



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 053 421 A1** 2006.05.11

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 053 421.7**

(22) Anmeldetag: **05.11.2004**

(43) Offenlegungstag: **11.05.2006**

(51) Int Cl.⁸: **F02M 47/02** (2006.01)

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

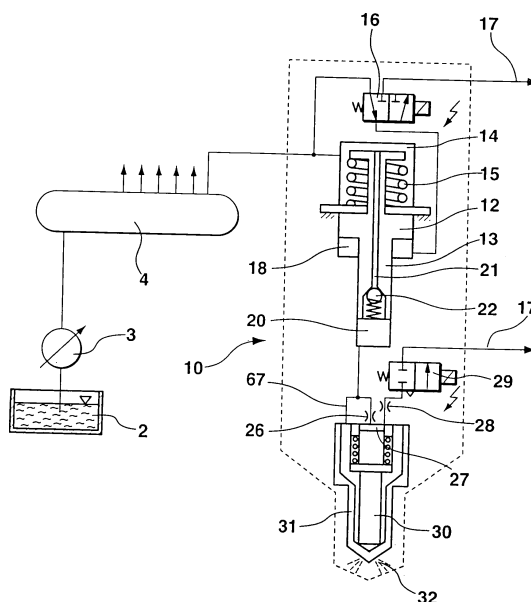
(72) Erfinder:

Buehler, Christoph, 70839 Gerlingen, DE; Frasch, Jürgen, 71088 Holzgerlingen, DE; Butscher, Christoph, 71229 Leonberg, DE; Scheurer, Michael, 70839 Gerlingen, DE; Wehr, Stephan, 37308 Heilbad Heiligenstadt, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Kraftstoffeinspritzvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung (10, 110), die aufweist: eine in einem Düsenkörper (31) verschiebbar geführte Düsennadel (30), die in Abhängigkeit von ihrer Stellung mindestens eine Einspritzöffnung (32) freigibt oder verschließt, wobei an einer der Einspritzöffnung abgewandten Kolbenfläche der Düsennadel ein Steuererraum (27) vorgesehen ist, dem Kraftstoff unter Druck über eine Zulaufdrossel (26) zuführbar ist und aus dem, durch ein Steuerventil (50) gesteuert, über eine Ablaufdrossel (28) Kraftstoff abführbar ist, wobei im Betrieb die Stellung der Düsennadel (30) durch eine Druckdifferenz zwischen dem Druck in dem Steuererraum und dem Druck des Kraftstoffs an dem der Einspritzöffnung zugewandten Ende der Düsennadel gesteuert wird, ist dadurch gekennzeichnet, dass die Düsennadel (30) mindestens auf einem Teil ihrer Länge im Betrieb von Kraftstoff unter hohem Druck umgeben ist, derart, dass lediglich in den Bereichen der Düsennadel nahe der Einspritzöffnung (32) und im Steuererraum (27) ein vom hohen Kraftstoffdruck abweichender niedrigerer Druck auftreten kann.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 ist aus der DE 199 10 970 A1, **Fig. 6**, bekannt. Bei dieser bekannten Vorrichtung ist ein auf Leckagedruck liegender Raum in einem Bereich der Düsennadel zwischen dem Steuerraum und den Einspritzöffnungen vorhanden. Es tritt in den Zeiten, in denen keinerlei Einspritzung erfolgt, ein Leckageverlust in den genannten Raum hinein auf. Diese Leckage dient nicht der Funktion der Einspritzvorrichtung.

Aufgabenstellung

[0002] Da mit der Leckage ein Energieverbrauch verbunden ist, ist es Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung der eingangs geschilderten Art zu schaffen, bei der Leckage gegenüber dem Bekannten verringert ist.

Vorteile der Erfindung

[0003] Ein Vorteil der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 1 besteht darin, dass im Bereich der Düsennadel eine Leckage praktisch nur zu den Zeiten auftritt, in denen die Düsennadel zum Einspritzen geöffnet ist. Lediglich bei geöffnetem Steuerventil tritt eine Leckage entlang der durch eine Feder vorgespannten Steuerraumhülse, die den Steuerraum seitlich begrenzt, in Richtung zum Steuerraum hin auf. Dagegen tritt keine oder eine nur kleine Leckage auf, wenn das Einspritzventil geschlossen ist. Im Beispiel tritt eine solche Leckage entlang dem Führungsdurchmesser der Ventildadel eines Magnetventils auf.

[0004] Hier nicht betrachtet werden Leckagen, die beispielsweise in Folge eines Aufbaus der gesamten Einspritzvorrichtung aus scheibenförmigen Elementen, die aufeinander gestapelt und in ihrer Längsrichtung zusammengepresst sind, an der Berührungsfläche dieser Elemente auftreten. Diese Art von Leckage kann durch die Erfindung nicht verhindert werden.

[0005] Bei der Vorrichtung nach Anspruch 2 ist von Vorteil, dass der Druck durch den Druckverstärker gegenüber dem bereits recht hohen Druck, den ein Druckspeicher (Common Rail) zur Verfügung stellt, unmittelbar an der Einspritzvorrichtung vergrößert werden kann. Es ergibt sich hierdurch eine Einheit von Druckverstärker und Einspritzventil, die es erlaubt, durch die Kombination des Druckverlaufs, den der Druckverstärker zur Speisung des Einspritzventils zur Verfügung stellt, und die Kombination der Steuerung der Düsennadel durch das Steuerventil

besondere Möglichkeiten der Steuerung der Kraftstoffzufuhr zu einem Verbrennungsmotor zu schaffen.

[0006] Bei der Ausführungsform nach Anspruch 3 ist von Vorteil, dass wegen der engen Nachbarschaft des Steuerventils zur Düse (Düsennadel) kurze Steuerzeiten möglich sind, weil keine große Masse von Kraftstoff (Steuermenge) aus dem Steuerventil abgeführt werden muss. Außerdem ist der Aufbau einfach und kostengünstig.

[0007] Bei der Vorrichtung nach Anspruch 4 ist von Vorteil, dass die Vorrichtung beim Einbau in eine Verbrennungskraftmaschine keinen separat von Hand herzustellenden Anschluss an eine Leckageleitung benötigt, denn durch die Aussparungen in der Hülse (im Beispiel eine Düsenspannmutter) fließt die Leckage aus der erfindungsgemäßen Vorrichtung im eingebauten Zustand in einen Kanal im Motorgehäuse oder einem Zylinderkopfdeckel ab, der zur Abfuhr von Leckage vorgesehen ist und im betriebsbereiten Kraftfahrzeug mit einer Rückleitung für Leckage zum Kraftstofftank verbunden sind. Dabei kann die Anordnung von einer oder mehreren Aussparungen in der Hülse herstellerseitig so gewählt werden, dass die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Austausch von anderen Einspritzvorrichtungen zu Reparaturzwecken oder auch ohne Änderung am Motor zur Neubestückung bei diesem Motor verwendet werden kann.

[0008] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der Beschreibung, der Zeichnung und den Ansprüchen entnehmbar.

Ausführungsbeispiel

Zeichnung

[0009] Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzvorrichtung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0010] Es zeigen:

[0011] **Fig. 1** eine schematische Darstellung einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit hubgesteuerter Düsennadel, wobei die Vorrichtung aus einem Druckspeicher für Kraftstoff unter hohem Druck (Common Rail) gespeist wird, und der Druck des der Einspritzdüse zugeführten Kraftstoffs noch von einem Druckverstärker vergrößert wird;

[0012] **Fig. 2** einen teilweise abgebrochenen Längsschnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzvorrichtung, die eine erfindungsgemäße Realisierung einer Vorrichtung nach **Fig. 1**, jedoch ohne Druckverstärker, darstellt; und

[0013] [Fig. 3](#) ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung im Längsschnitt mit eingebautem Druckverstärker.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0014] In [Fig. 1](#) wird aus einem Kraftstofftank 2 mittels einer Pumpe 3 ein Hochdruckspeicher 4 (Common Rail) mit Kraftstoff (im Beispiel Dieseldieselkraftstoff) unter hohem Druck gefüllt. Der Druck beträgt typischerweise 1000 bar. Der Druckspeicher 4 ist zur Versorgung von sechs Kraftstoffeinspritzvorrichtungen 10 vorgesehen, von denen lediglich eine gezeigt ist. Bei anderen Ausführungsformen der Erfindung können statt dessen mehr oder weniger solcher Vorrichtungen 10 vorhanden sein. Die Kraftstoffeinspritzvorrichtung 10 weist in ihrem oberen Teil einen hydraulischen Druckverstärker auf, der einen ersten Kolben 12 und einen mit diesem starr verbundenen zweiten Kolben 13 mit kleinerer Kolbenfläche als beim Kolben 12 aufweist. Ein Raum 14 oberhalb des ersten Kolbens 12 steht mit dem Druckspeicher 4 in Verbindung. Der erste Kolben 12 ist durch eine Druckfeder 15 in seine in [Fig. 1](#) gezeigte obere Stellung vorgespannt. Ein Raum 18 unterhalb des ersten Kolbens 12 ist über ein im Beispiel elektrisch betätigtes Ventil 16 (3/2-Wegeventil) je nach dessen Schaltstellung mit dem Raum 14 (wie in [Fig. 1](#) gezeigt) oder einer Leckageleitung 17 verbunden. Die Unterseite des ersten Kolbens ist kleiner als die Oberseite. Die Differenz der genannten Flächen ist gleich dem Querschnitt des zweiten Kolbens 13. Im Betrieb herrscht im Raum 14 stets der Druck des Druckspeichers 4.

[0015] Im Betrieb wird für die Ausführung einer nach unten gerichteten Bewegung (Druckhub) der Kolben 12 und 13 der Raum 18 über das Ventil 16 mit der Leckageleitung 17 verbunden. Der Kolben 13 erhöht dabei den Druck des Kraftstoffs in einem Kompressionsraum 20 über den Druck im Druckspeicher 4 hinaus im Verhältnis (obere Fläche des Kolbens 12) / (Querschnitt des Kolbens 13). Der genannte erhöhte Druck kann im Beispiel 2000 bar betragen. Der Ausgang des Kompressionsraums 20 ist mit einer hubgesteuerten Einspritzdüse verbunden. Die Kolben 12, 13 werden nach dem Umschalten des Ventils 16 zurück in die in [Fig. 1](#) gezeigte Stellung nur durch die Druckfeder 15 wieder nach oben bewegt. Dabei strömt durch einen zentrischen Kanal 21, der die Kolben durchdringt, Kraftstoff von dem Raum 14 in den Kompressionsraum 20, wobei sich ein Rückschlagventil 22 im Kolben 13 öffnet. Das Rückschlagventil ist beim Druckhub geschlossen. Wenn die Kolben 12, 13 nach oben bewegt werden oder wenn sie nicht bewegt werden, kann Kraftstoff mit dem Druck des Druckspeichers 4 über das Rückschlagventil zur Einspritzdüse gelangen. Diese kann daher je nach den betrieblichen Anforderungen mit Kraftstoff mit unterschiedlichem Druck versorgt werden.

[0016] Kraftstoff aus dem Kompressionsraum 20 wird einer hubgesteuerten Einspritzdüse, zu der ein Steuerventil gehört, zugeführt. Der Kraftstoff gelangt über eine Zulaufdrossel 26 in einen Stellerraum 27 und erhöht den Druck in ihm. Der Stellerraum 27 wird über eine Ablaufdrossel 28 in Abhängigkeit von der Stellung eines Steuerventils 29 entlastet oder auf hohem Druck gehalten, wie dies in [Fig. 1](#) (gesperrtes Steuerventil) gezeigt ist. Eine Düsennadel 30 (oder Ventalnadel) der Einspritzvorrichtung ist in einem Düsenkörper 31 verschiebbar und wird im Bereich einer Druckstufe (das ist eine in Öffnungsrichtung wirkende Kolbenfläche) von dem über eine Leitung 67 zum unteren Ende der Düsennadel 30 geführten Kraftstoffdruck in Öffnungsrichtung beaufschlagt. Die Düsennadel greift mit einer oberen Kolbenfläche in den Stellerraum 27 ein. Wenn der Druck in dem Stellerraum 27 genügend niedrig ist, öffnet die Düsennadel 30. Wenn der Druck im Stellerraum 27 daraufhin wieder genügend weit ansteigt, so schließt die Düsennadel.

[0017] In [Fig. 2](#) sind die bereits in [Fig. 1](#) mit Bezugszeichen versehenen Teile weitgehend mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Die Düsennadel 30 (oder Ventalnadel) der Einspritzvorrichtung liegt im dargestellten geschlossenen Zustand mit einer nicht näher bezeichneten Dichtkante an einem Ventilsitz des sie umgebenden Düsenkörpers 31 an. Der bei geschlossener Düsennadel bis zum Ventilsitz vorgedrungene Kraftstoff übt auf die im Bereich des Endes der Düsennadel liegende Druckstufe eine in Öffnungsrichtung wirkende Kraft aus. An dem den Einspritzöffnungen 32 abgewandten Endbereich der Düsennadel 30 ist diese von einer Druckfeder 40 umgeben, die eine Stellerraumhülse 42 gegen die den Einspritzöffnungen 32 zugewandten Fläche einer Drosselplatte 44 presst, so dass hierdurch die seitliche Begrenzung des Stellerraums 27 gebildet wird. In der Drosselplatte 44 sind die Zulaufdrossel 26 und die Ablaufdrossel 28 vorgesehen. Das den Druck in dem Stellerraum 27 steuernde Steuerventil 50 weist ein bewegliches Ventilteil 52 auf, das in der Sperrstellung an einem Ventilsitz 54 dichtend anliegt. Im gesperrten Zustand sperrt das Steuerventil 50 den Abfluss von Kraftstoff aus dem Stellerraum 27 durch die Ablaufdrossel 28 hindurch. Ein Elektromagnet 56, der über elektrische Anschlüsse von außen her mit Schaltenergie versorgt wird, betätigt einen Magnetanker 58. Dieser ist in [Fig. 2](#) im angezogenen Zustand dargestellt, das heißt das bewegliche Ventilteil 54 ist von seinem Ventilsitz abgehoben und der Stellerraum wird entlastet. Der den Magnetanker 58 aufnehmende Raum ist über einen Kanal 59 und eine Druckschwankungen vom genannten Raum fernhaltende Drossel mit der Außenseite eines das Steuerventil aufnehmenden Steuerventilgehäuses 60 verbunden. Dieses liegt an der Oberseite der Drosselplatte 44 an. Das bewegliche Ventilteil 52 des Steuerventils ist in einer Bohrung des Steuerventilgehäuses

verschiebbar und gut dichtend geführt, damit entlang dieser Bohrung möglichst wenig Leckage zum Magnetanker **58** hin auftritt, wenn das Steuerventil geschlossen ist.

[0018] Der Kraftstoff wird über einen Kanal **67** durch die Drosselplatte **44** hindurch in den die Düsennadel **30** umgebenden Raum **68** geleitet und gelangt von dort zur Dichtkante der Düsennadel **30**. Von dem Kanal **67** zweigt eine Leitung zur Zulaufdrossel **26** ab.

[0019] Bei geöffnetem Steuerventil **50** fließt der aus dem Steuerraum **27** abfließende Kraftstoff über einen Kanal **69** zum Steuerventil **50** und von dort über einen Kanal **70** in den Raum **71**, der den in [Fig. 2](#) unteren Endbereich des Steuerventilgehäuses **60** und die Drosselplatte **44** sowie das Steuerventilgehäuse **60** fast bis oben umgibt und der zwischen den soeben genannten Teilen und einer die gesamte Anordnung zusammen haltenden Hülse **72** (im Beispiel eine Düsenspannmutter) gebildet ist.

[0020] Da die Ablaufdrossel **28** und der Kanal **69** nicht in der Schnittebene der [Fig. 2](#) liegen, wurden sie zur besseren Darstellung in die Zeichenebene verlegt und wird das bewegliche Ventilteil **52** abgebrochen dargestellt.

[0021] Der Raum **71** geht am oberen Ende in einen dickeren Raum **73** über. Die Hülse **72** ist mit einem Grundkörper **80** verschraubt. In der Hülse **72** sind als Bohrungen ausgebildete Aussparungen **74** vorhanden. Die Aussparungen **74**, die radial nach außen weisen, bilden einen Anschluss für Leckage und abzuführende Steuermengen und im eingebauten Zustand ist mindestens eine Aussparung **74** mit einem innerhalb eines Zylinderkopfdeckels einer Verbrennungskraftmaschine vorgesehenen Kanal zur Abfuhr von Leckage verbunden. Die Aussparungen **74** bilden somit Anschlüsse für die aus dem Raum **71** abzuführende Leckage. Somit sind Teile der Einspritzvorrichtung ständig von Kraftstoff unter Leckagedruck umgeben, das heißt, die Hülse (Düsenspannmutter) ist geflutet. Das obere Ende des Kanals **67** ist mit einem Kanal **83** im Grundkörper **80** in Verbindung. Der Kanal **83** führt zu einem Hochdruckanschluss **84** etwas oberhalb des Endes der Hülse **72**. Der Hochdruckanschluss **84** weist eine kegelförmige Vertiefung auf, in die ein Anschlussstück einer Anschlussleitung abgedichtet eingesetzt und durch Verbindungsmittel befestigt wird. Der Hochdruckanschluss kann mit einer beliebigen geeigneten Quelle von Kraftstoff unter ausreichend hohem Druck verbunden werden. Am Grundkörper **80** sind auch elektrische Anschlüsse **90** für den Elektromagneten **56** vorhanden.

[0022] Von möglicherweise nicht völlig auszuschließender Leckage an den Stellen, an denen die verschiedenen Bauelemente der Einspritzvorrichtung

durch einen in Längsrichtung ausgeübten Druck der Hülse **72** zusammengepresst sind, tritt bei der in [Fig. 2](#) gezeigten Anordnung dann eine unerwünschte Leckage auf, wenn das Steuerventil **50** offen ist und somit Kraftstoff aus dem Steuerraum **27** fließt und dadurch der Druck im Steuerraum **27** kleiner ist als der Druck in dem Raum, in dem sich die Feder **40** und die Steuerraumhülse **42** befindet. Es ist nämlich zu den Zeiten, zu denen das Steuerventil **50** geschlossen (gesperrt) ist, die Düsennadel **30** praktisch auf ihrer gesamten Länge von Kraftstoff unter hohem Druck, wie er dem Kanal **67** zugeführt wird, umgeben. Die Düsennadel **30** ist nicht mit einem auf Leckagedruck liegenden Bereich in Berührung (abgesehen von den Einspritzöffnungen). Bei gesperrtem Steuerventil **50** tritt eine geringe Leckage entlang dem beweglichen Ventilteil **52** zu dessen Antriebsseite hin auf, im Beispiel zum Magnetanker **58** hin.

[0023] Insgesamt ergibt sich bei der Anordnung nach [Fig. 2](#) eine einfache Führung der Leitungen, die einem hohen Kraftstoffdruck ausgesetzt sind. Daher sind hohe Drücke möglich.

[0024] Die in [Fig. 3](#) gezeigte weitere Ausführungsform der Erfindung unterscheidet sich von [Fig. 2](#) durch den Austausch des Grundkörpers **80** durch ein anderes Teil **180**, in dem ein Druckverstärker integriert ist. Von diesem sind in [Fig. 3](#) ein Kompressionskolben **181** und ein Kompressionsraum **181** sichtbar. Der Raum **181** liefert einen vom Druckverstärker gegenüber dem Common-Rail-Druck höheren Druck und ist über einen im Teil **180** vorgesehenen Kanal **183** mit dem oberen Ende des Kanals **67** in Fluidverbindung. Der Hochdruckanschluss zur Verbindung mit einem Druckspeicher **4** ist nicht sichtbar und liegt von dem Steuerventil **50** weiter entfernt als in [Fig. 2](#) im nicht sichtbaren oberen Bereich des Teils **180**. Dort sind auch elektrische Anschlüsse für den Elektromagneten des Steuerventils **50** vorhanden.

[0025] Bei der Anordnung nach [Fig. 3](#) wird noch der zusätzliche Vorteil erreicht, dass wegen des eingebauten und in die gesamte Einspritzvorrichtung integrierten Druckverstärkers ein neuartiger und sehr kompakter Aufbau erzielt wird, durch den auch die Montage der fertigen Einspritzvorrichtung in einem Kraftfahrzeug erleichtert wird.

[0026] Die erfindungsgemäßen Vorrichtungen weisen einen im Vergleich zum Stand der Technik geringeren Verschleiß auf, weil die Düsennadel **30** kürzer ist als bei bekannten Vorrichtungen und daher weniger Reibung auftritt.

[0027] Durch den die Hülse an ihrer Innenseite auf einem Teil ihrer Länge umgebenden Raum **71**, der zum Ableiten von Leckage einschließlich Steuermengen dient, ist es leicht möglich, je nach der Konstruktion von Verbrennungskraftmaschinen, in die die Ein-

spritzvorrichtung eingebaut wird, die Aussparungen **74** an der zu der genannten Motorkonstruktion passenden Stelle anzubringen, ohne sonst irgendwelche Änderungen an der Einspritzvorrichtung vornehmen zu müssen.

[0028] Der Druckverstärker der [Fig. 3](#) ist entsprechend dem Prinzip der [Fig. 1](#) aufgebaut.

[0029] Das Ausführungsbeispiel der [Fig. 3](#) ist bei einem anderen erfindungsgemäßen Beispiel dadurch abgewandelt, dass anstatt des Druckverstärkers eine andere den Druck erhöhende Vorrichtung mit der Hülse **72** verbunden ist. Dies ist bei einem bevorzugten Beispiel eine vom Verbrennungsmotor anzutreibende Hochdruckpumpe.

läuft, derart, dass ein sich in Längsrichtung der Einspritzvorrichtung erstreckender Raum (**71**) gebildet ist, der außen von der Hülse (**72**) begrenzt ist, dass ein Abflusskanal des Steuerventils (**50**) in den Raum (**71**) mündet, und dass die Hülse (**72**) eine ihre Wandung durchsetzende Aussparung (**74**) aufweist, die dazu geeignet ist, beim Einbau in einen Motor mit einem Kanal im Motor für Leckagekraftstoff in Verbindung gebracht zu werden.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzvorrichtung (**10**, **110**), die aufweist:

eine in einem Düsenkörper (**31**) verschiebbar geführte Düsennadel (**30**), die in Abhängigkeit von ihrer Stellung mindestens eine Einspritzöffnung (**32**) freigibt oder verschließt, wobei an einer der Einspritzöffnung abgewandten Kolbenfläche der Düsennadel ein Steuerraum (**27**) vorgesehen ist, dem Kraftstoff unter Druck über eine Zulaufdrossel (**26**) zuführbar ist und aus dem, durch ein Steuerventil (**50**) gesteuert, über eine Ablaufdrossel (**28**) Kraftstoff abführbar ist, wobei im Betrieb die Stellung der Düsennadel (**30**) durch eine Druckdifferenz zwischen dem Druck in dem Steuerraum und dem Druck des Kraftstoffs an dem der Einspritzöffnung zugewandten Ende der Düsennadel gesteuert wird,

dadurch gekennzeichnet, dass die Düsennadel (**30**) mindestens auf einem Teil ihrer Länge im Betrieb von Kraftstoff unter hohem Druck umgeben ist, derart, dass lediglich in den Bereichen der Düsennadel nahe der Einspritzöffnung (**32**) und im Steuerraum (**27**) ein vom hohen Kraftstoffdruck abweichender niedrigerer Druck auftreten kann.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Druckverstärker für den Kraftstoff vorgesehen ist, der vorzugsweise in die Kraftstoffeinspritzvorrichtung eingebaut ist oder an diese angebaut ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuerventil (**50**) in nächster Nähe des Steuerraums (**27**) angeordnet ist.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Hülse (**72**), vorzugsweise eine Düsenspannmutter, welche Teile der Einspritzvorrichtung mit einem Grundkörper (**80**) der Einspritzvorrichtung verbindet, mindestens teilweise in einem Abstand von den von ihr umschlossenen Teilen der Einspritzvorrichtung ver-

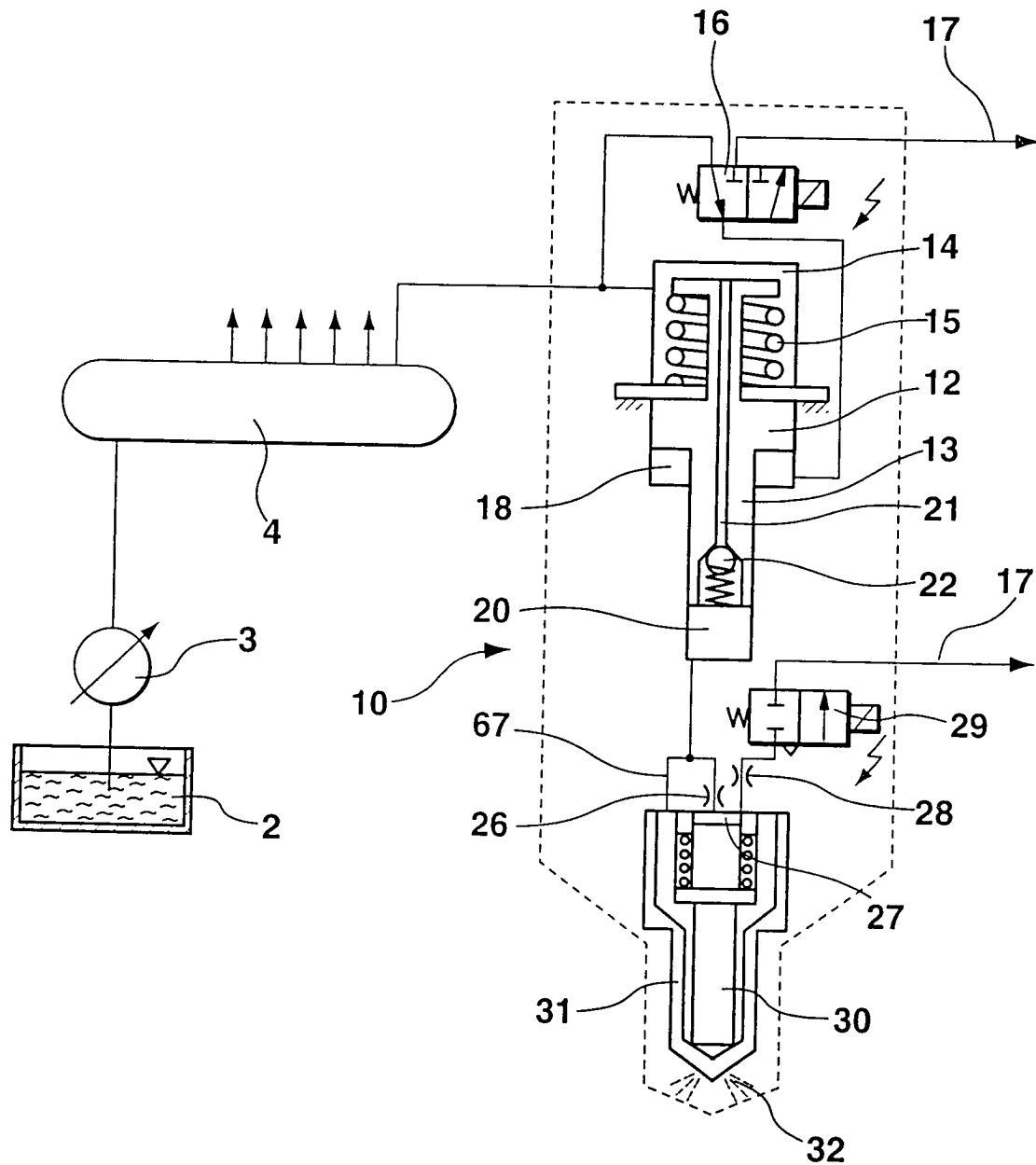


Fig. 1

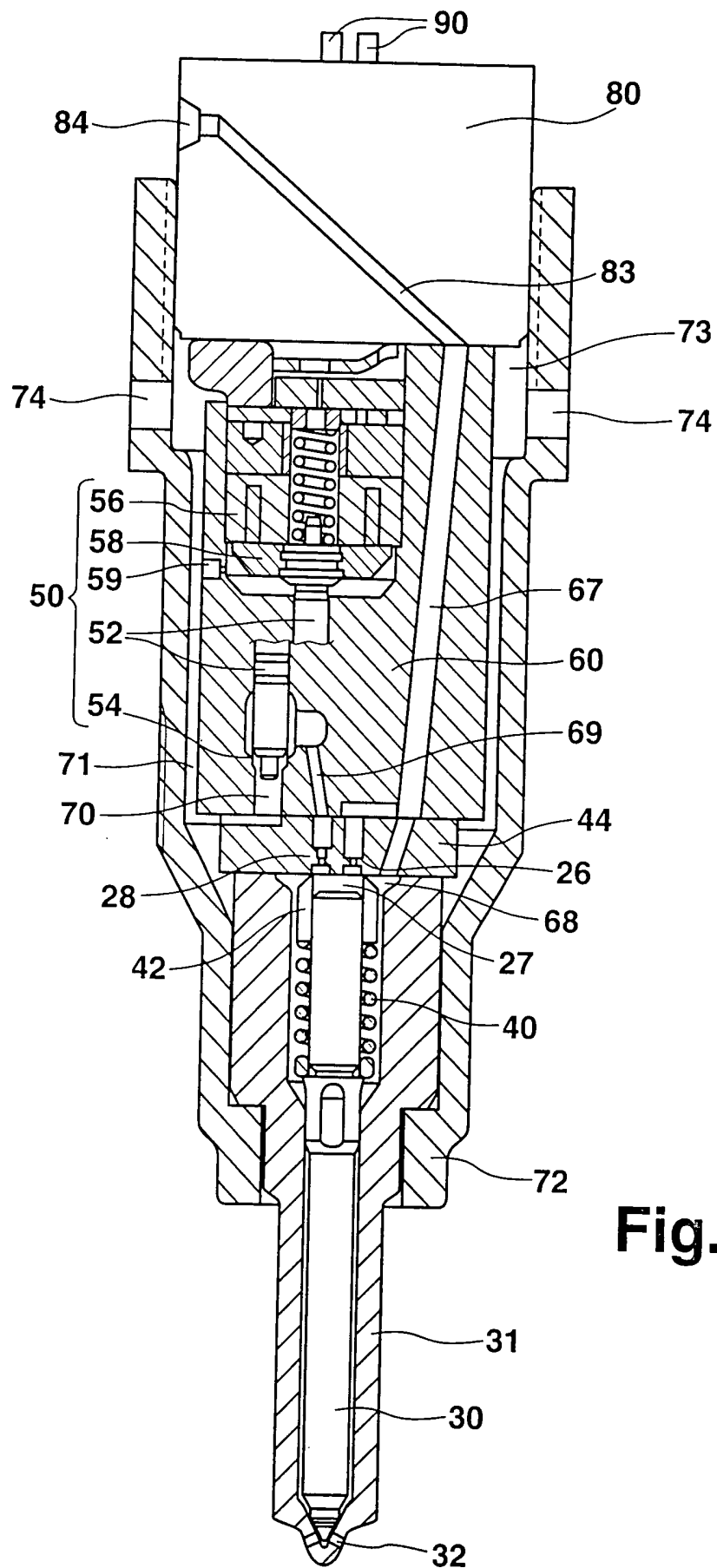


Fig. 2

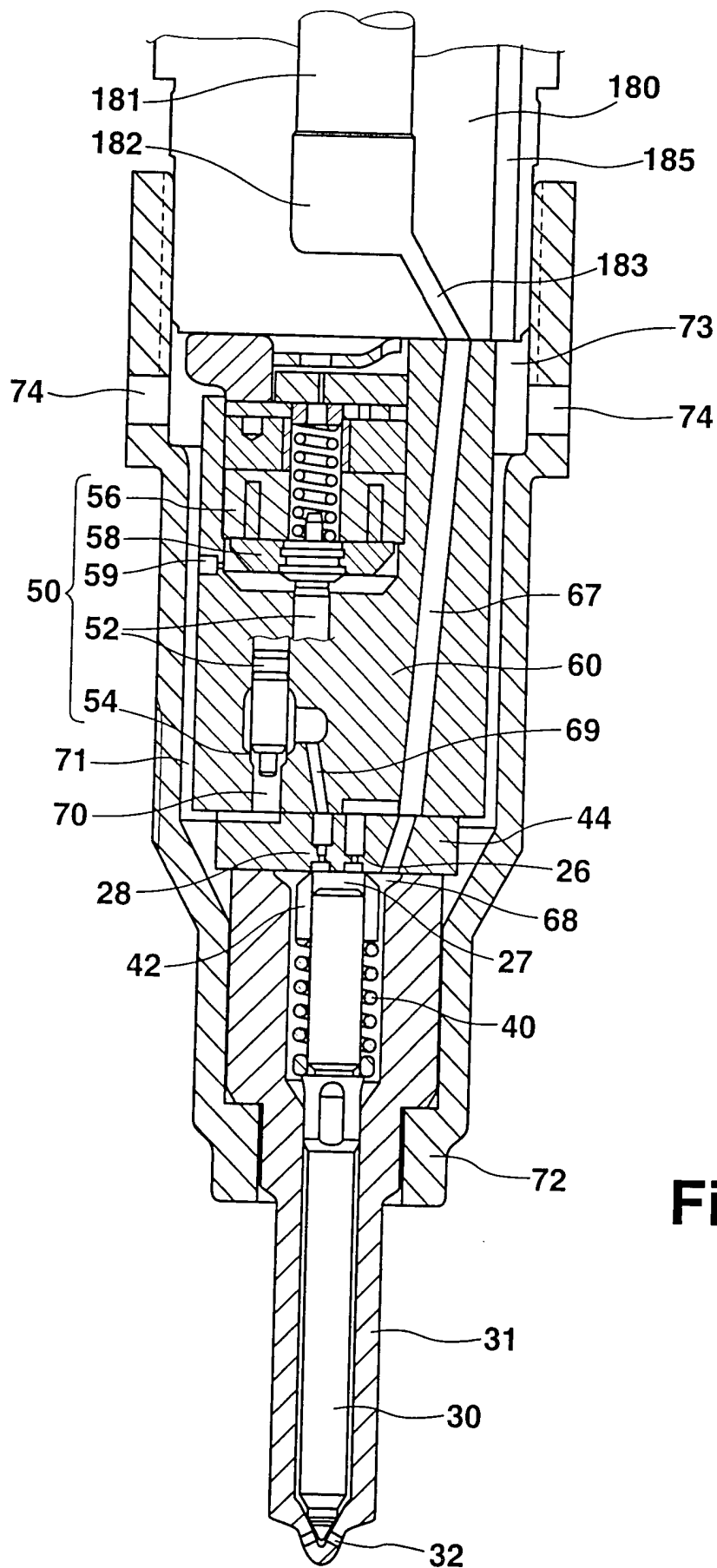


Fig. 3