



(10) **DE 10 2010 031 643 A1** 2012.01.26

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 031 643.1**

(22) Anmeldetag: **22.07.2010**

(43) Offenlegungstag: **26.01.2012**

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

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469, Stuttgart, DE

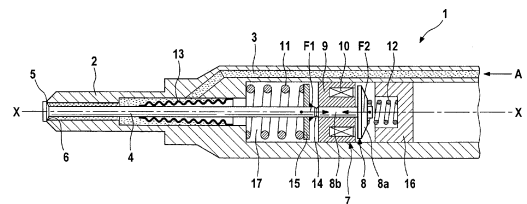
(72) Erfinder:

**Diehl, Udo, 70195, Stuttgart, DE; Walter, Rainer,
74385, Pleidelsheim, DE; Engelberg, Ralph,
71254, Ditzingen, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Kraftstoffeinspritzventil mit trockenem Magnetaktor**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kraftstoffeinspritzventil, umfassend: einen Ventilkörper (2), in welchem ein Kraftstoffpfad (3) verläuft, eine nach außen öffnende Ventalnadel (4), welche an einem Ventilsitz (5) einen Durchlass (6) freigibt und verschließt, einen Magnetaktor (7) mit einem Magnetanker (8), eine Schließfeder (11), welche die Ventalnadel (4) in einem geschlossenen Ventilzustand zurückführt, ein Dichtelement (13), welches den Magnetaktor (7) vom Kraftstoffpfad (3) trennt, so dass der Magnetaktor (7) in einem kraftstofffreien Bereich (17) des Ventilkörpers (2) angeordnet ist, und eine Gegenfeder (12), welche mit dem Magnetanker (8) in Kontakt steht und diesen vorspannt, wobei der Magnetanker (8) und die Ventalnadel (4) separate Bauteile sind, welche an einer Trennstelle (14) unmittelbar aneinander liegen und sich berühren, wobei die Gegenfeder (12) den Magnetanker (8) gegen die Ventalnadel (4) vorspannt, und wobei eine Kraft (F1) der Schließfeder (11) gegen eine Kraft (F2) der Gegenfeder (12) wirkt, wobei die Kraft (F1) der Schließfeder (11) größer als die Kraft (F2) der Gegenfeder (12) ist.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kraftstoffeinspritzventil mit einem trockenen Magnetaktor ohne Leckagerücklauf.

[0002] Kraftstoffeinspritzventile sind aus dem Stand der Technik in unterschiedlichen Ausgestaltungen bekannt. Beispielsweise werden in jüngster Zeit verstärkt nach außen öffnende Einspritzventile verwendet, welche mittels eines Piezoaktors betätigt werden. Diese können zwar schnelle Schaltzeiten realisieren, sind jedoch sehr teuer und aufwendig in der Herstellung. Ferner ist aus der US 2007/0095955 A1 ein Einspritzventil bekannt, welches eine Anordnung des Magnetaktors im Kraftstoffpfad offenbart. Neben der Korrosionsproblematik durch den Kraftstoff, insbesondere im Aktorbereich, ergeben sich hierbei Dynamikverluste aufgrund der für den Stellvorgang notwendigen Verdrängung des Kraftstoffs. Es wäre daher wünschenswert, ein möglich einfach aufgebautes oder kostengünstiges sowie schnell schaltendes Ventil für eine Kraftstoffeinspritzung bereitzustellen.

Offenbarung der Erfindung

[0003] Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil mit den Merkmalen des Anspruchs 1 weist demgegenüber den Vorteil auf, dass ein Magnetaktor vollständig vom Kraftstoffpfad getrennt ist, so dass der Magnetaktor in einem trockenen Bereich des Kraftstoffeinspritzventils angeordnet ist. Hierdurch ergeben sich insbesondere geringere Anforderungen an Lagetoleranzen zwischen dem Magnetaktor und dem Kraftstoffteil des Ventils. Darüber hinaus können spezielle, weichmagnetische Werkstoffe für die Bauteile des Magnetaktors verwendet werden, da die Korrosionsproblematik des Kraftstoffs am Magnetaktor entfällt. Ferner weist das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil einen sehr einfachen und kostengünstigen Aufbau auf, so dass es besonders als Massenbauteil geeignet ist. Die erfindungsgemäßen Vorteile werden durch ein Kraftstoffeinspritzventil erhalten, welches einen Ventilkörper, eine Ventalnadel und einen Magnetaktor mit einem Magnetanker umfasst. Ferner ist eine Schließfeder vorgesehen, welche an der Ventalnadel angreift und die Ventalnadel in den geschlossenen Zustand zurückführt. Das Kraftstoffeinspritzventil ist als nach außen öffnendes Ventil ausgebildet und umfasst ferner ein Dichtelement, welches den Magnetaktor vom Kraftstoffpfad trennt, so dass der Magnetaktor im kraftstofffreien Bereich des Ventilkörpers angeordnet ist. Ferner ist eine Gegenfeder vorgesehen, welche mit einem Magnetanker in Kontakt ist. Dabei sind der Magnetanker und die Ventalnadel als separate Bauteile ausgebildet, welche sich jedoch miteinander in lösbarem Kontakt befinden. Mit anderen Worten ist an einer

Trennstelle zwischen dem Magnetanker und der Ventalnadel ein Kontakt vorgesehen, an dem beide Bauteile aneinander liegen, wobei die Gegenfeder den Magnetanker gegen die Ventalnadel vorspannt. Eine Kraft der Schließfeder ist dabei größer als eine Kraft der Gegenfeder. Durch die erfindungsgemäße Trennung zwischen der Ventalnadel und dem Magnetanker kann ferner eine Prellerreduzierung, d. h., eine Reduzierung von einem Anschlagen von Bauteilen gegeneinander, reduziert werden. Ein Dichtelement trennt den Magnetaktor vom Kraftstoffpfad. Ferner ergibt sich durch die Trennung der Ventalnadel von dem Magnetanker eine Massereduktion, so dass bei einem Schließvorgang der Ventalnadel, wenn diese den Ventilsitz erreicht und den Durchlass verschließt, weniger Verschleiß am Ventilsitz entsteht. Der lose an der Ventalnadel angeordnete Magnetanker kann dabei entgegen der Wirkung der Gegenfeder durchschwingen, wodurch insgesamt eine reduzierte Prellerneigung erhalten wird.

[0004] Die Unteransprüche zeigen bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung.

[0005] Vorzugsweise ist das Dichtelement ein Balg, welcher am Ventilkörper und der Ventalnadel befestigt ist. Der Balg kann ein Metallbalg sein und mittels einer Schweißverbindung am Ventilkörper bzw. der Ventalnadel befestigt werden, so dass eine absolut dichte Abdichtung vom Kraftstoffpfad erfolgt. Durch diese absolut dichte Abdichtung ist es auch nicht notwendig, dass ein Leckagepfad o. ä. am kraftstofffreien Bereich des Ventilkörpers vorgesehen wird.

[0006] Weiter bevorzugt weist der Magnetanker einen nadelartigen Bereich auf, welcher in einem Magnettopf geführt ist. Hierdurch weist der Magnettopf neben seiner eigentlichen Funktion noch eine Führungsfunktion auf, so dass neben einer sicheren Führung weiterhin die Anzahl von Bauteilen reduziert werden kann. Da die Toleranzkette der Führung des Magnetaktors nur über Magnetanker und Magnettopf bestimmt ist, kann eine Entfeinerung der Fertigungstoleranzen ermöglicht werden.

[0007] Weiter bevorzugt sind der Magnetanker und der Magnettopf aus einem weichmagnetischen Material hergestellt, wodurch die Herstellungskosten signifikant reduziert werden können, da kein gegen den Kraftstoff korrosionsbeständiges Material verwendet werden muss.

[0008] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist der Magnetaktor eine vormontierbare Baugruppe, welche lediglich in das Kraftstoffeinspritzventil eingefügt werden muss. Hierdurch ist ein getrenntes Testen der Magnetgruppe sowie auch des Kraftstoffteils des Kraftstoffeinspritzventils möglich. Hierdurch können die einzelnen Baugruppen schon vor einer Endmonta-

ge überprüft werden und gegebenenfalls aussortiert werden.

[0009] Besonders bevorzugt ist der Magnetanker ein Flachanker. Da der Flachanker im trockenen, d. h., im kraftstofffreien, Bereich angeordnet ist, ergibt sich ein großes Potential hinsichtlich eines hochdynamischen Betriebs des Kraftstoffeinspritzventils. Hierdurch können schnelle Schaltzeiten des Ventils realisiert werden, ohne dass ein Piezoelement als Aktor notwendig ist.

[0010] Weiter bevorzugt weist der Balg und der Ventilsitz den gleichen oder einen im Wesentlichen gleichen hydraulisch wirksamen Durchmesser auf. Hierdurch wirken keine oder nur sehr geringe axiale Druckkräfte, was geringere Anforderungen an die aufzubringenden Betätigungskräfte der Schließfeder und des Magneten nach sich zieht. Bei gegebenem Bauraum kann dabei eine Dynamiksteigerung des Ventils erreicht werden.

Zeichnung

[0011] Nachfolgend wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die begleitende Zeichnung im Detail beschrieben. In der Zeichnung ist:

[0012] [Fig. 1](#) eine schematische Schnittansicht eines Kraftstoffeinspritzventils gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Bevorzugte Ausführungsform der Erfindung

[0013] Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) ein Kraftstoffeinspritzventil **1** gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung im Detail beschrieben.

[0014] Das Kraftstoffeinspritzventil **1** ist ein nach außen öffnendes Ventil, wobei [Fig. 1](#) den geschlossenen Zustand des Ventils zeigt. Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil **1** wird beispielsweise zur Hochdruck-Direkteinspritzung für Verbrennungsmotoren im Schichtladebetrieb verwendet.

[0015] Wie aus [Fig. 1](#) ersichtlich ist, umfasst das Kraftstoffeinspritzventil **1** einen Ventilkörper **2**, in welchem ein Kraftstoffpfad **3** zur Zuführung von unter hohem Druck stehenden Kraftstoff ausgebildet ist. An einem Ende des Ventilkörpers **2** ist ein Durchlass **6** ausgebildet, welcher mittels einer nach außen öffnenden Ventilmadel **4** freigebbar bzw. verschließbar ist. Die Ventilmadel **4** schließt den Durchlass **6** dabei an einem Ventilsitz **5** ab.

[0016] Die Ventilmadel **4** umfasst an einem vom Ventilsitz **5** abgewandten Ende ein scheibenförmiges Element **15**, an welchem eine Schließfeder **11** anliegt.

Die Schließfeder **11** stützt sich einerseits am Scheibenelement **15** und andererseits am Ventilkörper **2** ab und bringt die Ventilmadel **4** in den in [Fig. 1](#) geschlossenen Zustand. Das Kraftstoffeinspritzventil **1** umfasst ferner ein Dichtelement **13** in Form eines Balges, welches den Kraftstoffpfad **3** von einem kraftstofffreien Raum **17** trennt. Der Balg ermöglicht eine hermetische Abdichtung des kraftstofffreien Raums gegenüber dem Kraftstoffpfad **3**. Wie aus [Fig. 1](#) ersichtlich ist, ist die Schließfeder **11** sowie ein Magnetaktor **7** im kraftstofffreien Raum **17** angeordnet. Der Balg weist ferner einen hydraulisch wirksamen Querschnitt auf, welcher einem hydraulisch wirksamen Querschnitt des Ventilsitzes **5** entspricht. Hierdurch wirken auf die Ventilmadel **4** keine oder nur geringe axiale Druckkräfte (aufgrund der Flächengleichheit). Dies führt wiederum zu geringeren Anforderungen an die aufzubringenden Betätigungskräfte, wobei eine bei gegebenem Bauraum erzielbare Kraft zu einer Dynamiksteigerung, des Ventils führt.

[0017] Der Magnetaktor **7** umfasst einen Magnetanker **8** in Form eines Flachankers, einen Magnettopf **9** und eine Spule **10**. Ferner ist eine Gegenfeder **12** vorgesehen, welche den Magnetanker **8** mit einer Kraft F_2 vorspannt. Die Gegenfeder **12** stützt sich dabei an einem Stützelement **16**, welches im Ventilkörper **2** fixiert ist, ab. Der Magnetanker **8** umfasst einen scheibenförmigen Bereich **8a** sowie einen nadelförmigen Bereich **8b**. Der nadelförmige Bereich **8b** berührt ein Ende der Ventilmadel **4** an einer Trennstelle **14** zwischen der Ventilmadel **4** und dem Magnetanker **8**. Dabei wird der Magnetanker **8** im Magnettopf **9** mittels des nadelförmigen Bereichs **8b** geführt.

[0018] Aus dem nur axial belasteten Aufeinanderliegen zwischen dem nadelförmigen Bereich **8b** und der Ventilmadel **4** an der Trennstelle **14** resultieren geringere fertigungstechnische Anforderungen, so dass ein kleiner radialer Versatz und geringe Winkelfehler zulässig sind. Hierdurch können die Herstellungskosten signifikant reduziert werden. Auch dürfen zwischen der Führung der Ventilmadel **4** und der Führung des Magnetankers **8** in gewissen Grenzen radiale Abweichungen und Winkelfehler auftreten, da die Führungen voneinander entkoppelt sind und nicht überbestimmt sind.

[0019] Die Schließfeder **11** stellt eine Schließkraft F_1 bereit, welche in axialer Richtung X-X des Kraftstoffeinspritzventils in Richtung des Magnetaktors **7** wirkt. Die Gegenfeder **12** stellt eine Vorspannkraft F_2 bereit, welche entgegen der Kraft F_1 der Schließfeder **11** wirkt. Dabei ist die Kraft F_1 der Schließfeder größer als die Kraft F_2 der Gegenfeder.

[0020] Die Funktion des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils **1** ist dabei wie folgt: Wenn ein Einspritzvorgang ausgeführt werden soll, wird die Spule **10** bestromt, so dass der Magnetanker **8** in

Richtung des Magnettofes **9** angezogen wird. Hierbei ist die auf den Magnetanker **8** wirkende Kraft aus der Summe der magnetischen Kraft sowie der Kraft F_2 der Gegenfeder **12** größer als die Kraft der Schließfeder F_1 , so dass die Ventilmadel **4**, welche sich aufgrund der in Richtung des Magnetaktors **7** wirkenden Kraft F_1 der Schließfeder F in direktem Kontakt mit dem nadelförmigen Bereich **8b** des Magnetankers **8** befindet, in Öffnungsrichtung gedrückt. Kraftstoff, welcher wie in [Fig. 1](#) durch den Pfeil A angedeutet, unter hohem Druck in den Kraftstoffpfad **3** zugeführt wird, kann dann an den freigegebenen Durchlass **6** eingespritzt werden.

[0021] Wenn die Einspritzung beendet werden soll, wird die Bestromung der Spule **10** unterbrochen. Dadurch entfällt die auf den Magnetanker **8** wirkende magnetische Kraft, so dass nun die Kraft F_1 der Schließfeder **11**, welche größer als die Kraft F_2 der Gegenfeder **12** ist, die Ventilmadel **4** sowie den Magnetanker **8** wieder in die in [Fig. 1](#) gezeigte Ausgangsposition zurückstellen kann. Der abdichtende Balg, welcher einerseits am Ventilkörper **2** und andererseits an der Ventilmadel **4** fluiddicht befestigt ist, ermöglicht dabei die Bewegung der Ventilmadel **4**.

[0022] Erfindungsgemäß sind somit die Ventilmadel **4** und der Magnetanker **8** zwei separate Bauteile, welche sich miteinander in lösbarem Kontakt befinden. Bei Beendigung der Einspritzung kann dabei der Magnetanker **8** gegen die Wirkrichtung der Gegenfeder **12** durchschwingen. Dies führt zu einer Reduzierung der im Ventil Sitz **5** abgebremsten bewegten Masse, wodurch ein geringerer Verschleiß am Ventil Sitz **5** bzw. an der Ventilmadel **4** erhalten wird. Ferner ist der Magnetaktor **7** im trockenen Bereich des Kraftstoffeinspritzventils **1** angeordnet, so dass keine teuren Materialien für den Magnetkreis verwendet werden müssen, welche sonst bei einer nassen Ausführung, d. h., bei einem Kontakt mit Kraftstoff, erforderlich sind. Ferner wird der Magnetanker **8** durch die Kraft F_2 der Gegenfeder **12** an der Trennstelle **14** ansonsten immer in direktem Kontakt mit der Ventilmadel **4** gehalten.

[0023] Der erfindungsgemäße Aufbau ermöglicht ferner geringere Anforderungen an Lagetoleranzen zwischen dem Magnetaktor **7** und der Ventilmadel **4**. Weiter kann durch die Verwendung des Balges eine absolut sichere Trennung des kraftstofffreien Raums **17** vom Kraftstoff erfolgen. Ferner kann der trockene Flachankermagnetkreis einen hochdynamischen Betrieb des Ventils ermöglichen. Dabei sind die Toleranzen für den Magnetkreis auf nur wenige Bauteile verteilt, so dass reduzierte Toleranzanforderungen für die Bauteile möglich sind und somit eine kostengünstigere Herstellung möglich ist. Im Öffnungsfall des Ventils kann in Längsrichtung die Bauteilekombination von Ventilmadel **4** und Magnetanker **8** als starr angesehen werden. In Querrichtung kann bei der Mon-

tage ein geringerer Versatz oder ein geringerer Winkelfehler zugelassen werden, was sich ebenfalls positiv auf die Toleranzanforderung der Bauteile auswirkt. Ferner können der die Ventilmadel **4**, das Gehäuse, den Ventil Sitz und den Balg umfassende Hydraulikteil und der Magnetaktor unabhängig voneinander geprüft werden. Dies führt zu geringerem Ausschuss und der Möglichkeit, geeignete Hydraulikteile und Magnetaktoren einander zuzupaaren bzw. ungünstige Kombinationen zu vermeiden, so dass insgesamt weniger fehlerhafte Ventile montiert werden.

[0024] Die Trennung von Ventilmadel **4** und Magnetanker **8** ermöglicht beim Öffnen des Ventils ebenfalls ein Überspringen der Ventilmadel, welche sich vom Magnetanker **8** lösen kann. Da beim Schließen des Ventils der Magnetanker **8** in entgegengesetzte Richtung überspringen kann, ergibt sich eine signifikant reduzierte Prellneigung der Ventilmadel **4** im Ventil Sitz **5**.

[0025] Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil wird insbesondere bei einer geschichteten Benzindirekteinspritzung verwendet. Ein weiterer Vorteil im homogenen Betrieb ist eine bessere Zerstäubung des Kraftstoffs gegenüber Mehrlochventilen und die damit verbundene geringere Partikelbildung. Hierdurch kann ermöglicht werden, dass auch in Zukunft noch weiter verschärfte Abgasnormen ohne Partikelfilter erreicht werden, so dass auf derartige Partikelfilter verzichtet werden kann.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 2007/0095955 A1 [\[0002\]](#)

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzventil, umfassend:
 - einen Ventilkörper (2), in welchem ein Kraftstoffpfad (3) verläuft,
 - eine nach außen öffnende Ventilnadel (4), welche an einem Ventilsitz (5) einen Durchlass (6) freigibt und verschließt,
 - einen Magnetaktor (7) mit einem Magnetanker (8),
 - eine Schließfeder (11), welche die Ventilnadel (4) in einem geschlossenen Ventilzustand zurückführt,
 - ein Dichtelement (13), welches den Magnetaktor (7) vom Kraftstoffpfad (3) trennt, so dass der Magnetaktor (7) in einem kraftstofffreien Bereich (17) des Ventilkörpers (2) angeordnet ist,
 - und eine Gegenfeder (12), welche mit dem Magnetanker (8) in Kontakt steht und diesen vorspannt, wobei der Magnetanker (8) und die Ventilnadel (4) separate Bauteile sind, welche an einer Trennstelle (14) unmittelbar aneinander liegen und sich berühren,
 - wobei die Gegenfeder (12) den Magnetanker (8) gegen die Ventilnadel (4) vorspannt, und
 - wobei eine Kraft (F1) der Schließfeder (11) gegen eine Kraft (F2) der Gegenfeder (12) wirkt, wobei die Kraft (F1) der Schließfeder (11) größer als die Kraft (F2) der Gegenfeder (12) ist.
2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Dichtelement (13) ein Balg ist, welcher am Ventilkörper (2) und an der Ventilnadel (4) hermetisch abdichtend befestigt ist.
3. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Magnetanker (8) einen nadelförmigen Bereich (8b) aufweist, welcher in einem Magnettopf (9) des Magnetaktors (7) geführt ist.
4. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Magnetanker (8) aus einem weichmagnetischen Material hergestellt ist.
5. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Magnetaktor (7) eine vormontierbare Baugruppe ist.
6. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Magnetanker (8) ein Flachanker ist.
7. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Balg einen gleichen hydraulisch wirksamen Durchmesser wie der Ventilsitz (5) aufweist oder die hydraulischen Durchmesser von Balg und Ventilsitz (5) nur im geringen Umfang voneinander abweichen.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

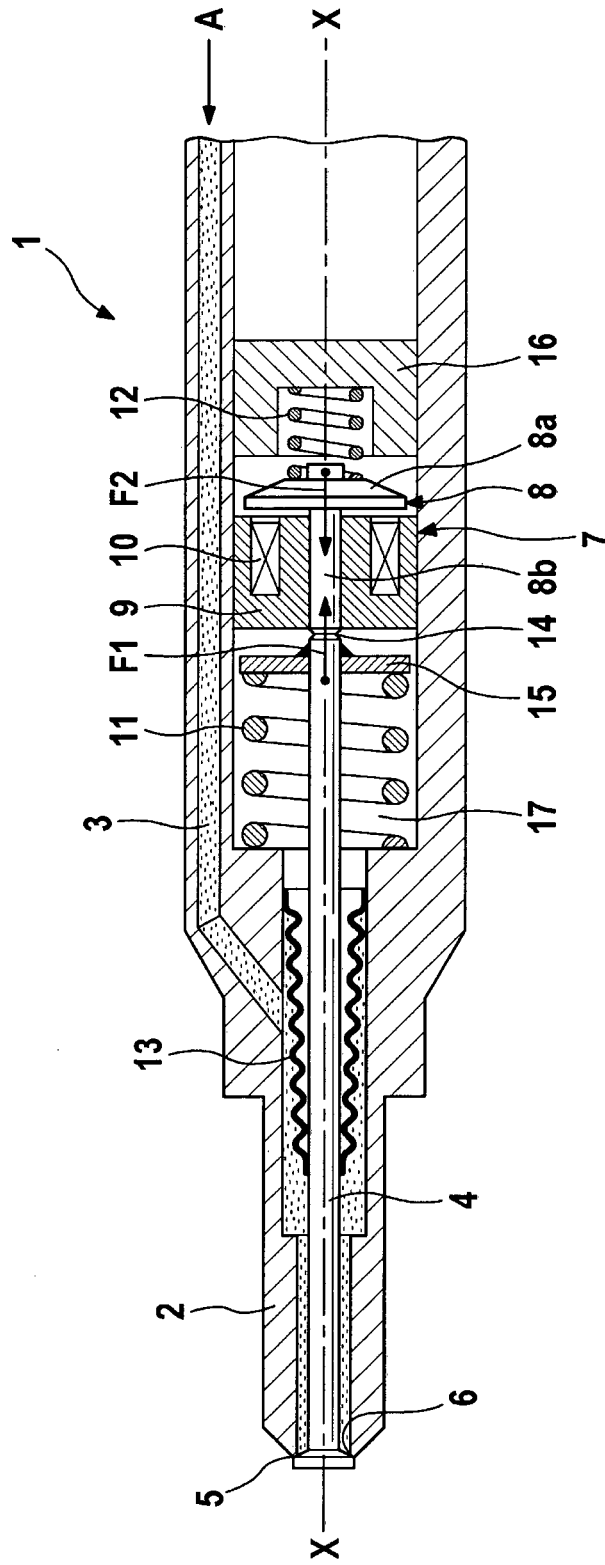


FIG. 1