

(19)



(11)

EP 2 462 335 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
06.03.2013 Patentblatt 2013/10

(51) Int Cl.:
F02M 51/06 (2006.01) F02M 61/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10728156.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2010/058580

(22) Anmeldetag: **17.06.2010**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2011/015405 (10.02.2011 Gazette 2011/06)

(54) **VORRICHTUNG ZUR KRAFTSTOFFHOCHDRUCKEINSPRITZUNG**

DEVICE FOR HIGH-PRESSURE FUEL INJECTION

DISPOSITIF POUR INJECTION SOUS HAUTE PRESSION

(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 SE SI SK SM TR

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

(30) Priorität: **05.08.2009 DE 102009028234**

(72) Erfinder: **JANSEN, Sebastian**
71636 Ludwigsburg (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.06.2012 Patentblatt 2012/24

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 783 358 WO-A1-97/02425
DE-A1-102007 038 430

EP 2 462 335 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

Stand der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Kraftstoffhochdruckeinspritzung, die insbesondere bei Verbrennungsmotoren mit Direkteinspritzung im Schichtladebetrieb einsetzbar ist.

[0002] Als Vorrichtungen zur Kraftstoffhochdruckeinspritzung bei Verbrennungsmotoren mit Direkteinspritzung werden Hochdruckeinspritzventile mit nach außen öffnender Ventilmadel verwendet, die wegen ihrer vorteilhaften Spraycharakteristik infolge des ringförmigen Spalts zwischen Ventilmadel und Ventilkörper besonders für Brennverfahren mit strahlgeführtem Schichtbetrieb geeignet sind. Jedoch ist bei Einspritzventilen mit nach außen öffnender Ventilmadel aufgrund des größeren Sitzdurchmessers der Ventilmadel die durch den Kraftstoffdruck erzeugte hydraulische Kraft deutlich höher als im Vergleich zu Einspritzventilen mit nach innen öffnender Nadel. Wegen der hohen Kräfte und kurzen Schaltzeiten werden daher üblicherweise Einspritzventile mit Piezoaktoren verwendet, die jedoch einen erhöhten Kostenaufwand verursachen.

[0003] Bei einem in EP 1783 358A1 beschriebenen Konzept ist ein Einspritzventil mit nach außen öffnender Ventilmadel offenbart, das durch einen Magnetaktuator betätigt wird und ein Führungselement an der Ventilmadel aufweist, das in einem Ventilgehäuse geführt ist, wobei die Durchmesser des Führungselements und eines Ventilsitzes der Ventilmadel so gewählt sind, dass die Ventilmadel im Wesentlichen druckausgeglichen ist.

[0004] Die Hochdruckeinspritzventile des Standes der Technik sind nur unzureichend geeignet, um eine einfache und kostengünstig herstellbare Vorrichtung zur Hochdruckeinspritzung für Verbrennungsmotoren mit Direkteinspritzung in Schichtladebetrieb bereitzustellen, die eine hohe Dichtkraft zwischen Ventilsitz und Ventilmadel im geschlossenen Zustand bereitstellt, sowie durch einen Magnetaktuator mit geringer Betätigungskraft bzw. geringem Leistungsbedarf betrieben werden kann und dabei eine vergleichbare Schaltdynamik wie ein Einspritzventil mit Piezoaktuator aufweist.

Offenbarung der Erfindung

[0005] Die erfindungsgemäße Ventilanordnung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 weist demgegenüber den Vorteil auf, dass diese einen einfachen und damit kostengünstigeren Aufbau mit einem Magnetaktuator aufweist, der eine nach außen öffnende Ventilmadel aufgrund eines an der Ventilmadel wirksamen Druckausgleichs mit einer deutlich reduzierten Betätigungskraft öffnet. Daher können bei der erfindungsgemäßen Ventilanordnung Magnetaktuatoren mit niedrigem Leistungsbedarf, insbesondere auch bei Einspritzdrücken von 20 MPa oder höher, eingesetzt werden, die eine ausreichende Schaltdynamik sowie eine zuverlässige Ab-

dichtung der Ventilmadel am Ventilsitz des Ventils in geschlossenem Zustand ermöglichen. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass bei der Aktivierung eines elektromagnetischen Aktuators ein zwischen dem Hochdruckbereich und Niederdruckbereich der Ventilanordnung angeordnetes Steuerventil vor einer nach außen öffnenden Ventilmadel geöffnet wird. Durch die Freigabe einer Verbindung zwischen einem Druckraum im Hochdruckbereich und einer Druckkammer im Niederdruckbereich der Ventilanordnung erfolgt ein Druckausgleich, d. h. eine Druckerhöhung im Niederdruckbereich, der eine hydraulische Kraft auf eine Wirkfläche eines Ventilelements des Steuerventils in Öffnungsrichtung der Ventilmadel bewirkt und dadurch eine Öffnungskraft des elektromagnetischen Aktuators für die Ventilmadel deutlich reduziert. Hierdurch ist ein leichtes und schnelles Schalten möglich. Das Steuerventil wird dabei mittels eines frei beweglichen Magnetankers oder eines mit dem Magnetanker verbundenen Bauteils geöffnet.

[0006] Die Unteransprüche zeigen bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung.

[0007] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Kraftstoffhochdruckeinspritzung ferner einen an der Ventilmadel befestigten Mitnehmer mit einem Ankerkontaktbereich auf, wobei der Mitnehmer in der Ausgangsposition in einem vorgegebenen Abstand vom Magnetanker angeordnet ist und der Magnetanker beweglich auf der Ventilmadel angeordnet ist. Eine Schließfeder zum Schließen der Ventilmadel stellt dabei auch den Magnetanker zurück. Dadurch wird gewährleistet, dass bei Aktivierung des elektromagnetischen Aktuators, dessen Magnetanker zuerst von der Ausgangsposition bis zum Ankerkontaktbereich des Mitnehmers bewegt und dadurch das Steuerventil zum Druckausgleich öffnet, ohne die Ventilmadel zu betätigen. Erst wenn der Magnetanker am Mitnehmer anliegt, wird die Ventilmadel direkt über den Magnetanker betätigt und geöffnet.

[0008] Vorzugsweise ist am Magnetanker ein ringzylindrisches Bauteil befestigt, wobei an einer freien Stirnseite des ringzylindrischen Bauteils der Ventilsitz des Steuerventils angeordnet ist. Dadurch wird ein einfacher Aufbau des Steuerventils mit einer minimalen Anzahl von Bauteilen erreicht.

[0009] Weiterhin bevorzugt ist zwischen dem ringzylindrischen Bauteil und dem Ventilgehäuse eine Spaltdichtung ausgebildet. Hierdurch wird eine einfache und kostengünstige Abdichtung zwischen den beiden Bauteilen mit einer geringen Leckagemenge realisiert.

[0010] Besonders bevorzugt ist ein Durchmesser der Spaltdichtung größer als ein Durchmesser des Ventilsitzes der Ventilmadel ausgebildet. Auf diese Weise wird bei geöffnetem Steuerventil und erfolgtem Druckausgleich eine resultierende hydraulische Kraft in Öffnungsrichtung der Ventilmadel erzeugt und somit die vom Magnetanker zu überwindende Öffnungskraft der Ventilmadel reduziert. Bei geschlossenem Steuerventil resultiert durch den Niederdruck in der Druckkammer hingegen

eine hydraulische Kraft in Schließrichtung der Ventilmadel, die eine zuverlässige Abdichtung des Ventils bewirkt.

[0011] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist der Abstand von der Ausgangsposition des Magnetankers bis zum an der Ventilmadel befestigten Mitnehmer kleiner als ein Gesamthub des Magnetankers, d. h., es ergibt sich ein Resthub zum Öffnen der Ventilmadel. Durch einen ersten Teilhub des Magnetankers von der Ausgangsposition bis zum Mitnehmer wird ein schnelles Öffnen des Steuerventils für den Druckausgleich und somit ein rascher Druckausgleich für das erleichterte Öffnen der Ventilmadel erreicht, die danach mit einem zweiten Teilhub geöffnet wird. Beim Schließen der Ventilmadel wird zuerst ein erster Teilhub des Magnetankers vom Mitnehmer bis zur geschlossenen Stellung des Steuerventils ausgeführt und das Steuerventil somit geschlossen. Hierbei wirkt das Ventilelement des Steuerventils als ein weiterer vom Magnetanker betätigter Mitnehmer für die Rückstellung der Ventilmadel. Durch die am Steuerventil somit wieder auftretende Druckdifferenz zwischen dem Hochdruckbereich und dem Niederdruckbereich der Vorrichtung kann danach das Schließen der Ventilmadel durch eine in Schließrichtung der Ventilmadel unterstützend wirkende hydraulische Kraft schneller erfolgen. Dadurch kann die Verwendung von Magnetaktuatoren mit geringer Leistungsaufnahme ermöglicht und die für die Benzineinspritzung im Schichtbetrieb von Verbrennungsmotoren erforderliche Schaltdynamik realisiert werden.

[0012] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist die Vorrichtung zur Kraftstoffhochdruckeinspritzung zwischen der Druckkammer und dem Niederdruckbereich ferner eine Drossel auf. Dadurch wird auf einfache Weise ein rascher Druckabbau über einen Ringspalt zwischen der Ventilmadel und dem Ventilgehäuse in der Druckkammer bei geschlossenem Steuerventil und somit eine hohe Anpresskraft sowie eine gute Dichtwirkung zwischen der Ventilmadel und dem Ventilsitz erreicht.

[0013] Alternativ zur Drossel kann zwischen der Druckkammer und dem Niederdruckbereich ein Leckagesperrventil eingesetzt werden. Hierdurch wird eine Leckage- bzw. Rücklaufmenge des Kraftstoffs zu einem Kraftstoffrücklauf beim Öffnen der Ventilmadel deutlich reduziert. Somit kann die erfindungsgemäße Vorrichtung sehr wirtschaftlich eingesetzt werden.

[0014] Vorzugsweise weist das Leckagesperrventil als Schließglied eine an der Ventilmadel gebildete kragenartige Erweiterung und einen Sitz auf, der am Ventilgehäuse gebildet ist. Hierdurch ist ein einfacher Aufbau des Leckagesperrventils mit einer minimalen Anzahl von Bauteilen realisierbar. Ferner kann dadurch eine sehr betriebssichere Vorrichtung bereitgestellt werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0015] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die begleitende Zeich-

nung im Detail beschrieben. In der Zeichnung ist:

- Figur 1 eine schematisch vereinfachte Schnittdarstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung bei geschlossener Ventilmadel
- Figur 2 eine vergrößerte schematische Schnittdarstellung eines Teils der Vorrichtung von Figur 1,
- Figur 3 eine schematisch vereinfachte Schnittdarstellung der Vorrichtung von Figur 1 beim Öffnen der Ventilmadel,
- Figur 4 eine schematisch vereinfachte Schnittdarstellung der Vorrichtung von Figur 1 bei geöffneter Ventilmadel,
- Figur 5 eine vergrößerte schematische Schnittdarstellung eines Teils der Vorrichtung von Figur 4,
- Figur 6 eine schematisch vereinfachte Schnittdarstellung der Vorrichtung von Figur 1 beim Schließen der Ventilmadel,
- Figur 7 eine schematisch vereinfachte Schnittdarstellung einer zweiten Ausführungsform der Vorrichtung bei geschlossener Ventilmadel,
- Figur 8 eine schematisch vereinfachte Schnittdarstellung der Vorrichtung von Figur 7 bei geöffneter Ventilmadel,
- Figur 9 eine vergrößerte schematische Schnittdarstellung eines Teils der Vorrichtung von Figur 7 bei geschlossener Ventilmadel, und
- Figur 10 eine vergrößerte schematische Schnittdarstellung eines Teils der Vorrichtung von Figur 7 bei geöffneter Ventilmadel.

[0016] Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf die Figuren 1 bis 6 eine Vorrichtung 1 zur Kraftstoffhochdruckeinspritzung gemäß einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung im Detail beschrieben.

[0017] Figur 1 zeigt eine schematisch vereinfachte Schnittdarstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung im geschlossenen Zustand. Wie aus der schematischen Schnittdarstellung von Figur 1 ersichtlich, umfasst die Vorrichtung 1 ein Ventilgehäuse 2, eine nach außen öffnende Ventilmadel 3, welche im Ventilgehäuse 2 in einem mit Kraftstoff gefüllten Druckraum 4 angeordnet ist. Diesem Druckraum 4 wird ein Kraftstoff K über einen Kraftstoffzulauf 24 unter Druck zugeführt, wobei die Ventilmadel 3 an einem Ventilsitz 16 am Ventilgehäuse 2 abdichtet. Ferner weist die Vorrichtung 1 eine Schließfeder 5, welche die Ventilmadel 3 in eine Ausgangsposition zu-

rückführt, und einen elektromagnetischen Aktuator 6 mit einer Magnetspule 63, einem Innenpol 62, einem Magnetgehäuse 61 und einem beweglich angeordneten Magnetanker 7 auf, der die Ventilmadel 3 über einen daran ausgebildeten bzw. befestigten Mitnehmer 9 betätigt. Ein Steuerventil 8 mit einem Ventilelement 10 und einem Ventilsitz 11 ist an einem der Einspritzseite entgegengesetzten Endbereich 29 der Ventilmadel 3 angeordnet.

[0018] Das Ventilelement 10 weist eine erste Wirkfläche 13, die dem Druckraum 4 zugewandt ist, und eine zweite Wirkfläche 14 auf, die einer Druckkammer 12 zugewandt ist, die mit einem Niederdruckbereich 19 in Verbindung steht. Das Ventilelement 10 des Steuerventils 8 ist ausgelegt, um eine Verbindung zwischen dem Druckraum 4 und der Druckkammer 12 freizugeben und zu verschließen, wobei der Ventilsitz 11 des Steuerventils 8 an einer Stirnseite eines am Magnetanker 7 befestigten ringzylindrischen Bauteils 17 angeordnet ist. Zwischen dem Außenumfang des ringzylindrischen Bauteils 17 und dem Ventilgehäuse 2 ist eine Spaltdichtung 18 mit geringem Führungsspiel ausgebildet.

[0019] Wie aus Figur 1 ferner ersichtlich, sind im Magnetanker 7 und im ringzylindrischen Bauteil 17 Durchflussöffnungen 30, 31, für die Zuführung des Kraftstoffs K ausgebildet. Demzufolge liegt bei geschlossener Ventilmadel 3 und geschlossenem Steuerventil 8 der hohe Druck des über den Kraftstoffzulauf 24 zugeführten Kraftstoffs in allen mit der Druckkammer 4 verbundenen Innenräumen der Vorrichtung an. In der Druckkammer 12 herrscht Niederdruck, da diese über eine Drossel 21 mit dem Kraftstoffrücklauf 25 verbunden ist und das Steuerventil 8 geschlossen ist.

[0020] Da bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 ein Durchmesser d_s des Ventilsitzes 16 kleiner gewählt ist als ein Durchmesser d_1 des Ventilelements 10, wird die Ventilmadel 3 neben der Kraft der Schließfeder 5 zusätzlich auch durch eine hydraulische Kraftkomponente in den Ventilsitz 16 gedrückt, die aus dieser Durchmesserdifferenz resultiert. Dadurch ist eine zuverlässige Abdichtung der Vorrichtung 1 bei geschlossener Ventilmadel 3 gewährleistet.

[0021] Figur 2 zeigt eine vergrößerte schematische Schnittdarstellung, die einen Teil der Vorrichtung 1 von Figur 1 detaillierter veranschaulicht. Wie aus der Abbildung von Figur 2 ersichtlich, befindet sich beim geschlossenen Zustand der Vorrichtung 1 mit geschlossenem Steuerventil 8 und inaktiviertem elektromagnetischen Aktuator 6 dessen Magnetanker 7 in seiner Ausgangsposition. Die Schließfeder 5 greift dabei am Magnetanker 7 an und stützt sich am Gehäuse 2 ab. In dieser Ausgangsposition weist der axial frei bewegliche Magnetanker 7 aufgrund der Federkraft der Schließfeder 5 einen Abstand A zum Mitnehmer 9 an der Ventilmadel 3, sowie einen Abstand H zum Innenpol 62 auf.

[0022] Figur 3 zeigt eine schematisch vereinfachte Schnittdarstellung der Vorrichtung 1 von Figur 1 beim Öffnen der Ventilmadel 3. Hierbei wird die Magnetspule 63 des elektromagnetischen Aktuators 6 bestromt (was

durch ein blitzförmiges Symbol verdeutlicht ist), wobei der Magnetanker 7 einen ersten Teilhub in Richtung zum Innenpol 62 ausführt, der dem Maß des Abstands A entspricht, bis er den Mitnehmer 9 berührt. Dadurch öffnet sich das Steuerventil 8, so dass Kraftstoff K vom Kraftstoffzulauf 24 in den Druckraum 4 und über die Durchflussöffnung 31 bis in die Druckkammer 12 strömt (wie dies durch einen Pfeil B in der Figur 3 verdeutlicht ist). Dadurch steigt der Druck in der Druckkammer 12 unmittelbar an und bewirkt eine Kraft auf die Ventilmadel 3, die aus dem Verhältnis der hydraulisch wirksamen ersten und zweiten Wirkflächen 13 und 14 am Ventilelement 10 resultiert, die jeweils mit hohem Druck beaufschlagt sind. Diese resultierende hydraulische Kraft wirkt bei geöffnetem Steuerventil 8 zusätzlich zur Magnetkraft des Magnetankers 7 in Öffnungsrichtung der Ventilmadel 3 und verringert die Anpresskraft der Ventilmadel 3 am Ventilsitz 16. Die Ventilmadel 3 kann nun mit geringer Kraft vom Magnetanker 3 über den Mitnehmer 9 in Öffnungsrichtung mitgenommen bzw. verschoben werden, so dass sich die Ventilmadel 3 öffnet und der Einspritzvorgang beginnen kann.

[0023] Figur 4 zeigt eine schematisch vereinfachte Schnittdarstellung der Vorrichtung von Figur 1 bei geöffneter Ventilmadel. Durch die fortgesetzte Bestromung der Magnetspule 63 wurde der Magnetanker 7 zusammen mit der Ventilmadel 3 in Öffnungsrichtung der Vorrichtung 1 gezogen und hat einen zweiten Teilhub bis zum Anschlag am Innenpol 62 ausgeführt, und dadurch die Ventilmadel 3 vom Ventilsitz 16 nach außen angehoben und geöffnet. Der zweite Teilhub zum Öffnen der Ventilmadel 3 ist hierbei größer ausgelegt als der erste Teilhub A zum Öffnen des Steuerventils 8. Das zwischen der Ventilmadel 3 und dem Ventilgehäuse 2 ausströmende Kraftstoffspray ist durch kleine Pfeile C in der Figur 4 veranschaulicht.

[0024] Figur 5 zeigt eine vergrößerte schematische Schnittdarstellung, die einen Teil der Vorrichtung 1 von Figur 4 detaillierter veranschaulicht. Wie aus der Abbildung von Figur 5 ersichtlich, strömt bei geöffnetem Steuerventil 8 ein Teil des Kraftstoffs in der Druckkammer 12 über die Drossel 21 (wie durch einen Pfeil D verdeutlicht) in den Kraftstoffrücklauf 25 als Leckagemenge zurück. Diese Leckagemenge durch die Drossel 21 ist definiert bzw. auf einen vorgegebenen Wert begrenzt, damit der Druckabfall in der Druckkammer 12 nach dem Abschalten des elektromagnetischen Aktuators 6 (Schließen der Ventilmadel 3) nicht zu lange dauert und die Pausenzeiten der Schaltzyklen verlängert und somit die Schaltdynamik verschlechtert.

[0025] In Figur 6 ist eine schematisch vereinfachte Schnittdarstellung der Vorrichtung von Figur 1 beim Schließen der Ventilmadel 3 veranschaulicht. Hierbei ist der Zustand der Vorrichtung 1 gezeigt, der sich nach dem Abschalten der Magnetspule 63 des elektromagnetischen Aktuators 6 einstellt, wobei zuerst das Steuerventil 8 geschlossen wird. Danach sinkt der Druck in der Druckkammer 12 aufgrund der Verbindung zum Kraftstoffrück-

lauf 25 über die Drossel 21 wieder ab, so dass die zweite Wirkfläche 14 nur noch mit dem niedrigen Druck aus dem Kraftstoffrücklauf 25 beaufschlagt ist. Die erste Wirkfläche 13 ist noch mit dem hohen Druck im Inneren des ringzylindrischen Bauteils 17 beaufschlagt. Dadurch wird eine hydraulische Schließkraft erzeugt, die die Ventilmadel 3 zusätzlich zur Federkraft der Schließfeder 5 in den Ventilsitz 16 drückt, bis der geschlossene Zustand der Ventilmadel 3 (vgl. Figur 1) wieder hergestellt und der Einspritzvorgang beendet ist. Die Schließfeder 5 greift dabei über den Magnetanker 7, das ringzylindrische Bauteil 17 und das Ventilelement 10 an der Ventilmadel 3 an.

[0026] Dadurch, dass das Öffnen und Schließen der Ventilmadel 3 der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zur Kraftstoffhochdruckeinspritzung hydraulisch unter Nutzung des im Inneren der Vorrichtung 1 herrschenden Hochdrucks in Verbindung mit den am Ventilelement 10 des Steuerventils 8 angeordneten ersten und zweiten Wirkflächen 13 und 14 unterstützt wird, kann die Vorrichtung 1 bereits mit verhältnismäßig geringen Magnetkräften eine hohe Schaltdynamik bei gleichzeitig hoher Dichtkraft bereitstellen.

[0027] Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf die Figuren 7 bis 10 eine Vorrichtung 1 zur Kraftstoffhochdruckeinspritzung gemäß einem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung im Detail beschrieben. Gleiche bzw. funktional gleiche Teile sind mit den gleichen Bezugszeichen wie im ersten Ausführungsbeispiel bezeichnet.

[0028] Figur 7 zeigt eine schematisch vereinfachte Schnittdarstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zur Kraftstoffhochdruckeinspritzung bei geschlossener Ventilmadel 3. Das zweite Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 unterscheidet sich vom zuvor beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel dadurch, dass hierbei zwischen der Druckkammer 12 und dem Niederdruckbereich 19 des Kraftstoffrücklaufs 25 ein Leckagesperrventil 26 angeordnet ist. Durch das Leckagesperrventil 26 wird eine Leckagemenge zum Kraftstoffrücklauf 25, wie sie beim ersten Ausführungsbeispiel in der Drossel 21 auftritt, drastisch reduziert. Das Leckagesperrventil 26 weist eine kragenartige Erweiterung 22 des Durchmessers am Endbereich 29 der Ventilmadel 3 auf. In Verbindung mit einem am Ausgang der Druckkammer 12 angeordneten Anschlag 23 am Ventilgehäuse 2 sperrt das Leckagesperrventil 26 im geschlossenen Zustand die Druckkammer 12 vom Kraftstoffrücklauf 25 ab.

[0029] Wie aus Figur 7 ferner ersichtlich, ist bei geschlossener Ventilmadel 3 das Steuerventil 8 geschlossen und das Leckagesperrventil 26 geöffnet, sodass in der Druckkammer 12 ein Niederdruck herrscht.

[0030] Figur 9 zeigt eine vergrößerte schematische Schnittdarstellung eines Teils der Vorrichtung von Figur 7, die die Druckverhältnisse bei geschlossener Ventilmadel 3 veranschaulicht. Wie aus Figur 9 ersichtlich, ist eine Ringnut 27 im Ventilgehäuse 2 in einem Bereich zwischen dem ringzylindrischen Bauteil 17 und dem Ventil-

element 10 des Steuerventils 8 ausgebildet, um einen ungehinderten Kraftstoffzufluss in die Druckkammer 12 bei geöffnetem Steuerventil 8 (vgl. hierzu Figur 10) zu ermöglichen. Bei geschlossener Ventilmadel 3 ist das Steuerventil 8 geschlossen und das Leckagesperrventil 26 geöffnet. Hierbei ist hinter dem geschlossenen Ventilelement 10 des Steuerventils 8, d. h. in der Ringnut 27, der Druckkammer 12 und im angrenzenden Kraftstoffrücklauf 25 Niederdruck vorhanden (gekennzeichnet mit dem Bezugszeichen 19), während in den übrigen Innenräumen der Vorrichtung 1 bis zum geschlossenen Ventilelement 10 Hochdruck anliegt (gekennzeichnet mit dem Bezugszeichen 28).

[0031] Wie aus Figur 8 ersichtlich, die eine schematisch vereinfachte Schnittdarstellung der zweiten Ausführungsform von Figur 7 bei offener Ventilmadel 3 zeigt, ist in diesem Zustand das Leckagesperrventil 26 geschlossen und das Steuerventil 8 geöffnet. Hierbei herrscht in der Druckkammer 12 Hochdruck, sodass die Ventilmadel 3 mit kleinen Kräften geöffnet werden kann. Da das Leckagesperrventil 26 geschlossen ist, tritt keine Leckagemenge in den Kraftstoffrücklauf 25 aus. Die am Anschlag 23 anliegende kragenartige Erweiterung 22 des Leckagesperrventils 26 definiert zugleich einen Hubanschlag der geöffneten Ventilmadel 3.

[0032] Figur 10 zeigt eine vergrößerte schematische Schnittdarstellung eines Teils der Vorrichtung von Figur 8, die die Druckverhältnisse bei offener Ventilmadel 3 veranschaulicht. Wie aus Figur 10 ersichtlich, ist hierbei das Steuerventil 8 geöffnet und das Leckagesperrventil 26 geschlossen. Der Hochdruckbereich 28 ist hierbei sowohl im Steuerventil 8 als auch im Leckagesperrventil 26 ausgebildet, während lediglich im Kraftstoffrücklauf 25 der Niederdruckbereich 19 ausgebildet ist.

[0033] Aufgrund der geringen Kräfte, die bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zur Kraftstoffhochdruckeinspritzung zum Öffnen und Schließen der Ventilmadel 3 erforderlich sind, kann die Betätigung der Ventilmadel 3 direkt durch einen kostengünstigen elektromagnetischen Aktuator, auch bei hohen Einspritzdrücken von 20 MPa, mit einer ausreichend hohen Schaltdynamik erfolgen. Wegen des dementsprechend geringen Leistungsbedarfs des elektromagnetischen Aktuators kann die Ansteuerung der Vorrichtung 1 deshalb mit herkömmlichen, d. h. verfügbaren Endstufen für Magnet-Hochdruckeinspritzventile erfolgen. Dies trägt zu einer weiteren Kostenreduzierung und somit einer erhöhten Wirtschaftlichkeit der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zur Kraftstoffhochdruckeinspritzung bei.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Kraftstoffhochdruckeinspritzung, umfassend
 - ein Ventilgehäuse (2),
 - eine nach außen öffnende Ventilmadel (3), wel-

che im Ventilgehäuse (2) in einem mit Kraftstoff gefüllten Druckraum (4) angeordnet ist, dem Kraftstoff (K) unter Druck zugeführt wird, wobei die Ventilnadel (3) an einem Ventilsitz (16) abdichtet,

- eine Schließfeder (5), welche die Ventilnadel (3) in eine Ausgangsposition zurückführt,
- einen elektromagnetischen Aktuator (6) mit einem beweglich angeordneten Magnetanker (7) zur Betätigung der Ventilnadel (3),

dadurch gekennzeichnet,

dass ein Steuerventil (8) mit einem Ventilelement (10) und einem Ventilsitz (11) vorgesehen ist, wobei das Ventilelement (10) eine erste Wirkfläche (13) und eine zweite Wirkfläche (14) aufweist, wobei die erste Wirkfläche (13) dem Druckraum (4) zugewandt ist, die zweite Wirkfläche (14) einer Druckkammer (12) zugewandt ist, die mit einem Niederdruckbereich (19) in Verbindung steht, und das Ventilelement (10) eine Verbindung zwischen dem Druckraum (4) und der Druckkammer (12) freigibt und verschließt, und der Ventilsitz (11) am Magnetanker (7) oder an einem mit dem Magnetanker (7) verbundenen Bauteil angeordnet ist, wobei bei einer Aktivierung des elektromagnetischen Aktuators (6) das Steuerventil (8) vor der nach außen öffnenden Ventilnadel (3) öffnet, um eine Öffnungskraft für die Ventilnadel (3) durch Freigabe der Verbindung zwischen dem Druckraum (4) und der Druckkammer (12) zu reduzieren.

2. Vorrichtung zur Kraftstoffhochdruckeinspritzung nach Anspruch 1, ferner umfassend einen an der Ventilnadel (3) befestigten Mitnehmer (9) mit einem Ankerkontaktbereich (20), wobei der Mitnehmer (9) in der Ausgangsposition in einem Abstand (A) vom Magnetanker (7) angeordnet ist, und der Magnetanker (7) beweglich auf der Ventilnadel (3) angeordnet ist.
3. Vorrichtung zur Kraftstoffhochdruckeinspritzung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Magnetanker (7) ein ringzylindrisches Bauteil (17) befestigt ist, wobei an einer freien Stirnseite des ringzylindrischen Bauteils (17) der Ventilsitz (11) des Steuerventils (8) angeordnet ist.
4. Vorrichtung zur Kraftstoffhochdruckeinspritzung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Außenumfang des ringzylindrischen Bauteils (17) und dem Ventilgehäuse (2) eine Spaltdichtung (18) ausgebildet ist.
5. Vorrichtung zur Kraftstoffhochdruckeinspritzung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Durchmesser (d1) der Spaltdichtung (18) größer ist als ein Durchmesser (ds) des Ventilsitzes (16).

6. Vorrichtung zur Kraftstoffhochdruckeinspritzung nach Anspruch 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand (A) zwischen Mitnehmer (9) und Magnetanker (7) in der Ausgangsposition kleiner als eine Differenz eines Gesamthubes (H) des Magnetankers (7) und des Abstands (A) ist.
7. Vorrichtung zur Kraftstoffhochdruckeinspritzung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Druckkammer (12) und dem Niederdruckbereich (19) eine Drossel (21) angeordnet ist.
8. Vorrichtung zur Kraftstoffhochdruckeinspritzung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Druckkammer (12) und dem Niederdruckbereich (19) ein Leckagesperrventil (26) geordnet ist.
9. Vorrichtung zur Kraftstoffhochdruckeinspritzung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Leckagesperrventil (26) als Schließglied eine an der Ventilnadel (3) gebildete kragenartige Erweiterung (22) umfasst und ein Sitz (23) des Leckagesperrventils (26) am Ventilgehäuse (2) gebildet ist.

Claims

1. Device for high-pressure fuel injection, comprising
 - a valve housing (2),
 - an outwardly opening valve needle (3) which is arranged in the valve housing (2) in a fuel-filled pressure space (4) to which fuel (K) is supplied under pressure, wherein the valve needle (3) is sealed off at a valve seat (16),
 - a closing spring (5) which returns the valve needle (3) to a starting position,
 - an electromagnetic actuator (6) with a movably arranged magnet armature (7) for actuating the valve needle (3),

characterized in that a control valve (8) with a valve element (10) and a valve seat (11) is provided, wherein the valve element (10) has a first active surface (13) and a second active surface (14), wherein the first active surface (13) faces the pressure space (4), the second active surface (14) faces a pressure chamber (12) which is connected to a low-pressure region (19), and the valve element (10) enables and closes a connection between the pressure space (4) and the pressure chamber (12), and the valve seat (11) is arranged on the magnet armature (7) or on a component connected to the magnet armature (7), wherein during an activation of the electromagnetic actuator (6) the control valve (8) opens ahead of the outwardly opening valve needle (3) in order to reduce

an opening force for the valve needle (3) by enabling the connection between the pressure space (4) and the pressure chamber (12).

2. Device for high-pressure fuel injection according to Claim 1, further comprising a driver (9) which is fastened to the valve needle (3) and has an armature contact region (20), wherein the driver (9) is arranged at a distance (A) from the magnet armature (7) in the starting position, and the magnet armature (7) is movably arranged on the valve needle (3).
3. Device for high-pressure fuel injection according to Claim 1 or 2, **characterized in that** an annularly cylindrical component (17) is fastened to the magnet armature (7), wherein the valve seat (11) of the control valve (8) is arranged on a free end face of the annularly cylindrical component (17).
4. Device for high-pressure fuel injection according to Claim 3, **characterized in that** a gap seal (18) is formed between the outer circumference of the annularly cylindrical component (17) and the valve housing (2).
5. Device for high-pressure fuel injection according to Claim 4, **characterized in that** a diameter (d1) of the gap seal (18) is greater than a diameter (ds) of the valve seat (16).
6. Device for high-pressure fuel injection according to Claims 2 to 5, **characterized in that** the distance (A) between driver (9) and magnet armature (7) in the starting position is smaller than a difference of a total travel (H) of the magnet armature (7) and the distance (A).
7. Device for high-pressure fuel injection according to one of the preceding claims, **characterized in that** a throttle (21) is arranged between the pressure chamber (12) and the low-pressure region (19).
8. Device for high-pressure fuel injection according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** a leakage shut-off valve (26) is arranged between the pressure chamber (12) and the low-pressure region (19).
9. Device for high-pressure fuel injection according to Claim 8, **characterized in that** the leakage shut-off valve (26) comprises as closing member a collar-like extension (22) formed on the valve needle (3), and a seat (23) of the leakage shut-off valve (26) is formed on the valve housing (2).

Revendications

1. Dispositif pour injection sous haute pression de car-

burant, comprenant

- un boîtier de soupape (2),
- une aiguille de soupape (3) s'ouvrant vers l'extérieur, laquelle est disposée dans le boîtier de soupape (2) dans un espace de pression (4) rempli de carburant, auquel espace de pression est acheminé du carburant (K) sous pression, l'aiguille de soupape (3) réalisant l'étanchéité contre un siège de soupape (16),
- un ressort de fermeture (5) qui ramène l'aiguille de soupape (3) à une position initiale,
- un actionneur électromagnétique (6) comprenant une armature magnétique (7) disposée de manière mobile pour l'actionnement de l'aiguille de soupape (3),

caractérisé en ce

qu'une soupape de commande (8) est pourvue d'un élément de soupape (10) et d'un siège de soupape (11), l'élément de soupape (10) comprenant une première surface active (13) et une deuxième surface active (14), la première surface active (13) étant tournée vers l'espace de pression (4), la deuxième surface active (14) étant tournée vers une chambre de pression (12) qui est en liaison avec une zone de basse pression (19) et l'élément de soupape (10) libère et ferme une liaison entre l'espace de pression (4) et la chambre de pression (12) et le siège de soupape (11) est disposé sur l'armature magnétique (7) ou sur un composant relié à l'armature magnétique (7),
la soupape de commande (8) s'ouvrant avant l'aiguille de soupape (3) s'ouvrant vers l'extérieur lors d'une activation de l'actionneur électromagnétique (6), afin de réduire une force d'ouverture pour l'aiguille de soupape (3) par libération de la liaison entre l'espace de pression (4) et la chambre de pression (12).

2. Dispositif pour injection sous haute pression de carburant selon la revendication 1, comportant en outre un élément d'entraînement (9) fixé à l'aiguille de soupape (3) et comprenant une zone de contact d'armature (20), l'élément d'entraînement (9) étant disposé à une distance (A) de l'armature magnétique (7) dans la position initiale et l'armature magnétique (7) étant disposée de manière mobile sur l'aiguille de soupape (3).
3. Dispositif pour injection sous haute pression de carburant selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**un composant cylindrique annulaire (17) est fixé à l'armature magnétique (7), le siège de soupape (11) de la soupape de commande (8) étant disposé sur un côté frontal libre du composant cylindrique annulaire (17).

4. Dispositif pour injection sous haute pression de carburant selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'un joint d'étanchéité à fente (18) est réalisé entre la périphérie extérieure du composant cylindrique annulaire (17) et le boîtier de soupape (2).** 5
5. Dispositif pour injection sous haute pression de carburant selon la revendication 4, **caractérisé en ce qu'un diamètre (d1) du joint d'étanchéité à fente (18) est supérieur à un diamètre (ds) du siège de soupape (16).** 10
6. Dispositif pour injection sous haute pression de carburant selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, **caractérisé en ce que la distance (A) entre l'élément d'entraînement (9) et l'armature magnétique (7) dans la position initiale est inférieure à une différence entre une course totale (H) de l'armature magnétique (7) et la distance (A).** 15
20
7. Dispositif pour injection sous haute pression de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un étranglement (21) est disposé entre la chambre de pression (12) et la zone de basse pression (19).** 25
8. Dispositif pour injection sous haute pression de carburant selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'une soupape d'arrêt de fuite (26) est disposée entre la chambre de pression (12) et la zone de basse pression (19).** 30
9. Dispositif pour injection sous haute pression de carburant selon la revendication 8, **caractérisé en ce que la soupape d'arrêt de fuite (26) comporte, en tant qu'organe de fermeture, un élargissement de type rebord (22) formé sur l'aiguille de soupape (3) et un siège (23) de la soupape d'arrêt de fuite (26) est formé sur le boîtier de soupape (2).** 35
40

45

50

55

Fig. 1

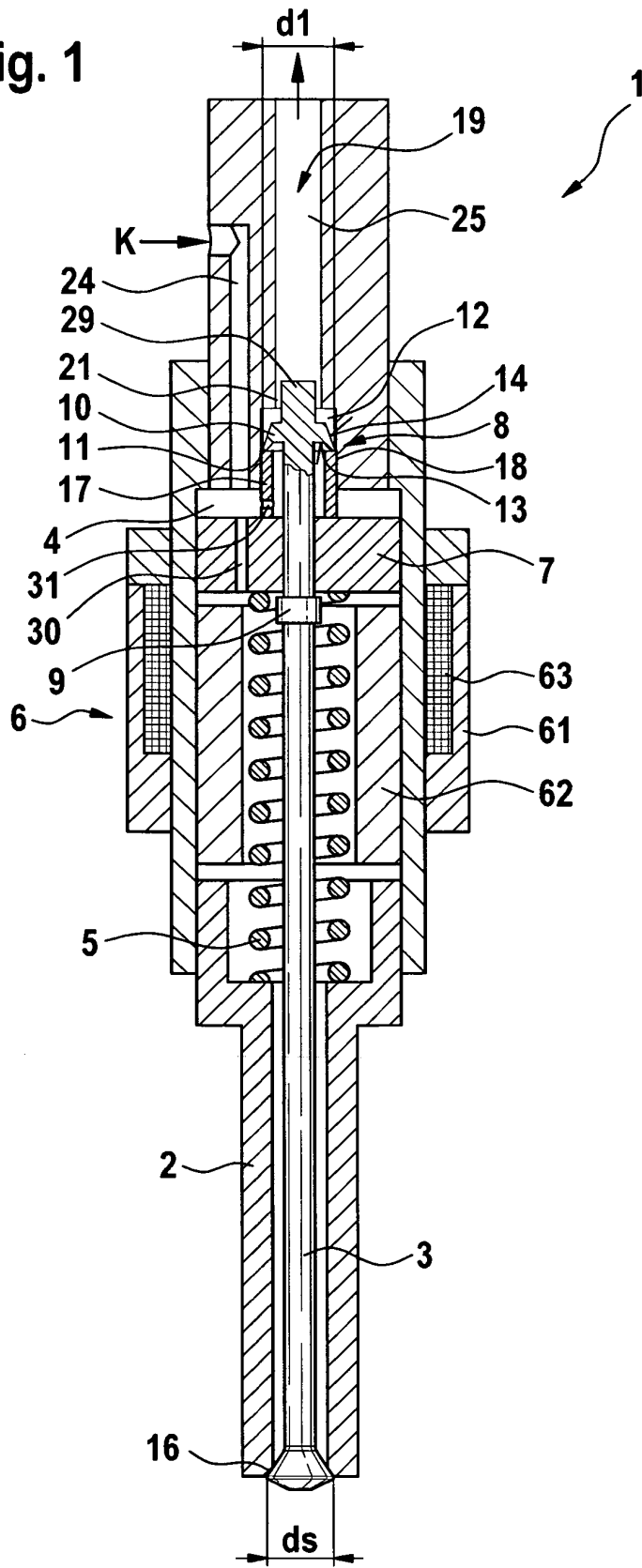


Fig. 2

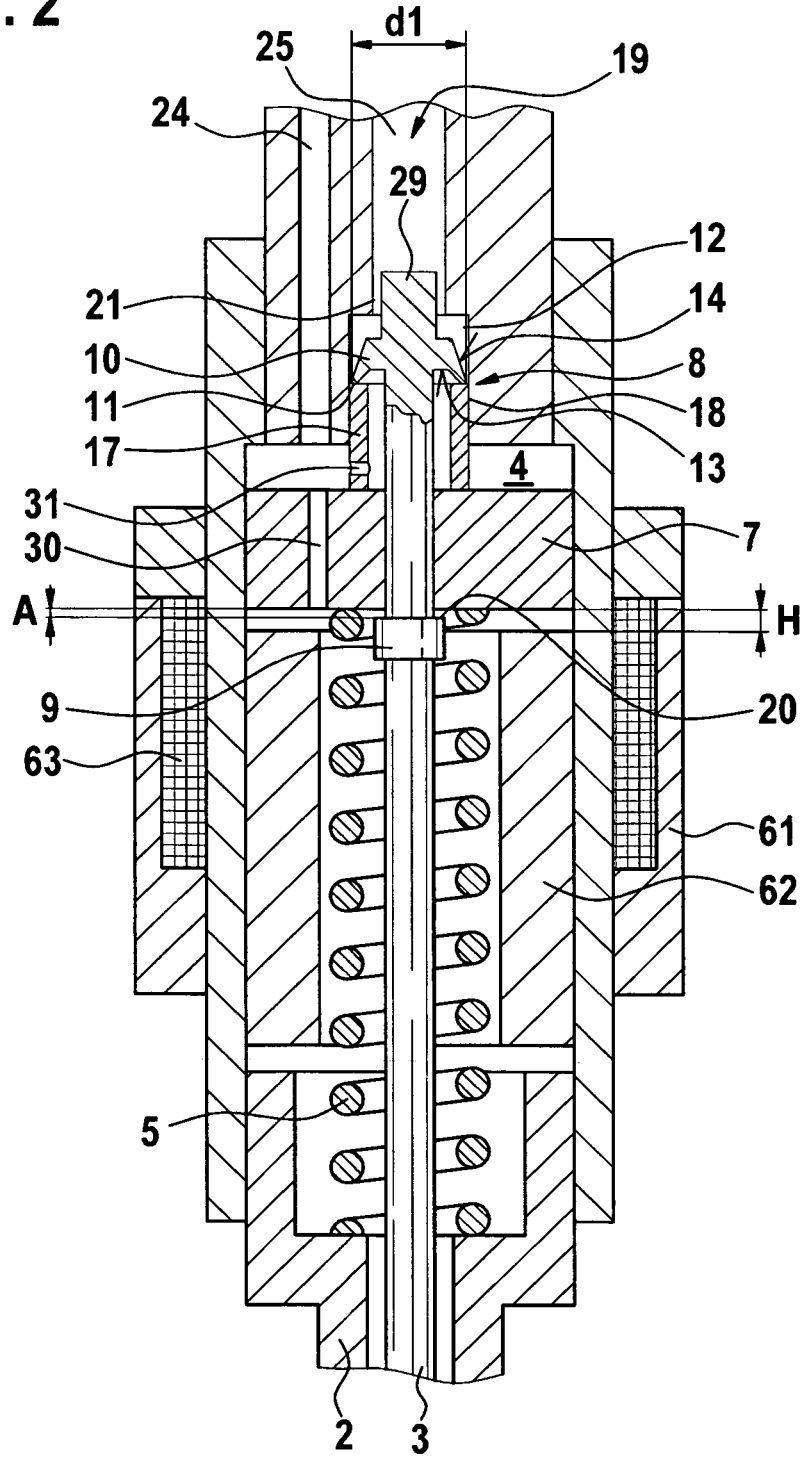
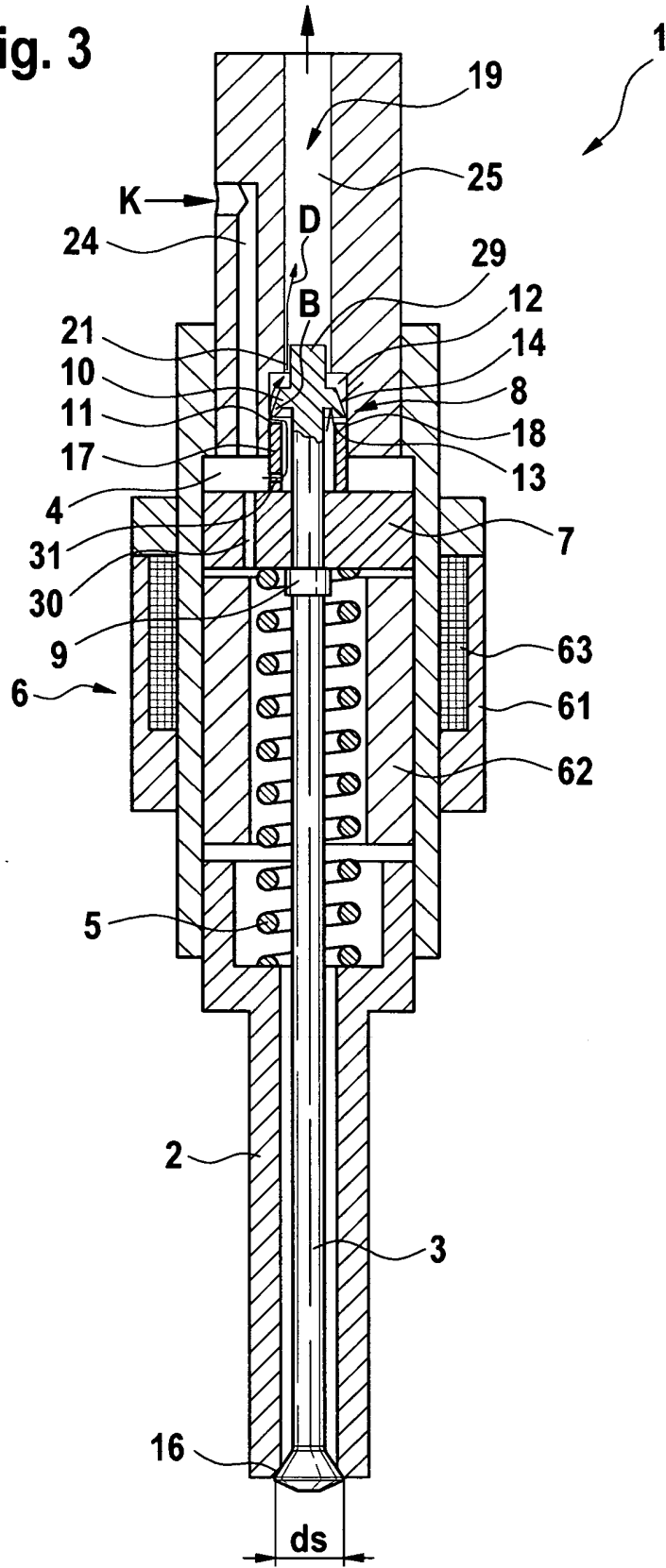


Fig. 3



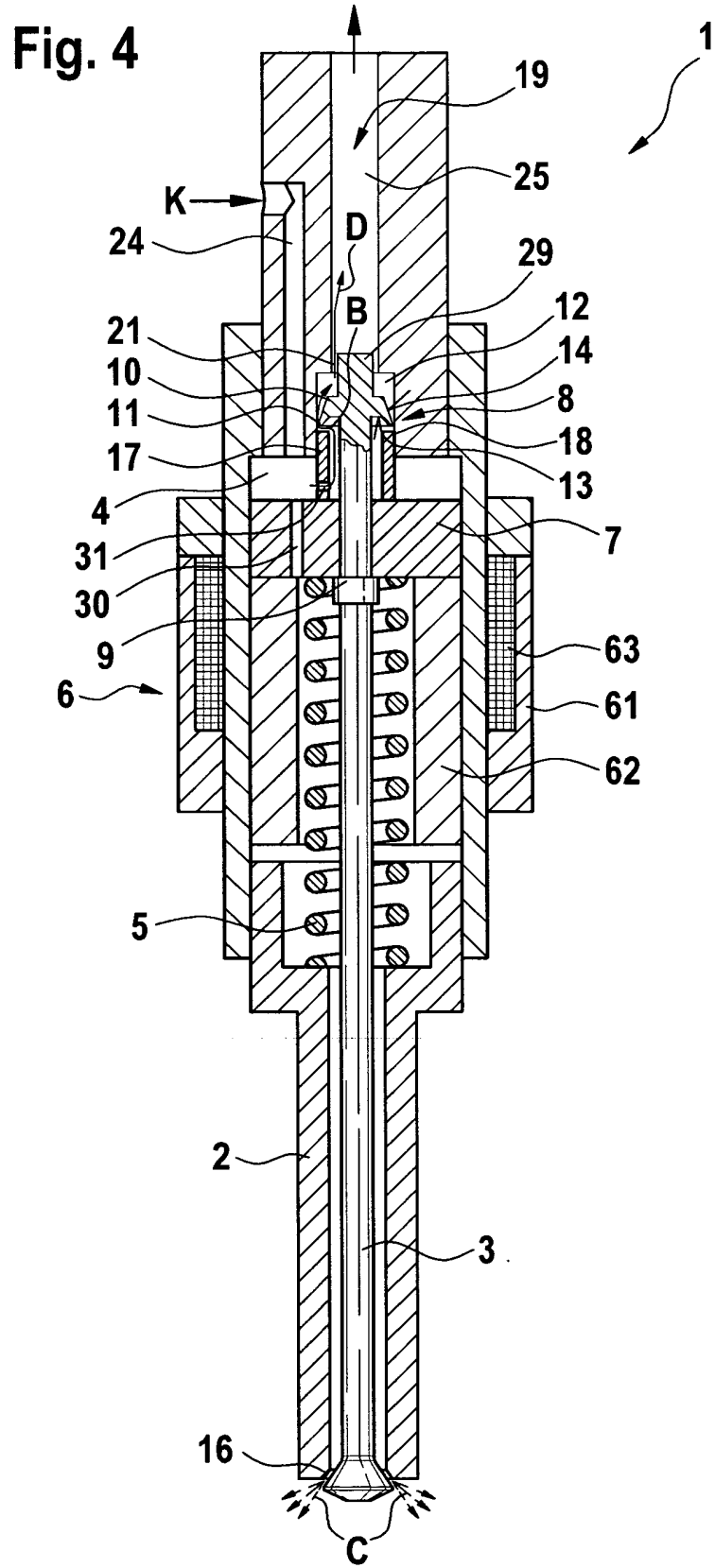


Fig. 6

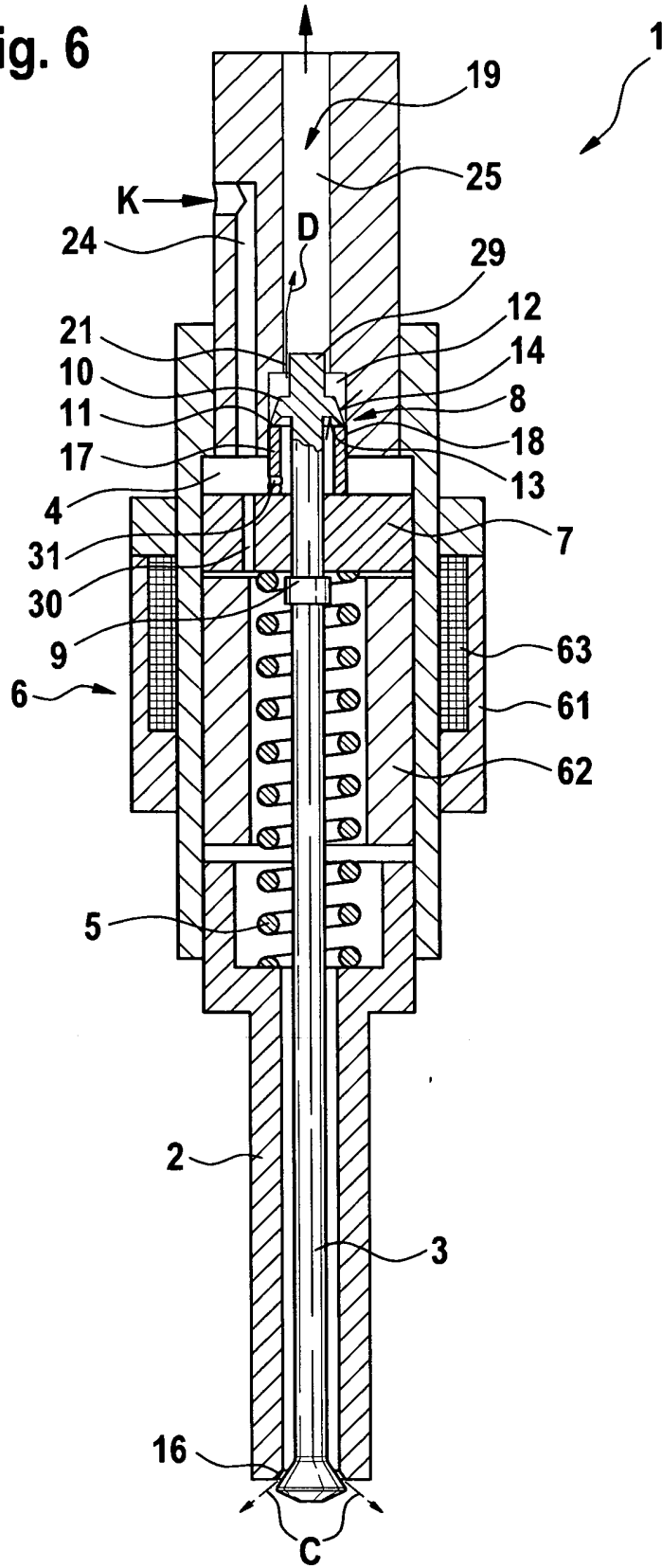


Fig. 7

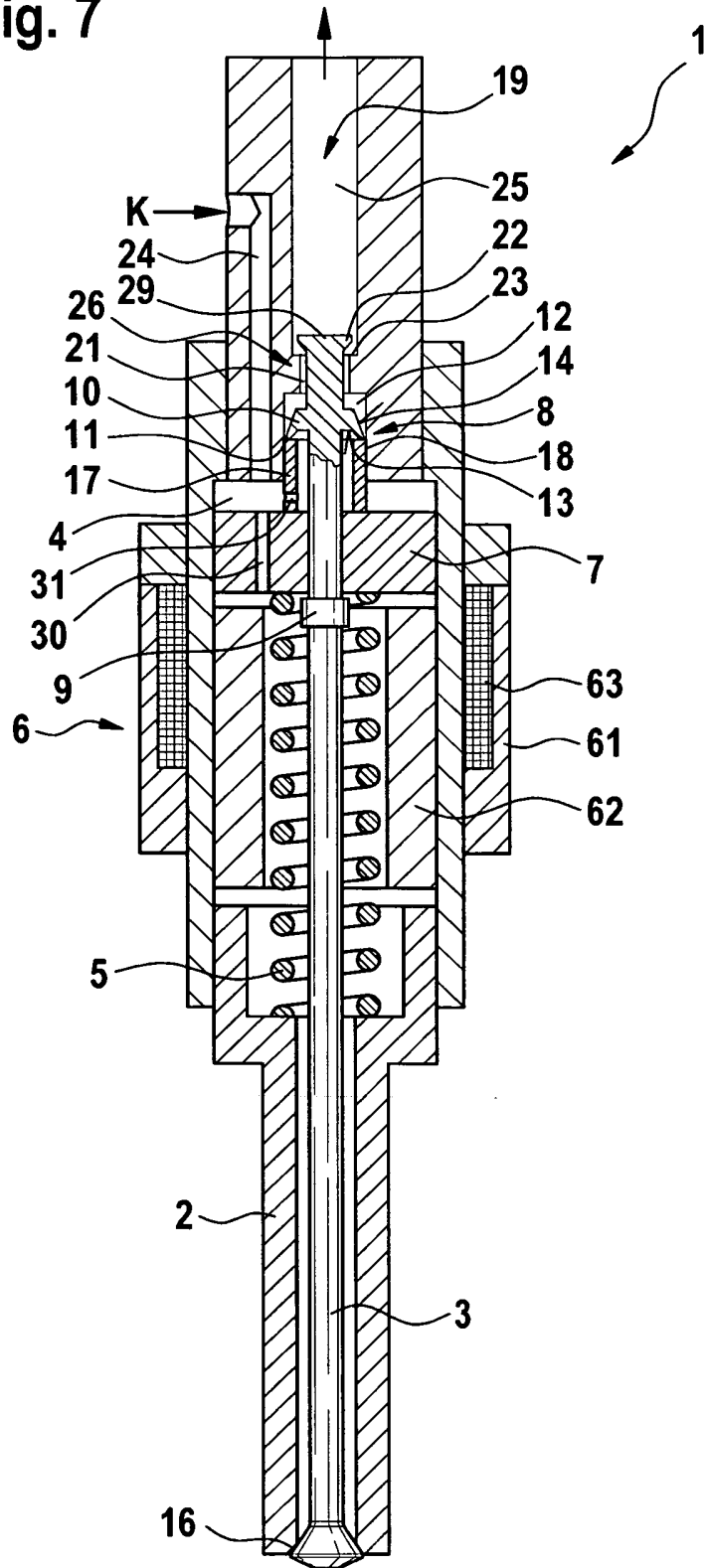


Fig. 8

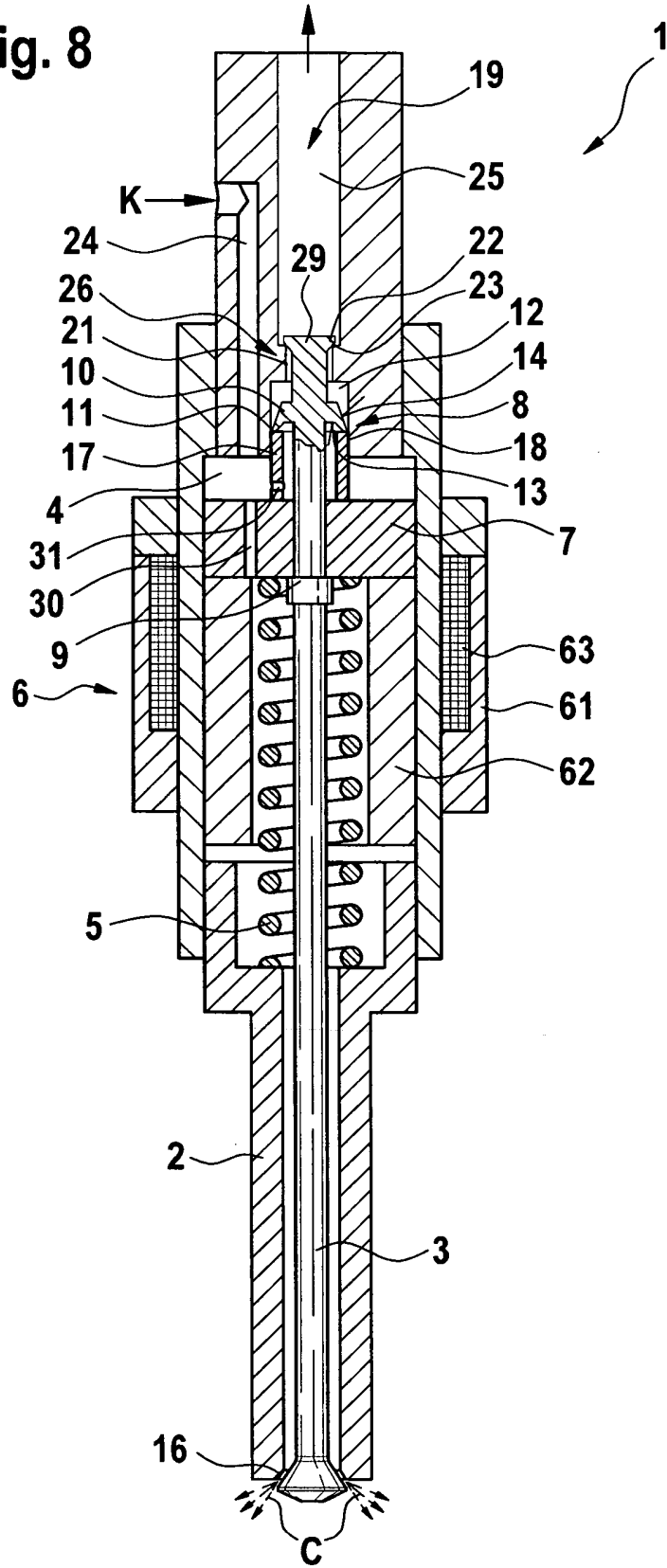


Fig. 9

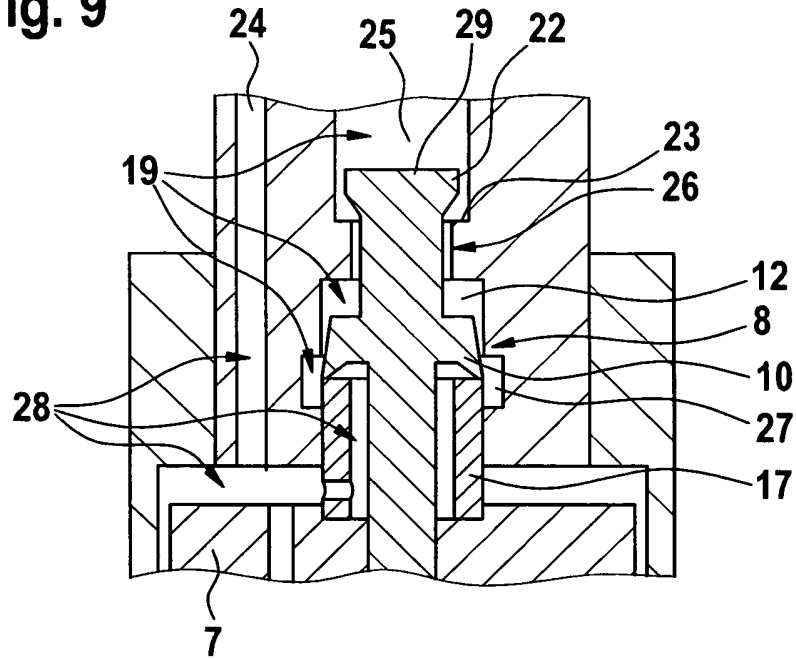
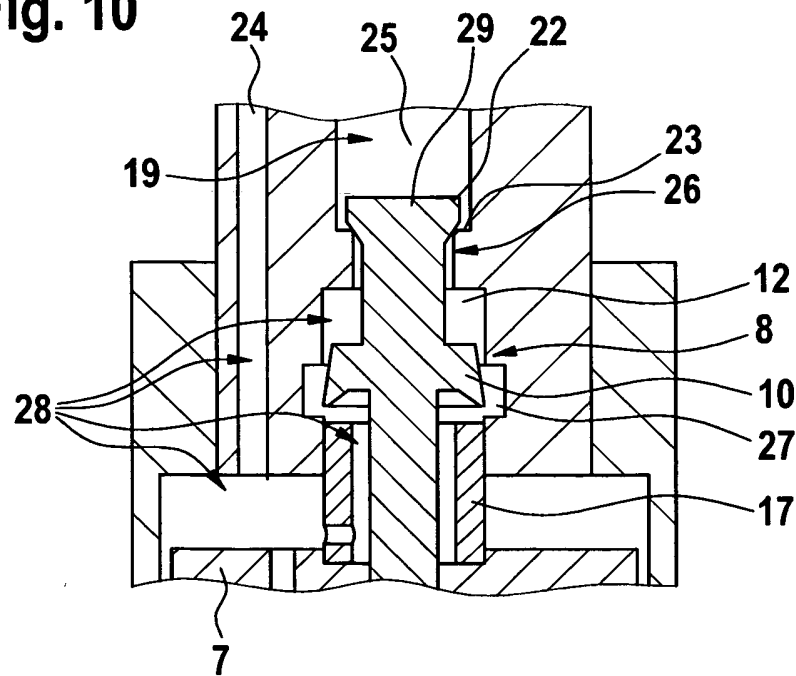


Fig. 10



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 1783358 A1 [0003]