerhülse auf den Ventilsitz führt und damit zu entsprechendem Geräusch, was sich störend auswirken könnte und darüber hinaus den Verschleiß im Bereich des Ventilsitzes erhöht.

### Vorteile der Erfindung

**[0005]** Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil weist demgegenüber den Vorteil auf, dass die Steuer-

hülse im letzten Abschnitt ihrer Schließbewegung gedämpft auf den Ventilsitz aufsitzt, so dass die Kräfte im Bereich des Ventilsitzes vermindert werden. Dies senkt damit auch der Verschleiß, und das Geräusch des Steuerventils wird gemindert. Zu diesem Zweck weist die Steuerhülse einen äußeren zylindrischen Abschnitt auf, der bei Anlage der Steuerhülse auf den Ventilsitz einen inneren zylindrischen Abschnitt am Drosselkörper gegenüberliegt, so dass zwischen den beiden zylindrischen Abschnitten ein Drosselspalt gebildet wird, wobei der Bereich zwischen der Steuerhülse und dem Ventilsitz bei geöffnetem Steuerventil mit Kraftstoff gefüllt ist. Bei der Schließbewegung der Steuerhülse wird dieser Kraftstoff in den Leckölraum gedrückt, was bei dem bekannten Kraftstoffeinspritzventil praktisch ohne Widerstand geschieht. Durch die Ausbildung der beiden zylindrischen Abschnitte wird dieser Kraftstoff jedoch über den gebildeten Drosselspalt relativ langsam in den Leckölraum gedrückt, so dass sich ein Kraftstoffpolster bildet, welches das Aufsetzen der Steuerhülse auf den Ventilsitz dämpft und so die oben beschriebenen Vorteile entstehen lässt.

**[0006]** Durch die abhängigen Ansprüche sind vorteilhafte Weiterbildungen des Gegenstandes der Erfindung möglich. So sind sowohl der Ventilsitz, als auch die Dichtfläche der Steuerhülse, mit der die Steuerhülse letztendlich auf den Ventilsitz aufsetzt, im Wesentlichen konisch geformt, wobei die Konusflächen einen unterschiedlichen Öffnungswinkel aufweisen, so dass die Steuerhülse im Wesentlichen an einer Dichtkante auf den Ventilsitz aufsitzt und eine bessere Abdichtung gewährleistet. Durch die unterschiedlichen Öffnungswinkel lässt sich außerdem das Volumen zwischen der Steuerhülse und dem Ventilsitz einstellen und damit auch die Dämpfungswirkung des Kraftstoffpolsters. In vorteilhafter Weise ist hierbei die Neigung der konischen Flächen von Dichtfläche und Ventilsitz so ausgebildet, dass die Dichtkante am inneren Rand der Steuerhülse ausgebildet ist. Dadurch kann das Volumen in weiten Grenzen eingestellt werden, um die gewünschte Dämpfungswirkung zu erreichen.

### Zeichnung

**[0007]** In der Zeichnung ist ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil dargestellt. Es zeigt

Figur 1 im Längsschnitt den wesentlichen Ausschnitt eines Kraftstoffeinspritzventils, wobei die aus dem Stand der Technik hinreichend bekannte Einspritzdüse nicht dargestellt ist und  
Figur 2 eine Vergrößerung von Figur 1 im Bereich des Ventilsitzes des Steuerventils.

55 Beschreibung der Ausführungsbeispiele

**[0008]** Figur 1 zeigt einen Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil, wobei nur die

wesentlichen Komponenten im Bereich des Steuerventils gezeichnet sind. Die übrigen aus dem Stand der Technik hinreichend bekannten Komponenten, insbesondere die Einspritzdüse, sind beispielsweise in der DE 198 27 267 A1 ausführlich dargestellt und hier der Übersichtlichkeit halber weggelassen.

**[0009]** Das Kraftstoffeinspritzventil weist ein Gehäuse 1 auf, das einen Steuerventilkörper 2 und einen Haltekörper 3 umfasst. Im Haltekörper 3 ist ein Ventilkolben 10 dargestellt, der auf die in der Zeichnung nicht dargestellte Ventilmadel wirkt, welche letztendlich die Einspritzöffnungen öffnet und schließt, durch die Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird. Der Ventilkolben 10 ist in einem Ventilstück 12 geführt, das im Haltekörper 3 angeordnet ist. Durch die im Ventilstück 12 ausgebildete Bohrung und die Stirnseite des Ventilkolbens 10 wird ein Steuerraum 15 begrenzt, der über eine Zulaufdrossel 20, die im Ventilstück 12 ausgebildet ist, und einen im Haltekörper 3 ausgebildeten Zulaufkanal 19 mit Kraftstoff unter hohem Druck befüllbar ist. Im Ventilstück 12 ist darüber hinaus eine Ablaufdrossel 18 vorgesehen, über die der Kraftstoff aus dem Steuerraum 15 in einen im Steuerventilkörper 2 ausgebildeten Leckölraum 40 abgeführt werden kann. Hierzu ist im Steuerventilkörper 2 ein Ventilkörper 25 angeordnet, in dem eine Bohrung 28 ausgebildet ist, in die die Ablaufdrossel 18 mündet. Die Bohrung 28 geht an ihrem dem Haltekörper 3 abgewandten Ende in eine Querbohrung 29 über, wobei die Querbohrung 29 in einen Ringraum 30 mündet, der in einem Dornfortsatz 27 des Ventilkörpers 25 ausgebildet ist. Auf dem Dornfortsatz 27 ist eine Steuerhülse 32 längsverschiebbar angeordnet, die mit einem Magnetanker 38 verbunden ist und die durch eine Schließfeder 35 gegen einen am Ventilkörper 25 ausgebildeten Ventilsitz 42 gedrückt wird. Die Auflage der Steuerhülse 32 auf den Ventilsitz 42 geschieht hierbei mit einer Dichtfläche 43, die am ventilsitzseitigen Ende der Steuerhülse 32 ausgebildet ist

**[0010]** Die Bewegung der Steuerhülse 32 geschieht mittels eines Elektromagneten 37, der die Steuerhülse 32 umgibt und innerhalb des Steuerventilkörpers 2 angeordnet ist. Der mit der Steuerhülse 32 verbundene Magnetanker 38 wird bei Bestromung durch den Elektromagneten 37 angezogen, so dass sich der Elektromagnet vom Haltekörper 3 wegbewegt und dadurch die Steuerhülse 32 mitnimmt, die so vom Ventilsitz 42 abhebt. Dadurch wird ein Querschnitt zwischen dem Ringraum 30 und dem Leckölraum 40 aufgesteuert, so dass der Kraftstoff im Ringraum 30 in den Leckölraum 40 entspannt wird. Über die Querbohrung 29, die Bohrung 28 und die Ablaufdrossel 18 wird damit auch der Druck im Steuerraum 15 entlastet, wobei die Ablaufdrossel 18 und die Zulaufdrossel 20 so dimensioniert sind, dass bei geöffnetem Steuerventil 5 mehr Kraftstoff aus dem Steuerraum 15 abfließt als über die Zulaufdrossel 20 zufließt.

**[0011]** Durch die Druckabsenkung im Steuerraum 15 vermindert sich die hydraulische Kraft auf die Stirnseite des Ventilkolbens 10, so dass die in der Zeichnung nicht

dargestellte Ventilmadel, angetrieben durch den von einem Hochdruckspeicher zur Verfügung gestellten Kraftstoffdruck, den Ventilkolben 10 in Richtung des Steuerventils 5 verschiebt und dadurch die Einspritzöffnungen freigibt. Zur Beendigung der Einspritzung wird die Bestromung des Elektromagneten 37 zurückgefahren, so dass die Schließfeder 35 die Steuerhülse 32 erneut in ihre Schließstellung, d. h. in Anlage an den Ventilsitz 42, bringt.

**[0012]** Am Ventilkörper 25 ist ein innerer zylindrischer Abschnitt 48 ausgebildet. Dem inneren zylindrischen Abschnitt 48 liegt bei geschlossenem Steuerventil 5, also dann, wenn die Steuerhülse 32 in Anlage am Ventilsitz 42 ist, ein äußerer zylindrischer Abschnitt 49 gegenüber, der an der Innenseite der Steuerhülse 32 ausgebildet ist. Zwischen den beiden zylindrischen Abschnitten 48 und 49 wird dadurch ein Drosselspalt 50 gebildet, der die Schließbewegung der Steuerhülse 32 dämpft. Dies geschieht dadurch, dass der Kraftstoff, der bei geöffnetem Steuerventil 5 zwischen dem Ventilsitz 42 und der Dichtfläche 43 vorhanden ist, durch die Schließbewegung in der Steuerhülse 32 verdrängt wird. Sobald der innere zylindrische Abschnitt 48 und der äußere zylindrische Abschnitt 49 einander gegenüber liegen und den Drosselspalt 50 bilden, kann dieser Kraftstoff nur noch verzögert durch den Drosselspalt 50 in den Leckölraum gedrückt werden. Das sich dadurch bildende Kraftstoffpolster dämpft die Bewegung der Steuerhülse 32, die dadurch sanfter auf den Ventilsitz 42 aufsetzt, als dies bei dem bekannten Steuerventil der Fall ist.

**[0013]** Die genaue Ausgestaltung von Ventilsitz 42 und Dichtfläche 43 ist in **Figur 2** dargestellt. Der Ventilsitz 42 weist eine konische Form auf, die in der Darstellung der Figur 2 nach außen abfällt und am äußeren Rand in den inneren zylindrischen Abschnitt 48 übergeht. Die Dichtfläche 43, die an der Steuerhülse 32 ausgebildet ist, weist ebenfalls eine Konusform auf, wobei der Konus hier flacher ausgebildet ist als am Ventilsitz 42. Die konische Dichtfläche 43 geht an ihrem äußeren Ende in den äußeren zylindrischen Abschnitt 49 über, der dem inneren zylindrischen Abschnitt 48 gegenüberliegt. Durch die konische Ausgestaltung der Flächen 42, 43 wird an der Dichtfläche 43 eine Dichtkante 45 gebildet, mit der die Steuerhülse 32 auf dem Ventilsitz 42 aufliegt. Durch die Dichtkante 45 wird eine erhöhte Dichtkraft an dieser Stelle gebildet, die durch die erhöhte Flächenpressung eine gute Dichtwirkung entfaltet.

**[0014]** Neben der Bewegung der Steuerhülse 32 durch einen Elektromagneten kann es auch vorgesehen sein, die Steuerhülse 32 durch einen anderen elektrischen Aktor zu bewegen, beispielsweise einen Piezoaktor. Da die Steuerhülse 32 druckausgeglichen ist, d. h., dass durch den Kraftstoffdruck im Ringraum 30 keine in Längsrichtung wirkende resultierende Kraft auf die Steuerhülse 32 ausgeübt wird, sind für die Bewegung der Steuerhülse 32 nur geringe Kraft notwendig, so dass auch ein Piezoaktor geeignet wäre, ggf. mit einer entsprechenden Wegübersetzung.

## Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem Gehäuse (1) und mit einem Steuerventil (5), über das ein Steuerraum (15) mit einem Leckölraum (40) verbindbar ist, und das Steuerventil (5) eine durch einen Elektromagneten (37) bewegbare Steuerhülse (32) und einen Ventilkörper (25) umfasst, wobei die Steuerhülse (32) einen mit dem Steuerraum (15) verbundenen Ringraum (30) radial nach außen begrenzt und die Steuerhülse (32) mit einem an dem Ventilkörper (25) ausgebildeten Ventilsitz (42) zum Öffnen und Schließen eines den Ringraum (30) und den Leckölraum (40) verbindenden Querschnitts zusammenwirkt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerhülse (32) einen äußeren zylindrischen Abschnitt (49) aufweist, der bei Anlage der Steuerhülse (32) auf dem Ventilsitz (42) einem inneren zylindrischen Abschnitt (48) am Ventilkörper (25) gegenüberliegt, so dass zwischen dem äußeren zylindrischen Abschnitt (49) der Steuerhülse (32) und dem inneren zylindrischen Abschnitt (48) des Ventilkörpers (25) ein Drosselspalt (50) gebildet wird.
2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zwischen der Steuerhülse (32) und dem Ventilsitz (42) befindliche Kraftstoff bei der Schließbewegung durch den Drosselspalt (50) mit einem solchen Strömungswiderstand in den Leckölraum (40) gedrückt wird, dass die Bewegung der Steuerhülse (32) auf den Ventilsitz (42) zu gedämpft wird.
3. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ventilsitz (42) eine konische Fläche umfasst, auf der die Steuerhülse (32) im geschlossenen Zustand des Steuerventils (5) aufsetzt, wobei sich die zylindrische Fläche am Ventilkörper (25) an den radial äußeren Rand der konischen Fläche anschließt.
4. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Steuerhülse (32) eine Dichtfläche (43) ausgebildet ist, mit der die Steuerhülse (32) auf dem Ventilsitz (42) im geschlossenen Zustand des Steuerventils (5) aufsetzt.
5. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtfläche (43) konisch ausgebildet ist und einen Öffnungswinkel aufweist, der größer als der des konischen Ventilsitzes (42) ist, so dass an der Dichtfläche (43) eine Dichtkante (45) ausgebildet ist, mit der die Steuerhülse (32) auf dem Ventilsitz (42) im geschlossenen Zustand des Steuerventils (5) aufsetzt.

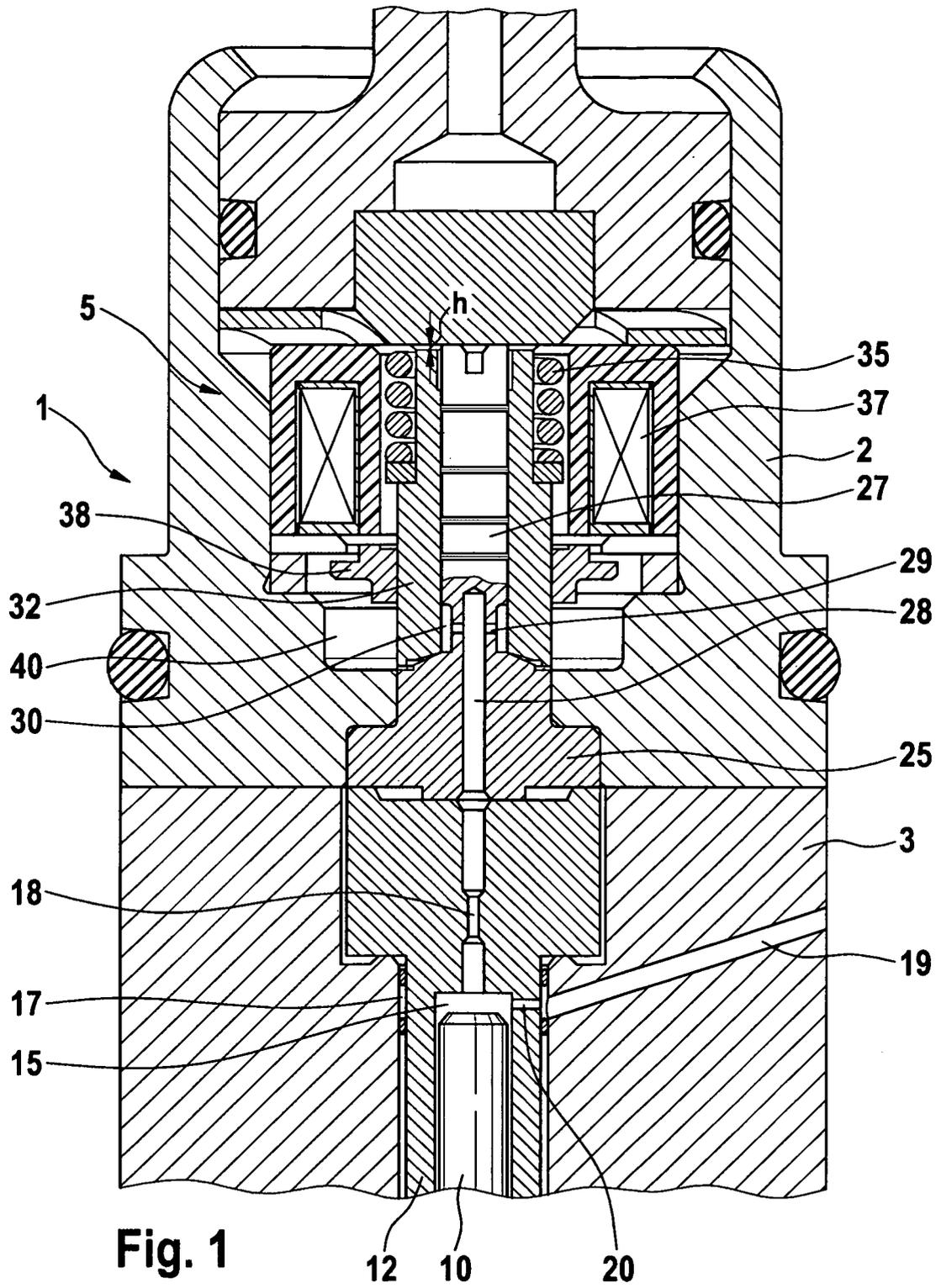
## Claims

1. Fuel injection valve for internal combustion engines, having a housing (1) and having a control valve (5) by means of which a control chamber (15) can be connected to a leakage oil chamber (40), and the control valve (5) comprises a control sleeve (32), which can be moved by an electromagnet (37), and a valve body (25), with the control sleeve (32) delimiting an annular chamber (30), which is connected to the control chamber (15), in the radially outward direction and the control sleeve (32) interacting with a valve seat (42), which is formed on the valve body (25), in order to open and close a cross section which connects the annular chamber (30) and the leakage oil chamber (40), **characterized in that** the control sleeve (32) has an outer cylindrical section (49) which, when the control sleeve (32) is in contact with the valve seat (42), is situated opposite an inner cylindrical section (48) on the valve body (25), such that a throttle gap (50) is formed between the outer cylindrical section (49) of the control sleeve (32) and the inner cylindrical section (48) of the valve body (25).
2. Fuel injection valve according to Claim 1, **characterized in that**, during the closing movement, the fuel which is situated between the control sleeve (32) and the valve seat (42) is pressed into the leakage oil chamber (40) through the throttle gap (50) with such a flow resistance that the movement of the control sleeve (32) toward the valve seat (42) is damped.
3. Fuel injection valve according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the valve seat (42) comprises a conical surface on which the control sleeve (32) sets down when the control valve (5) is in the closed state, with the cylindrical surface on the valve body (25) adjoining the radially outer edge of the conical surface.
4. Fuel injection valve according to Claim 3, **characterized in that** the control sleeve (32) has formed on it a sealing surface (43) by means of which the control sleeve (32) rests on the valve seat (42) when the control valve (5) is in the closed state.
5. Fuel injection valve according to Claim 4, **characterized in that** the sealing surface (43) is of conical design and has an opening angle which is greater than that of the conical valve seat (42), such that a sealing edge (45) is formed on the sealing surface (43), by means of which sealing edge (45) the control sleeve (32) sets down on the valve seat (42) when the control valve (5) is in the closed state.

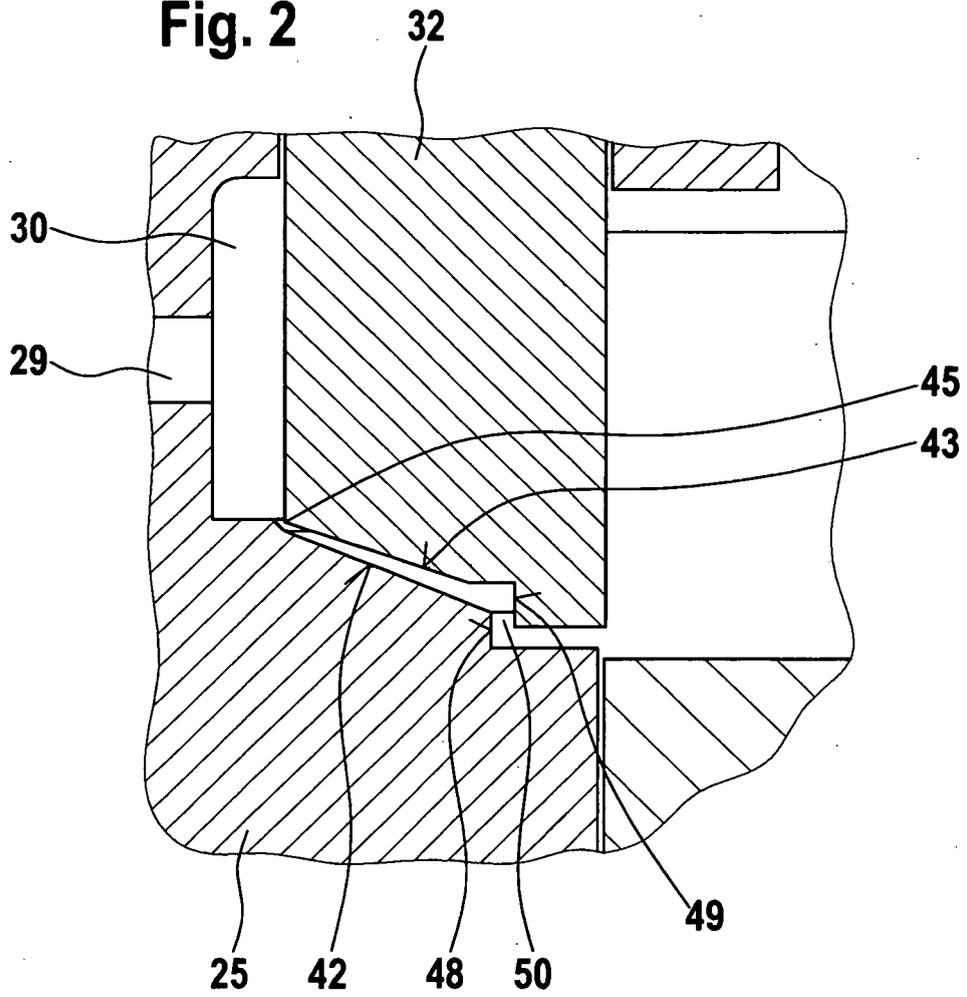
## Revendications

1. Soupape d'injection de carburant pour moteurs à combustion interne comprenant un boîtier (1) et une soupape de commande (5), par le biais de laquelle un espace de commande (15) peut être connecté à un espace d'huile de fuite (40), et la soupape de commande (5) comprenant une douille de commande (32) pouvant être déplacée par un électroaimant (37) et un corps de soupape (25), la douille de commande (32) limitant radialement vers l'extérieur un espace annulaire (30) connecté à l'espace de commande (15) et la douille de commande (32) coopérant avec un siège de soupape (42) réalisé sur le corps de soupape (25) pour ouvrir et fermer une section transversale reliant l'espace annulaire (30) et l'espace d'huile de fuite (40), **caractérisée en ce que** la douille de commande (32) présente une portion cylindrique extérieure (49) qui, lors de l'appui de la douille de commande (32) sur le siège de soupape (42), est opposée à une portion cylindrique intérieure (48) sur le corps de soupape (25), de sorte qu'entre la portion cylindrique extérieure (49) de la douille de commande (32) et la portion cylindrique intérieure (48) du corps de soupape (25) soit formée une fente d'étranglement (50). 5  
10  
15  
20  
25
2. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le carburant se trouvant entre la douille de commande (32) et le siège de soupape (42), lors du mouvement de fermeture, est forcé à travers la fente d'étranglement (50) dans l'espace d'huile de fuite (40) avec une résistance à l'écoulement telle que le mouvement de la douille de commande (32) vers le siège de soupape (42) soit amorti. 30  
35
3. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** le siège de soupape (42) comprend une surface conique sur laquelle la douille de commande (32) repose dans l'état fermé de la soupape de commande (5), la surface cylindrique sur le corps de soupape (25) se raccordant au bord radialement extérieur de la surface conique. 40  
45
4. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 3, **caractérisée en ce qu'**une surface d'étanchéité (43) est réalisée sur la douille de commande (32), avec laquelle la douille de commande (32) repose sur le siège de soupape (42) dans l'état fermé de la soupape de commande (5). 50
5. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** la surface d'étanchéité (43) est réalisée sous forme conique et présente un angle d'ouverture qui est supérieur à celui du siège de soupape conique (42), de sorte qu'une 55

arête d'étanchéité (45) soit réalisée sur la surface d'étanchéité (43), avec laquelle la douille de commande (32) repose sur le siège de soupape (42) dans l'état fermé de la soupape de commande (5).



**Fig. 2**



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 1612403 A1 [0002]
- DE 19827267 A1 [0008]