



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 100 42 231 B4 2004.09.30**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **100 42 231.4**  
 (22) Anmeldetag: **28.08.2000**  
 (43) Offenlegungstag: **14.03.2002**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **30.09.2004**

(51) Int Cl.7: **F02M 47/06**  
**F02M 47/02**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:  
**Siemens AG, 80333 München, DE**

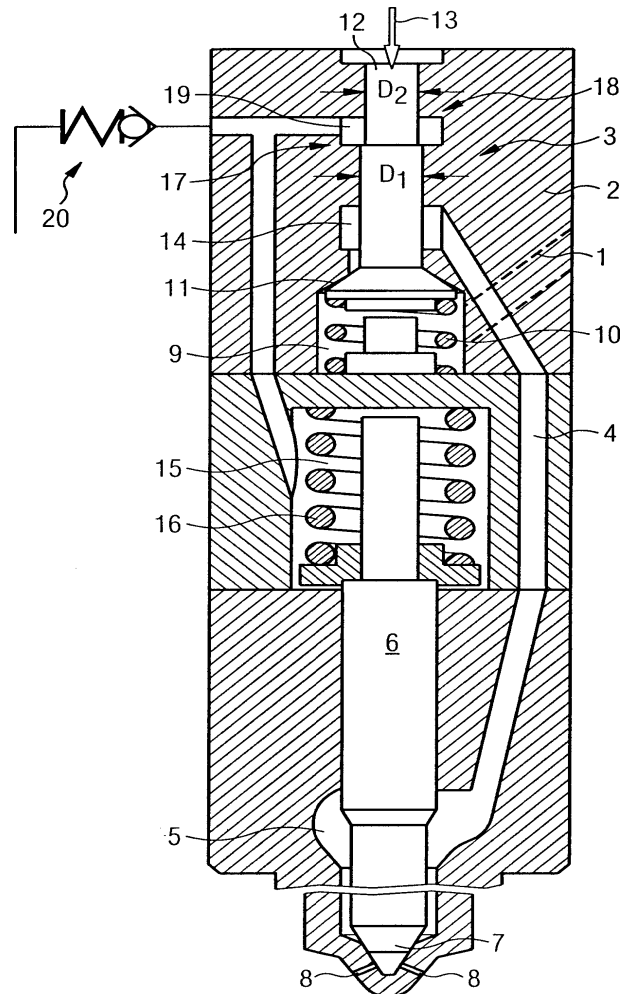
(72) Erfinder:  
**Bloching, Wolfgang, 88085 Langenargen, DE;**  
**Rizk, Reda, 51143 Köln, DE; Schuerz, Willibald, Dr.,**  
**93188 Pienhofen, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE 195 19 192 C1**  
**DE 197 48 999 A1**  
**DE 195 19 191 A1**  
**DE 100 33 426 A1**  
**AT 0 01 626 U1**  
**US 53 97 055 A**  
**EP 10 36 931 A2**

(54) Bezeichnung: **Einspspritzventil für die Einspritzung von Kraftstoff in eine Verbrennungskraftmaschine sowie Verfahren zur Steuerung des Öffnungs- und Schließvorgangs einer Düsennadel eines Einspritzventils**

(57) Hauptanspruch: Einspritzventil für die Einspritzung von Kraftstoff in eine Verbrennungskraftmaschine, umfassend:

einen Düsenkörper (6), der mit einer Düsennadel (7) in Wirkverbindung steht, wobei die Düsennadel (7) bei einer Bewegung des Düsenkörpers (6) Einspritzbohrungen (8) freigibt oder schließt,  
 ein Steuerventil (3) zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung,  
 einen Steuerraum (15), indem der axial bewegliche Düsenkörper (6) vorgesehen ist, wobei der Düsenkörper (6) von einem Druck im Steuerraum (15) in Schließrichtung der Düsennadel (7) beaufschlagbar ist, wobei der Druck im Steuerraum (15) zum Öffnen der Düsennadel (7) durch Öffnen des Steuerventils (3) absenkbar und zum Schließen der Düsennadel (7) durch Schließen des Steuerventils (3) erhöhbar ist,  
 eine Feder (16), die den Düsenkörper (6) in Schließrichtung der Düsennadel (7) vorspannt,  
 eine Düsendruckkammer (5), wobei die Düsennadel (7) von dem Druck in der Düsendruckkammer (5) in Öffnungsrichtung beaufschlagbar ist, wobei die Düsendruckkammer (5) zum Öffnen der Düsennadel (7) durch Öffnen des Steuerventils...



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Einspritzventil für die Einspritzung von Kraftstoff in eine Verbrennungskraftmaschine nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

[0002] Für die Kraftstoffversorgung von Verbrennungsmotoren werden zunehmend Speichereinspritzsysteme verwendet, bei denen mit sehr hohen Einspritzdrücken gearbeitet wird. Solche Einspritzsysteme sind als Common-Rail-Systeme (für Dieselmotoren) und HPDI-Einspritzsysteme (für Ottomotoren) bekannt. Bei diesen Einspritzsystemen wird der Kraftstoff mit einer Hochdruckpumpe in einen allen Zylindern des Motors gemeinsamen Druckspeicher gefördert, von dem aus die Einspritzventile an den einzelnen Zylindern mit Kraftstoff versorgt werden. Das Öffnen und Schließen der Einspritzventile wird dabei in der Regel elektromagnetisch gesteuert.

[0003] Zu diesem Zweck sind die Einspritzventile bei solchen Systemen mit als Servoventilen ausgebildeten Steuerventilen ausgerüstet, die hydraulisch das Öffnen und Schließen der Düsennadel des Einspritzventils steuern, das heißt insbesondere den Beginn und das Ende des Einspritzvorgangs zeitlich festlegen. Das Servoventil beeinflusst vor allem die Geschwindigkeit, mit der das Einspritzventil öffnet und schließt.

[0004] Da bei Dieselmotoren der Kraftstoff mit einem Druck von bis über 1500 bar in eine Brennkammer des Motors eingespritzt wird, werden an die Einspritzventile sehr hohe Anforderungen hinsichtlich der Dichtheit gestellt. Bei den aus der Praxis bekannten Common-Rail-Injektoren stellt die Leckage, sowohl die Dauerleckage als auch die Schallleckage, einen deutlichen Leistungsverlust dar. Diese Leckagen treten insbesondere im Bereich des Steuerventils zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung und im Bereich des Steuerraums auf, in dem ein mit der Düsennadel in Wirkverbindung stehender Düsenkörper axialbeweglich gelagert ist. Eine Leckagestelle bildet hierbei die Düsennadelführung, deren Dichtspalt ständig dem Druckgefälle zwischen Raildruck und Leckagedruck ausgesetzt ist. Bei den bekannten Einspritzventilen wurde versucht, die Dauerleckage durch Verkleinerung der Dichtspalte zu verringern.

### Stand der Technik

[0005] Aus der EP 1 036 931 A2 ist ein druckgesteuerter Injektor bekannt, bei dem eine Hubsteuerung in Form einer Druckbeaufschlagung bzw. Entlastung eines die Düsennadel in Schließrichtung beaufschlagenden Steuerraum vorgesehen ist. Das Steuerventil dieses Injektors weist an seinem unteren Ende einen Druckausgleichsraum auf, besteht aus einem Kolben mit Stufen und ist mehrteilig aufgebaut. Das Erzeugen des Drucks im Steuerraum bzw. die Druckerhöhung im Steuerraum und das Aufheben des Drucks im Steuerraum bzw. die Druckabsenkung im Steuerraum geschieht dadurch, dass der Steuerraum mit

der vom Hochdruckspeicher kommenden Hochdruckleitung verbunden wird bzw. davon getrennt wird.

[0006] Aus der US 5,397,055 A ist ein Einspritzventil für die Einspritzung von Kraftstoff in eine Verbrennungskraftmaschine bekannt, mit einem Steuerventil zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung und mit einem Steuerraum, in dem ein axial beweglicher und über eine Feder vorgespannter Düsenkörper angeordnet ist, der mit einer Düsennadel in Wirkverbindung steht. Die Düsennadel gibt bei der Bewegung des Düsenkörpers Einspritzbohrungen frei oder verschließt diese, wobei über das Steuerventil der Druck in dem Steuerraum beeinflussbar ist und wobei das Steuerventil und der Steuerraum so miteinander gekoppelt sind, dass das Schließen des Steuerventils eine Druckerhöhung im Steuerraum bewirkt und das Öffnen des Steuerventils eine Druckabsenkung im Steuerraum bewirkt.

### Aufgabenstellung

[0007] Davon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Einspritzventil für die Einspritzung von Kraftstoff in eine Verbrennungskraftmaschine bereitzustellen, mit welchem das Öffnen und Schließen einfacher und schneller erfolgen kann und darüber hinaus die damit verbundenen Dauer- und Schallleckagen weitestgehend minimiert werden können.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im Patentanspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

[0009] Vorteilhafte Ausgestaltungen des Einspritzventils werden in den Unteransprüchen beschrieben.

[0010] Durch die erfindungsgemäße Druckregulierung des Drucks im Steuerraum mit Hilfe des Stufenkolbens ist es möglich, einerseits den Schließvorgang der Düsennadel durch Druckbeaufschlagung zu beschleunigen und andererseits sicherzustellen, daß das Öffnen der Düsennadel nur gegen die Vorspannkraft der den Düsenkörper belastenden Feder erfolgt.

[0011] Da der Druck im Steuerraum nur zum Schließen der Düsennadel anliegt, nachfolgend bei geöffnetem Steuerventil aber wieder ganz abgebaut wird, ist es möglich, Dauerleckagen so gut wie ganz abzubauen und das Auftreten von Schallleckagen stark zu verringern.

### Ausführungsbeispiel

[0012] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der zugehörigen Zeichnung, in der zwei Ausführungsbeispiele eines erfindungsgemäßen Einspritzventils schematisch dargestellt sind. In der Zeichnung zeigt:

[0013] **Fig. 1** einen Längsschnitt durch eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Ein-

spritzventils und

[0014] **Fig. 2** einen Längsschnitt durch eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Einspritzventils.

[0015] Wie aus den Abbildungen ersichtlich, wird der Kraftstoff mit Systemdruck von einem nicht dargestellten Hochdruckspeicher über eine Hochdruckbohrung **1** dem Einspritzventilgehäuse **2** zugeführt.

[0016] Im Einspritzventilgehäuse **2** ist ein Steuerventil **3** angeordnet, über das der dem Einspritzventilgehäuse **2** zugeführte Kraftstoff mittels einer Leitung **4** einer Düsendruckkammer **5** zuführbar ist. In der Düsendruckkammer **5** wirkt der vorliegende Druck den vorderen Bereich eines axial beweglich im Einspritzventilgehäuse **2** gelagerten und geführten Düsenkörpers **6**, der dazu dient, mit einer am vordersten Ende angeordneten Düsenadel **7** Einspritzbohrungen **8** im Einspritzventilgehäuse **2** zu öffnen und zu schließen, die zum Brennraum eines Verbrennungsmotors führen.

[0017] Die Einspritzbohrungen **8** stehen somit bei geöffnetem Einspritzventil mit der Düsendruckkammer **5** in Verbindung, die ihrerseits über die Leitung **4**, das Steuerventil **3** und die Hochdruckbohrung **1** mit dem Hochdruckspeicher verbunden ist.

[0018] Das Steuerventil **3** dient als Schaltorgan zwischen dem Betriebsdruck (Raildruck) in einer Ventilkammer **9** des Steuerventils **3** und der Düsendruckkammer **5**. In der geschlossenen Stellung sitzt das Steuerventil **3** durch die Wirkung des Raildrucks und der Vorspannkraft einer Feder **10** abdichtend auf einem Ventilsitz **11**. Das Steuerventil **3** schaltet über einen Stößel **12**, der von einem durch den Pfeil **13** nur angedeuteten Aktor angesteuert wird.

[0019] Das Ansteuern des Stößels **12** führt ausgehend von der in den Abbildungen dargestellten geschlossenen Stellung der Steuerventile **3** dazu, daß die Steuerventile **3** gegen den Raildruck in der Ventilkammer **9** und die Vorspannkraft der Feder **10** geöffnet werden. Beim Öffnen der Steuerventile **3** pflanzt sich der Raildruck in eine Ringkammer **14** und durch die Leitung **4** bis in die Düsendruckkammer **5** fort.

[0020] Der Raildruck in der Düsendruckkammer **5** bewirkt ein Verschieben des Düsenkörpers **6** entgegen der Vorspannkraft einer in einem Steuerraum **15** angeordneten, den Düsenkörper **6** belastenden Feder **16**, so daß die Düsenadel **7** die Einspritzbohrungen **8** freigibt und das Einspritzen von Kraftstoff in die Brennkammer des Verbrennungsmotors ermöglicht.

[0021] Um zu ermöglichen, daß das Öffnen des Düsenkörpers **6** nur gegen die Vorspannkraft der Feder **16** erfolgt und nicht auch noch gegen den in dem Steuerraum **15** herrschenden Druck, wird gleichzeitig mit dem Öffnen des Steuerventils **3** und somit der Einleitung des Raildrucks in die Düsendruckkammer **5** der Druck im Steuerraum **15** abgebaut. Zu diesem Zweck weist das Steuerventil **3** einen Druckausgleichsraum **17** auf. Bei den in den Abbildungen **Fig. 1** und **2** dargestellten Ausführungsformen ist der Druckausgleichsraum **17** dadurch ausgebildet, daß

die Steuerventile **3** einen mit Bereichen unterschiedlichen Durchmessers versehenen Stufenkolben **18** aufweisen.

[0022] Bei der in **Fig. 1** dargestellten ersten Ausführungsform erfolgt das Öffnen und Schließen der Düsenadel **7** wie folgt:

Sobald das Steuerventil **3** öffnet, gelangt Kraftstoff unter Raildruck über die Ringkammer **14** und die Leitung **4** in die Düsendruckkammer **5**, wo der Raildruck auf den Düsenkörper **6** wirkt. Da der Durchmesser des  $D_1$  des Stufenkolbens **18** größer ist als der Durchmesser  $D_2$  des Stufenkolbens **18** entspannt sich mit dem Öffnen des Steuerventils **3** gleichzeitig der Druck im Steuerraum **15** sowie einer Kammer **19** des Steuerventils **3**, so daß dem Öffnen der Düsenadel **7** ausschließlich die Vorspannkraft der im Steuerraum **15** angeordneten Feder **16** entgegenwirkt.

[0023] Das Schließen des Steuerventils **3** erfolgt durch Absteuern des Aktors, wodurch das Steuerventil **3** unter der Vorspannkraft der Feder **10** schließt. Die Verschiebung des Stufenkolbens **18** bewirkt dabei einen Druckaufbau in der Kammer **19** sowie im Steuerraum **15**. Da gleichzeitig mit dem Schließen des Steuerventils **3** der Raildruck in der Düsendruckkammer **5** zusammenbricht, schließt die Düsenadel **7** unter Wirkung der auf den Düsenkörper **6** wirkenden Vorspannkraft der Feder **10** sowie des Drucks im Steuerraum **15**. Der Druckaufbau in der Kammer **19** sowie im Steuerraum **15** wird zusätzlich über ein Ventil **20** geregelt.

[0024] Diese Ausgestaltung stellt somit sicher, daß das Schließen der Düsenadel **7** unter Mitwirkung des zusätzlichen Drucks im Steuerraum **15** schnell und ohne Verzögerung erfolgt, während beim Öffnen der Düsenadel **7** der Druck im Steuerraum **15** abgebaut wird, so daß das Öffnen nur gegen die Vorspannkraft der Feder **10** erfolgt. Die kurzen Schaltzeiten sowie der Umstand, daß der Druck in der Kammer **19** sowie im Steuerraum **15** nicht permanent anliegt sorgen dafür, daß Dauerleckagen nicht auftreten und Schallleckagen weitestgehend minimiert werden.

[0025] Bei der in **Fig. 2** dargestellten zweiten Ausführungsform erfolgt das Öffnen und Schließen der Düsenadel **7** wie folgt:

Sobald das Steuerventil **3** öffnet, gelangt Kraftstoff unter Raildruck über die Ringkammer **14** und die Leitung **4** in die Düsendruckkammer **5**, wo der Raildruck auf den Düsenkörper **6** wirkt. Wie aus **Fig. 2** ersichtlich, ist bei diesem Ausführungsbeispiel der Stufenkolben **18** zweiteilig ausgebildet. Sobald Kraftstoff mit Raildruck in die Leitung **4** strömt, strömt gleichzeitig Kraftstoff mit Raildruck über eine Bohrung **21** zum zweiten Teil des Stufenkolbens **18** und verlagert diesen entgegen der Vorspannkraft einer zusätzlichen Feder **22**. Da der Durchmesser des  $D_1$  des Stufenkolbens **18** größer ist als der Durchmesser  $D_2$  des Stufenkolbens **18** entspannt sich mit dem Öffnen des Steuerventils **3** gleichzeitig der Druck im Steuerraum **15** sowie in der Kammer **19** des Steuerventils **3**, so

daß dem Öffnen der Düsenadel **7** ausschließlich die Vorspannkraft der im Steuerraum **15** angeordneten Feder **16** entgegenwirkt.

[0026] Das Schließen des Steuerventils **3** erfolgt durch Absteuern des Aktors, wodurch das Steuerventil **3** unter der Vorspannkraft der Feder **10** schließt. Die Verschiebung des Stufenkolbens **18** bewirkt dabei einen Druckaufbau in der Kammer **19** sowie im Steuerraum **15**, da gleichzeitig mit dem Schließen des Steuerventils **3** der Raildruck in der Düsendruckkammer **5** sowie über die Bohrung **21** auf den Stufenkolben **18** zusammenbricht. Die Düsenadel **7** schließt somit unter Wirkung der auf den Düsenkörper **6** wirkenden Vorspannkraft der Feder **10** sowie des Drucks im Steuerraum **15**.

[0027] Auch diese Ausgestaltung stellt somit sicher, daß das Schließen der Düsenadel **7** unter Mitwirkung des zusätzlichen Drucks im Steuerraum **15** schnell und ohne Verzögerung erfolgt, während beim Öffnen der Düsenadel **7** der Druck im Steuerraum **15** abgebaut wird, so daß das Öffnen nur gegen die Vorspannkraft der Feder **10** erfolgt. Die kurzen Schaltzeiten sowie der Umstand, daß der Druck in der Kammer **19** sowie im Steuerraum **15** nicht permanent anliegt sorgen dafür, daß Dauerleckagen nicht auftreten und Schallleckagen weitestgehend minimiert werden.

### Patentansprüche

1. Einspritzventil für die Einspritzung von Kraftstoff in eine Verbrennungskraftmaschine, umfassend:

einen Düsenkörper (**6**), der mit einer Düsenadel (**7**) in Wirkverbindung steht, wobei die Düsenadel (**7**) bei einer Bewegung des Düsenkörpers (**6**) Einspritzbohrungen (**8**) freigibt oder schließt, ein Steuerventil (**3**) zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung, einen Steuerraum (**15**), indem der axial bewegliche Düsenkörper (**6**) vorgesehen ist, wobei der Düsenkörper (**6**) von einem Druck im Steuerraum (**15**) in Schließrichtung der Düsenadel (**7**) beaufschlagbar ist, wobei der Druck im Steuerraum (**15**) zum Öffnen der Düsenadel (**7**) durch Öffnen des Steuerventils (**3**) absenkbar und zum Schließen der Düsenadel (**7**) durch Schließen des Steuerventils (**3**) erhöhbar ist,

eine Feder (**16**), die den Düsenkörper (**6**) in Schließrichtung der Düsenadel (**7**) vorspannt, eine Düsendruckkammer (**5**), wobei die Düsenadel (**7**) von dem Druck in der Düsendruckkammer (**5**) in Öffnungsrichtung beaufschlagbar ist, wobei die Düsendruckkammer (**5**) zum Öffnen der Düsenadel (**7**) durch Öffnen des Steuerventils (**3**) mit einer Hochdruckleitung (**1**) verbindbar ist und zum Schließen der Düsenadel (**7**) durch Schließen des Steuerventils (**3**) von der Hochdruckleitung (**1**) trennbar ist,

**dadurch gekennzeichnet,**  
dass das Steuerventil (**3**) mit einem Stufenkolben

(**18**) in Wirkverbindung steht, welcher entsprechend einer Differenzfläche zwischen einem ersten Abschnitt mit einem Durchmesser D1 und einem zweiten Abschnitt mit einem Durchmesser D2 beim Öffnen des Steuerventils (**3**) Kraftstoff aus dem Steuerraum (**15**) herausfördert und beim Schließen des Steuerventils (**3**) Kraftstoff in den Steuerraum (**15**) hineinfördert.

2. Einspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Stufenkolben (**18**) zur Absenkung des Drucks im Steuerraum (**15**) bei geöffnetem Steuerventil (**3**) zumindest einen Druckausgleichsraum (**17**) aufweist.

3. Einspritzventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass beim Öffnen und Schließen des Steuerventils (**3**) eine Verlagerung des Stufenkolbens (**18**) im Druckausgleichsraum (**17**) eine Druckveränderung bewirkt.

4. Einspritzventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Verlagerung des Stufenkolbens (**18**) durch das Steuerventil (**3**) erfolgt, welches über einen Aktor geöffnet und geschlossen werden kann.

5. Einspritzventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Verlagerung des Stufenkolbens (**18**) beaufschlagenden Raumes über eine Bohrung (**21**) mit einer Leitung (**4**) erfolgen kann, die vom Steuerventil (**3**) zur Düsendruckkammer (**5**) verläuft.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

FIG 1

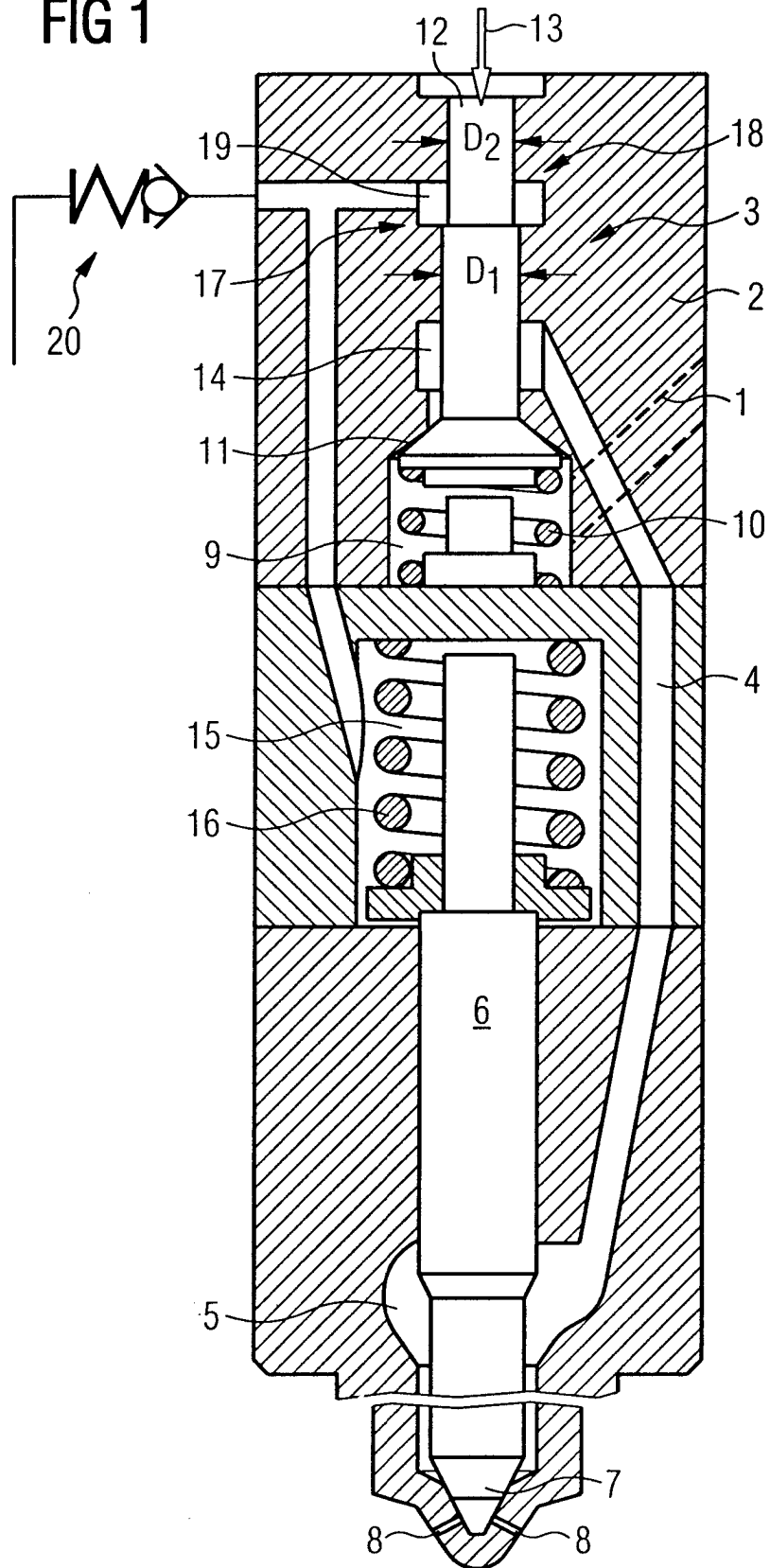


FIG 2

