

(19)



(11)

EP 2 002 111 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
12.05.2010 Patentblatt 2010/19

(51) Int Cl.:
F02M 51/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07726342.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2007/051320

(22) Anmeldetag: **12.02.2007**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/110267 (04.10.2007 Gazette 2007/40)

(54) **KRAFTSTOFFINJEKTOR**

FUEL INJECTOR

INJECTEUR DE CARBURANT

(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 NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **28.03.2006 DE 102006014251**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.12.2008 Patentblatt 2008/51

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

(72) Erfinder:
• **PAUER, Thomas**
71691 Freiberg (DE)
• **BOECKING, Friedrich**
70499 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 111 230 WO-A-02/14683
WO-A-2005/050002 DE-A1- 19 843 570
DE-A1- 19 912 666 DE-A1-102005 046 440
US-B1- 6 315 216

EP 2 002 111 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 einen Kraftstoffinjektor gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Kraftstoffinjektoren, bei denen ein Piezoaktor ohne Zwischenschaltung eines Steuerventils mit der Düsennadel gekoppelt ist, sind bekannt und werden als Kraftstoffinjektoren mit direkt angesteuerter Düsennadel bezeichnet.

[0003] Ein derartiger Kraftstoffinjektor ist aus EP 1 111 230 A2 bekannt, bei dem ein Piezoaktor über einen hydraulischen Koppler auf eine Düsennadel einwirkt, wobei der Piezoaktor mittels einer Rohrfeder vorgespannt ist. Auf den Piezoaktor wirkt ein weiteres Vorspannelement ein, das von einer Druckfeder und von Federmembranen gebildet wird.

[0004] Aus WO 2005/050002 A1 ist ein weiterer Kraftstoffinjektor mit einer direkt angesteuerten Düsennadel bekannt, bei dem ebenfalls der Piezoaktor über einen hydraulischen Koppler auf eine Düsennadel einwirkt. Der hydraulische Koppler wird dabei von zwei Hülse begrenzt, wobei die eine Hülse mit einem Federelement zugleich den Piezoaktor vorspannt. Auf die andere Hülse, die an einem Kolben der Düsennadel geführt ist, wirkt ein zweites Federelement ein, das als Schließfeder für die Düsennadel dient und dabei keine Vorspannkraft auf den Piezoaktor ausübt.

[0005] Weitere Kraftstoffinjektoren mit direkt angesteuerter Düsennadel, bei denen der Piezoaktor mittels eines Vorspannelements vorgespannt ist, sind aus WO 2002/14683 A1 und DE 199 12 666 A1 bekannt.

Offenbarung der Erfindung

[0006] Der Kraftstoffinjektor ist mit einem Injektorgehäuse versehen, das einen Kraftstoffhochdruckzulauf aufweist, der mit einer zentralen Kraftstoffhochdruckquelle außerhalb des Injektorgehäuses und mit einem Druckraum innerhalb des Injektorgehäuses in Verbindung steht, aus dem mit Betriebsdruck beaufschlagter Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine eingespritzt wird, wenn eine Düsennadel öffnet, die durch einen hydraulischen Koppler direkt, ohne Zwischenschaltung eines Steuerventils, mit einem Aktor gekoppelt ist, wobei der Aktor durch eine definierte Vorspannkraft vorgespannt ist, die in die gleiche Richtung wirkt wie und größer ist als die Druckkraft, die bei einem relativ niedrigen Betriebsdruck von dem hydraulischen Koppler auf den Aktor wirkt. Bei dem Aktor handelt es sich vorzugsweise um einen Piezoaktor. Der hydraulische Koppler dient dazu, den Hub und/oder die Kraft des Aktors zu übersetzen. Der von der Kraftstoffhochdruckquelle bereitgestellte Hochdruck kann betriebsbedingt zwischen einem relativ hohen und einem relativ niedrigen Hochdruckniveau schwanken und wird als Betriebsdruck be-

zeichnet.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es, das Einspritzverhalten eines Kraftstoffinjektors bezüglich des Ansprechverhalten bei niedrigen Betriebsdrücken zu verbessern.

5 **[0008]** Die Aufgabe der Erfindung wird mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0009] Dazu ist parallel zu dem Aktor mindestens ein Vorspannelement vorgespannt, durch das zumindest ein Teil der Vorspannkraft auf den Aktor aufgebracht wird. 10 Weiterhin ist ein Kopplerkolben vorgesehen, der durch ein weiteres Vorspannelement gegen den Aktor vorgespannt ist, durch das zumindest ein Teil der Vorspannkraft auf den Aktor aufgebracht wird. Das weitere Vorspannelement ist zwischen dem Kopplerkolben und einer Dichthülse eingespannt, die einen Kopplerraum begrenzt. Die Vorspannkraft des Vorspannelements und des weiteren Vorspannelements sind dabei so aufeinander abgestimmt, dass der Aktor durch eine definierte Vorspannkraft vorgespannt ist, die größer als die Druckkraft 15 ist, die bei einem relativ niedrigen Betriebsdruck von dem hydraulischen Koppler auf den Aktor wirkt.

[0010] Durch die definierte Vorspannung des Aktors wird dessen Ansprechverhalten bei niedrigen Betriebsdrücken deutlich verbessert. Bei hohen Betriebsdrücken 20 wird die Vorspannkraft durch die Druckkraft, die von dem hydraulischen Koppler auf den Aktor ausgeübt wird, kompensiert. Das liefert den Vorteil, dass sich die Vorspannung des Aktors nicht negativ auf die benötigte Aktorkraft und den benötigten Aktorhub auswirkt.

30 **[0011]** Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kraftstoffinjektors ist **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorspannkraft 500 bis 800 Newton beträgt. Dieser Vorspannkraftbereich hat sich im Rahmen der vorliegenden Erfindung als besonders vorteilhaft erwiesen.

35 **[0012]** Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kraftstoffinjektors ist **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktor innerhalb eines hohlen Vorspannelements angeordnet ist. Das hat den Vorteil, dass nur wenig Bauraum für das Vorspannelement benötigt wird.

40 **[0013]** Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kraftstoffinjektors ist **dadurch gekennzeichnet, dass** das Vorspannelement eine Federhülse umfasst. Die Federhülse ist vorzugsweise aus Federstahl gebildet und mit einer Vielzahl von Ausnehmungen versehen.

45 **[0014]** Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kraftstoffinjektors ist **dadurch gekennzeichnet, dass** das Vorspannelement zwischen zwei Abdeckplatten des Aktors auf Zug vorgespannt ist. Demzufolge wird der Aktor durch das Vorspannelement zwischen den Abdeckplatten auf Druck beansprucht, also zusammenge- 50 drückt.

[0015] Der Kopplerkolben begrenzt auf einer Seite einen Kopplerraum, der auf der gegenüberliegenden Seite von der Düsennadel begrenzt wird. Der Kopplerraum kann auch in mehrere Teilkopplungsräume unterteilt sein, die miteinander in Verbindung stehen.

55 **[0016]** Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kraftstoffinjektors ist **dadurch gekennzeichnet,**

dass das weitere Vorspannelement parallel zu dem Kopplerkolben auf Druck vorgespannt ist. Bei diesem Vorspannelemente handelt es sich zum Beispiel um eine Schraubendruckfeder.

[0017] Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kraftstoffinjektors ist **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichthülse an einem Ende des Kopplerkolbens geführt ist.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0018] Die beiliegende Figur zeigt eine vereinfachte Darstellung eines Kraftstoffinjektors im Längsschnitt.

Ausführungsformen der Erfindung

[0019] In Figur 1 ist ein Kraftstoffinjektor mit einem Injektorgehäuse 1 im Längsschnitt dargestellt. Das Injektorgehäuse 1 umfasst einen Düsenkörper 2, der mit seinem unteren freien Ende in einen Brennraum einer mit Kraftstoff zu versorgenden Brennkraftmaschine ragt. Mit seiner oberen brennraumfernen Stirnfläche ist der Düsenkörper 2 mittels einer (nicht dargestellten) Spannmutter axial gegen einen Zwischenkörper 3 und einen Injektorkörper 4 verspannt. Der Injektorkörper 4 hat im Wesentlichen die Gestalt einer kreiszylindermantelförmigen Hülse, deren eine Stirnseite durch den Zwischenkörper 3 abgeschlossen ist.

[0020] In dem Düsenkörper 2 ist eine axiale Führungsbohrung 6 ausgespart, in der eine Düsennadel 8 axial verschiebbar geführt ist. An der Spitze 9 der Düsennadel 8 ist eine Dichtkante 10 ausgebildet, die mit einem Dichtsitz beziehungsweise einer Dichtfläche 11 zusammenwirkt, um zwei Spritzlöcher 13 und 14 in Abhängigkeit von der Stellung der Düsennadel 8 gezielt freizugeben oder zu verschließen. Wenn die Düsennadelspitze 9 mit der Dichtkante 10 von ihrem Dichtsitz abhebt, dann wird mit Hochdruck beaufschlagter Kraftstoff durch die Spritzlöcher 13 und 14 in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt.

[0021] Ausgehend von der Spitze 9 weist die Düsennadel 8 einen Druckraumabschnitt 15 auf, auf den ein sich erweiternder Abschnitt 16 folgt, der auch als Druckschulter bezeichnet wird. Die Druckschulter ist in einem Druckraum 17 angeordnet, der zwischen der Düsennadel 8 und dem Düsenkörper 2 ausgebildet ist. Auf die Druckschulter 16 folgt ein Führungsabschnitt 18, der in der Führungsbohrung 6 hin und her bewegbar geführt ist. Durch mindestens eine Abflachung 19 an dem Führungsabschnitt 18 wird eine Fluidverbindung zwischen dem Druckraum 17 und einem Düsenfederraum 22 geschaffen.

[0022] Der Düsenfederraum 22 steht über einen (nicht dargestellten) Verbindungskanal mit einem Aktorraum 25 in Verbindung, der wiederum über einen Zulaufkanal oder eine Zulaufleitung 26 mit einer Kraftstoffhochdruckquelle in Verbindung steht, die auch als Common Rail bezeichnet wird. Der Kraftstoffinjektor wird durch einen

Piezoaktor 30 betätigt. Der Piezoaktor 30 ist unter Zwischenschaltung eines Ausgleichselements 31, das vorzugsweise aus Keramik gebildet ist, mechanisch mit einem Kopplerkolben 32 gekoppelt, dessen brennraumnahe Stirnfläche einen Teilkopplungsraum 34 in axialer Richtung begrenzt. In radialer Richtung wird der Teilkopplungsraum 30 durch eine Dichthülse 35 begrenzt, die an dem Kopplerkolben 32 geführt und durch eine Druckfeder 36 vorgespannt ist, die sich an einem Bund 37 des Kopplerkolbens 32 abstützt. Der Teilkopplungsraum 34 steht über einen Verbindungskanal 38, der mit einer Drossel ausgestattet sein kann, mit einem weiteren Teilkopplungsraum 40 in Verbindung.

[0023] Der Führungsabschnitt 18 der Düsennadel 8 wird vom Brennraum weg durch einen Bund 44 begrenzt, von dem das brennraumferne Ende 45 der Düsennadel 8 ausgeht. An dem brennraumfernen Ende 45 der Düsennadel 8 ist eine Dichthülse 48 geführt, die den Teilkopplungsraum 40 in radialer Richtung begrenzt. Zwischen der Dichthülse 48 und dem Bund 44 ist eine Düsenfeder 60 eingespannt.

[0024] Der Piezoaktor 30 ist zwischen zwei Abdeckplatten 71 und 72 angeordnet, die durch ein Vorspannelement 74 unter Vorspannung zusammengehalten werden. Dadurch wird der dazwischen angeordnet Piezoaktor 30 auf Druck beansprucht, das heißt zusammengeedrückt. Die Druckfeder 36, die auch als Aktordruckfeder bezeichnet wird, ist unter Vorspannung zwischen dem Bund 37 und der Dichthülse 35 eingespannt, so dass sie alternativ oder zusätzlich als Vorspannelement für den Piezoaktor 30 wirkt.

[0025] Im Ruhezustand des Kraftstoffinjektors herrscht in den Teilkopplungsräumen 34 und 40 Hochdruck, der auch als Raildruck bezeichnet wird. Der Hochdruck hat nicht immer konstant das gleiche Niveau. Vielmehr schwankt der Hochdruck zwischen einem relativ hohen und einem relativ niedrigen Druckniveau. Daher wird der Hochdruck, der in dem Kraftstoffinjektor wirkt, auch als Betriebsdruck bezeichnet. Der Hochdruck wirkt auf die brennraumferne Stirnfläche der Düsennadel 8. Der Piezoaktor 30 ist im Ruhezustand des Kraftstoffinjektors aufgeladen und hat seine maximale Längsausdehnung. Zur Ansteuerung des Kraftstoffinjektors wird der Piezoaktor 30 entladen und zieht sich dabei zurück. Der Druck in den Teilkopplungsräumen 34 und 40 fällt ab und die Düsennadel öffnet, das heißt hebt von ihrem Düsennadelsitz ab. Vorteilhafterweise ist ein Nadelanschlag zur Hubbegrenzung vorgesehen.

Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor mit einem Injektorgehäuse (1), das einen Kraftstoffhochdruckzulauf (26) aufweist, der mit einer zentralen Kraftstoffhochdruckquelle außerhalb des Injektorgehäuses (1) und mit einem Druckraum (17) innerhalb des Injektorgehäuses (1) in Verbindung steht, aus dem mit Betriebsdruck beauf-

schlagter Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine eingespritzt wird, wenn eine Düsen-
 nadel (8) öffnet, die durch einen hydraulischen Kopp-
 ler mit einem Aktor (30) gekoppelt ist, wobei parallel
 zu dem Aktor (30) mindestens ein Vorspannelement
 (74) vorgespannt ist, durch das zumindest ein Teil
 der Vorspannkraft auf den Aktor (30) aufgebracht
 wird, und wobei der hydraulische Koppler einen
 Kopplerkolben (32) umfasst, der durch ein weiteres
 Vorspannelement (36) gegen den Aktor (30) vorge-
 spannt ist, durch das zumindest ein Teil der Vors-
 spannkraft auf den Aktor (30) aufgebracht wird, **da-
 durch gekennzeichnet, dass** das weitere Vorspan-
 nelement (36) zwischen dem Kopplerkolben (32)
 und einer Dichthülse (35) eingespannt ist, die einen
 Kopplerraum (34) begrenzt, und dass die Vorspann-
 kräfte des Vorspannelements (74) und des weiteren
 Vorspannelements (36) so aufeinander abgestimmt
 sind, dass der Aktor (30) durch eine definierte Vor-
 spannkraft vorgespannt ist, die größer als die Druck-
 kraft ist, die bei einem relativ niedrigen Betriebsdruck
 von dem hydraulischen Koppler auf den Aktor (30)
 wirkt.

2. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1, **dadurch ge-
 kennzeichnet, dass** die Vorspannkraft 500 bis 800
 Newton beträgt.
3. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1, **dadurch ge-
 kennzeichnet, dass** der Aktor (30) innerhalb eines
 hohlen Vorspannelements (74) angeordnet ist.
4. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 3, **dadurch ge-
 kennzeichnet, dass** das Vorspannelement (74) ei-
 ne Federhülse umfasst.
5. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1, **dadurch ge-
 kennzeichnet, dass** das Vorspannelement (74)
 zwischen zwei Abdeckplatten (71,72) des Aktors
 (30) auf Zug vorgespannt ist.
6. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1, **dadurch ge-
 kennzeichnet, dass** das Vorspannelement (36)
 oder das weitere Vorspannelement (36) parallel zu
 dem Kopplerkolben (32) auf Druck vorgespannt ist.

Claims

1. Fuel injector having an injector housing (1) which
 has a high-pressure fuel inlet (26) which is connected
 to a central high-pressure fuel source outside the
 injector housing (1) and to a pressure chamber (17)
 within the injector housing (1), from which pressure
 chamber (17) fuel at operating pressure is injected
 into a combustion chamber of an internal combustion
 engine when a nozzle needle (8) which is coupled
 by means of a hydraulic coupler to an actuator (30)

is opened, with at least one preload element (74)
 being preloaded parallel to the actuator (30), which
 preload element (74) serves to impart at least a part
 of the preload force to the actuator (30), and with the
 hydraulic coupler comprising a coupler piston (32)
 which is preloaded against the actuator (30) by
 means of a further preload element (36) which
 serves to impart at least a part of the preload force
 to the actuator (30), **characterized in that** the fur-
 ther preload element (36) is clamped between the
 coupler piston (32) and a sealing sleeve (35) which
 delimits a coupler chamber (34), and **in that** the
 preload forces of the preload element (74) and of the
 further preload element (36) are coordinated with
 one another in such a way that the actuator (30) is
 preloaded by a defined preload force which is greater
 than the pressure force which is exerted by the hy-
 draulic coupler on the actuator (30) at a relatively
 low operating pressure.

2. Fuel injector according to Claim 1, **characterized in
 that** the preload force is 500 to 800 Newtons.
3. Fuel injector according to Claim 1, **characterized in
 that** the actuator (30) is arranged within a hollow
 preload element (74).
4. Fuel injector according to Claim 3, **characterized in
 that** the preload element (74) comprises a spring
 sleeve.
5. Fuel injector according to Claim 1, **characterized in
 that** the preload element (74) is preloaded under
 tension between two cover plates (71, 72) of the ac-
 tuator (30).
6. Fuel injector according to Claim 1, **characterized in
 that** the preload element (36) or the further preload
 element (36) is preloaded under compression par-
 allel to the coupler piston (32).

Revendications

1. Injecteur de carburant comprenant un boîtier d'injecteur (1), qui présente une amenée de carburant haute pression (26), qui est en liaison avec une source de carburant haute pression centrale en dehors du boîtier d'injecteur (1) et avec un espace de pression (17) à l'intérieur du boîtier d'injecteur (1), hors duquel du carburant sollicité par la pression de travail est injecté dans une chambre de combustion d'un moteur à combustion interne lorsqu'une aiguille de buse (8) s'ouvre, laquelle est accouplée par un coupleur hydraulique à un actionneur (30), au moins un élément de précontrainte (74) étant précontraint parallèlement à l'actionneur (30), au moins une partie de la force de précontrainte étant appliquée à l'action-

neur (30) par cet élément de précontrainte (74), et le coupleur hydraulique comprenant un piston de coupleur (32) qui est précontraint contre l'actionneur (30) par un élément de précontrainte supplémentaire (36), par lequel au moins une partie de la force de précontrainte est appliquée à l'actionneur (30), **caractérisé en ce que** l'élément de précontrainte supplémentaire (36) est serré entre le piston de coupleur (32) et une douille d'étanchéité (35), qui limite un espace de coupleur (34), et **en ce que** les forces de précontraintes de l'élément de précontrainte (74) et de l'élément de précontrainte supplémentaire (36) sont adaptées l'une à l'autre de telle sorte que l'actionneur (30) soit précontraint par une force de précontrainte définie qui est supérieure à la force de pression qui agit sur l'actionneur (30) dans le cas d'une pression de travail relativement faible du coupleur hydraulique.

2. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la force de précontrainte vaut 500 à 800 Newton. 20
3. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'actionneur (30) est disposé à l'intérieur d'un élément de précontrainte creux (74). 25
4. Injecteur de carburant selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'élément de précontrainte (74) comprend une douille à ressort. 30
5. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'élément de précontrainte (74) est précontraint en traction entre deux plaques de recouvrement (71, 72) de l'actionneur (30). 35
6. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'élément de précontrainte (36) ou l'élément de précontrainte supplémentaire (36) est précontraint en pression parallèlement au piston de coupleur (32). 40

45

50

55

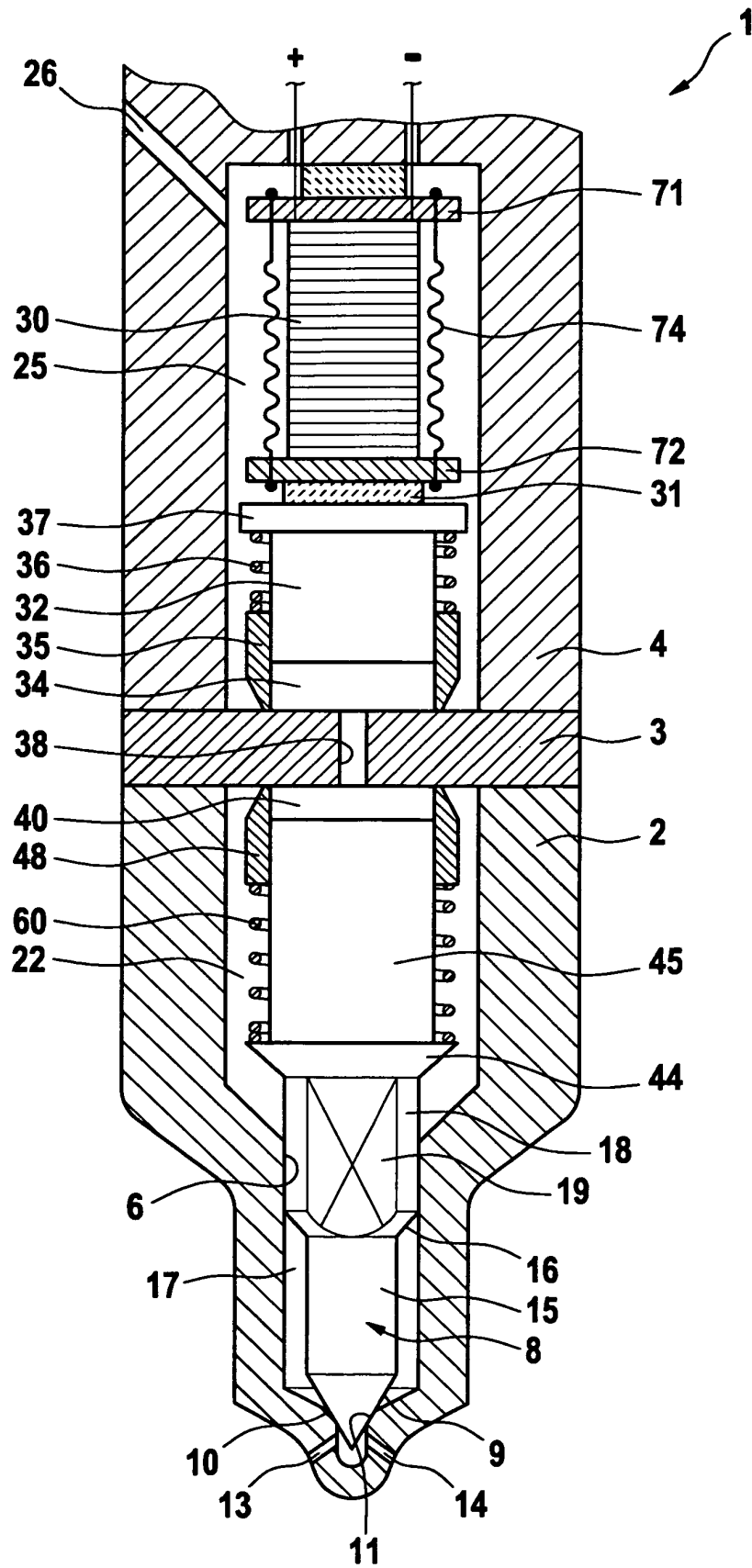


FIG. 1

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 1111230 A2 [0003]
- WO 2005050002 A1 [0004]
- WO 200214683 A1 [0005]
- DE 19912666 A1 [0005]