(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 273 797 A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
08.01.2003 Patentblatt 2003/02

(51) Int Cl.[7]: **F02M 63/00**, F02M 57/02

(21) Anmeldenummer: **02011711.5**

(22) Anmeldetag: **25.05.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **05.07.2001 DE 10132732**

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

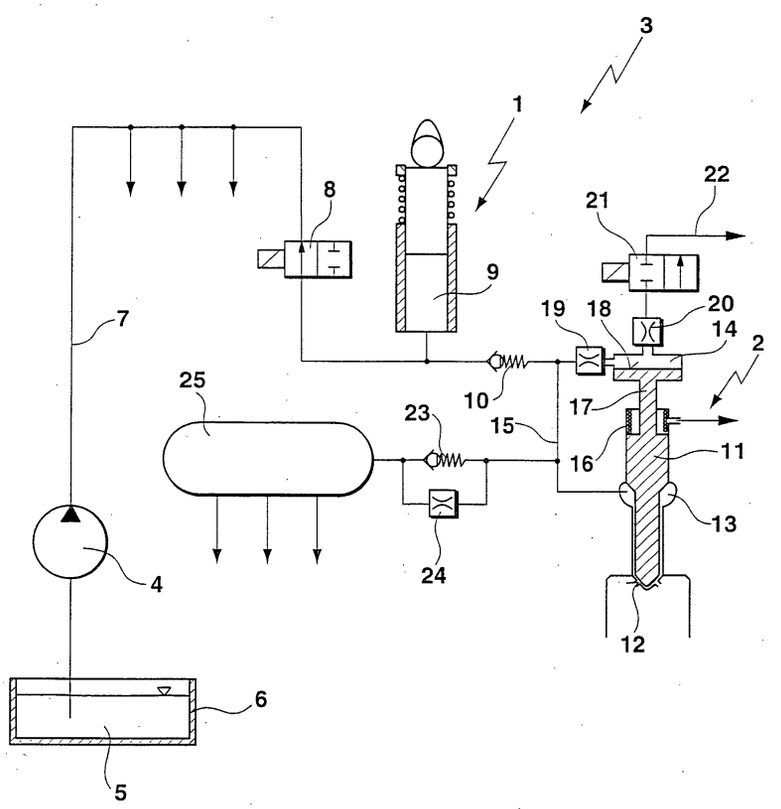
(72) Erfinder: **Magel, Hans-Christoph**
72793 Pfullingen (DE)

(74) Vertreter: **KOHLER SCHMID + PARTNER**
Patentanwälte
Ruppmannstrasse 27
70565 Stuttgart (DE)

(54) Kraftstoffeinspritzeinrichtung

(57) Eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung (3) einer Brennkraftmaschine weist je nach Anzahl der Zylinder mindestens ein lokales jedem Injektor (2) zugeordnetes Pumpenelement (1) einer Pumpe-Düse-Einheit oder eines Pumpe-Leitung-Düse-Systems zur Verdichtung des Kraftstoffs auf. Weiterhin ist ein zentraler Druckspeicher (25) vorgesehen, an den die Injektoren (2) angeschlossen sind.

Fig. 1



EP 1 273 797 A2

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Zum besseren Verständnis der Beschreibung und der Patentansprüche werden nachfolgend einige Begriffe erläutert: Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß der Erfindung kann sowohl hubgesteuert als auch druckgesteuert ausgebildet sein. Im Rahmen der Erfindung wird unter einer hubgesteuerten Kraftstoffeinspritzeinrichtung verstanden, dass das Öffnen und Schließen der Einspritzöffnung mit Hilfe einer verschieblichen Düsennadel aufgrund des hydraulischen Zusammenwirkens der Kraftstoffdrücke in einem Düsenraum und in einem Steuerraum erfolgt. Eine Druckabsenkung innerhalb des Steuerraums bewirkt einen Hub der Düsennadel. Alternativ kann das Auslenken der Düsennadel durch ein Stellglied (Aktor, Aktuator) erfolgen. Bei einer druckgesteuerten Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß der Erfindung wird durch den im Düsenraum eines Injektors herrschenden Kraftstoffdruck die Düsennadel gegen die Wirkung einer Schließkraft (Feder) bewegt, so dass die Einspritzöffnung für eine Einspritzung des Kraftstoffs aus dem Düsenraum in den Zylinder freigegeben wird. Der Druck, mit dem Kraftstoff aus dem Düsenraum in einen Zylinder austritt, wird als Einspritzdruck bezeichnet, während unter einem Systemdruck der Druck verstanden wird, unter dem Kraftstoff innerhalb der Kraftstoffeinspritzeinrichtung zur Verfügung steht bzw. bevorratet ist. Kraftstoffzumessung bedeutet, dem Düsenraum Kraftstoff mittels eines Zumessventils zuzuleiten. Bei einer kombinierten Kraftstoffzumessung wird ein gemeinsames Ventil genutzt, um verschiedene Einspritzdrücke zuzumessen. Bei der Pumpe-Düse-Einheit (PDE) bilden die Einspritzpumpe und der Injektor eine Einheit. Pro Zylinder wird eine derartige Einheit in den Zylinderkopf eingebaut und entweder direkt über einen Stößel oder indirekt über Kipphebel von der Motornockenwelle angetrieben. Das Pumpe Leitung-Düse-System (PLD) arbeitet nach dem gleichen Verfahren. Eine Hochdruckleitung führt hier zum Düsenraum oder Düsenhalter.

[0003] Zur Reduzierung der Emissionen durch einen hohen maximalen Einspritzdruck und einen linearen Druckanstieg werden PDE oder PLD verwendet. Weiterhin hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn der Einspritzdruck von der Drehzahl und Last des Motors unabhängig ist und im Kennfeld variabel eingestellt werden kann. Ebenso ist eine Mehrfacheinspritzung vorteilhaft. Daher kommen Common-Rail-Systeme (CRS) zum Einsatz.

Vorteile der Erfindung

[0004] Zur Kombination der Vorteile einer flexiblen Mehrfacheinspritzung und einer Druckregelung von CRS und den Vorteilen hoher Einspritzdrücke und eines linearen Druckanstiegs einer PDE wird eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Patentanspruch 1 vorgeschlagen. Durch einen Druckspeicher in Verbindung mit einem hubgesteuerten Injektor wird sichergestellt, dass zu jeder Zeit eine Einspritzung stattfinden kann. Dies ist z.B. für die Regeneration von Filter- und Katalysatorsystemen wichtig. Zudem ist die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzeinrichtung in der Lage, eine Voreinspritzung und eine Nacheinspritzung darzustellen. Diese Einspritzungen können dabei außerhalb des Nockenhubs liegen. Für den Druckaufbau werden PDE/PLD-Elemente verwendet, um die Vorteile des hohen Drucks und des linearen Druckaufbaus zu nutzen. Bei der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist der Einspitzdruck regelbar und kann im Kennfeld den Bedürfnissen des Motors angepasst werden. Zur Reduzierung des apparativen Aufbaus kann eine Befüllung des Druckspeichers durch die PDE/PLD-Elemente erreicht werden.

[0005] Wenn die Befüllung des Druckspeichers über das Pumpenelement und eine Drossel erfolgt, tritt eine Verlustmenge auf. Zur Vermeidung der Verlustmenge wird ein Füllventil vorgeschlagen, das während des Druckaufbaus durch die Pumpenelemente (also auch während der Einspritzung) die Verbindung zum Injektor trennt. Nach Beendigung der Förderung der Pumpenelemente wird die Verbindung zum Injektor wieder hergestellt. Die Befüllung des Druckspeichers wird ausschließlich aus der Entspannungsmenge des Injektorvolumens erreicht, welche als Verlustmenge im System auftritt.

[0006] Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Füllventil mit dem bereits im System vorhandenen Rückschlagventil kombiniert wird, so dass der apparative Aufwand nicht unnötig erhöht wird. Grundsätzlich kann das Füllventil auch als separates Ventil ausgeführt werden oder mit einem anderen Ventil des Systems kombiniert und bei Bedarf durch einen Aktor betätigt werden.

Zeichnung

[0007] Sechs Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzeinrichtung sind in der schematischen Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine erste Kraftstoffeinspritzeinrichtung;

Fig. 2 eine zweite Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit einer zusätzlichen Hochdruckpumpe;

Fig.3 eine dritte Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit einem kombinierten Füllventil / Rückschlagventil;

Fig. 4 vierte Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit einem

anderen kombinierten Füllventil / Rückschlagventil;

Fig. 5 fünfte Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit einem anderen kombinierten Füllventil / Rückschlagventil;

Fig. 6 sechste Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit einem anderen kombinierten Füllventil / Rückschlagventil.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0008] Jedem Zylinder ist eine Pumpe-Düse-Einheit (PDE) oder ein Pumpe-Leitung-Düse-System (PLD) zugeordnet. Jede Pumpe-Düse-Einheit setzt sich aus einem Pumpenelement **1** und einem Injektor **2** zusammen. Pro Motorzylinder wird eine Pumpe-Düse-Einheit in einen Zylinderkopf eingebaut. Das Pumpenelement 1 wird entweder direkt über einen Stößel oder indirekt über Kipphebel von einer Motornockenwelle angetrieben. Elektronische Regeleinrichtungen gestatten es, die Menge eingespritzten Kraftstoffs (Einspritzverlauf) gezielt zu beeinflussen. Bei dem in der **Fig. 1** dargestellten ersten Ausführungsbeispiel einer hubgesteuerten Kraftstoffeinspritzeinrichtung **3** fördert eine Niederdruckpumpe **4** Kraftstoff **5** aus einem Vorratstank **6** über eine Förderleitung **7** zu den Pumpenelementen 1. Ein Steuerventil **8** dient der Befüllung eines Pumpenraums **9** der Pumpenelemente. Die Hochdruckerzeugung erfolgt unter Schließen des Steuerventils während des Nockenhubs. Damit beginnt der Druckaufbau und der unter Druck stehende Kraftstoff wird über ein Rückschlagventil **10** zum Injektor **2** geleitet.

[0009] Die Einspritzung erfolgt über eine Kraftstoff-Zumessung mit Hilfe einer in einer Führungsbohrung axial verschiebbaren Düsennadel **11** mit einer konischen Ventildichtfläche **12** an ihrem einen Ende, mit der sie mit einer Ventilsitzfläche am Injektorgehäuse zusammenwirkt. An der Ventilsitzfläche des Injektorgehäuses sind Einspritzöffnungen vorgesehen. Es sind ein Düsenraum **13** und ein Steuerraum **14** ausgebildet. Innerhalb des Düsenraums 13 ist eine in Öffnungsrichtung der Düsennadel **11** weisende Druckfläche dem dort herrschenden Druck ausgesetzt, der über eine Druckleitung **15** dem Düsenraum 13 zugeführt wird. Koaxial zu einer Druckfeder **16** greift ferner an der Düsennadel 11 ein Stößel **17** an, der mit seiner der Ventildichtfläche 12 abgewandten Stirnseite **18** den Steuerraum 14 begrenzt. Der Steuerraum 14 hat vom Kraftstoffdruckanschluß her einen Zulauf mit einer Drossel **19** und einen Ablauf zu einer Druckentlastungsleitung **20**, der durch eine Ventileinheit **21** gesteuert wird. Über den Druck im Steuerraum 14 wird der Stößel 17 in Schließrichtung druckbeaufschlagt. Bei Betätigung der Ventileinheit 21 kann der Druck im Steuerraum 14 abgebaut werden, so dass in der Folge die in Öffnungsrichtung auf die Düsennadel 11 wirkende Druckkraft im Düsenraum 13 die in Schließrichtung auf die Düsennadel 11 wirkenden Druckkraft übersteigt. Die Ventildichtfläche 12 hebt von der Ventilsitzfläche ab und Kraftstoff wird eingespritzt. Dabei lässt sich der Druckentlastungsvorgang des Steuerraums 14 und somit die Hubsteuerung der Düsennadel 11 über die Dimensionierung der ersten Drossel 19 und der zweiten Drossel 20 beeinflussen. Das Ende der Einspritzung wird durch erneutes Betätigen (Schließen) der Ventileinheit 21 eingeleitet, das den Steuerraum 14 wieder von einer Lekkageleitung **22** abkoppelt, so dass sich im Steuerraum 14 wieder ein Druck aufbaut, der die Düsennadel 11 in Schließrichtung bewegen kann.

[0010] Weiterhin ist der Injektor 2 über ein Rückschlagventil **23** und eine Drossel **24** mit einem zentralen für alle Injektoren vorgesehenen Druckspeicher **25** verbunden. Der Druckspeicher 25 wird während der Einspritzung über die Drossel 24 befüllt. Auch die Entspannungsmenge an Kraftstoff, die beim Entspannen des Kraftstoffes im Injektorbereich vom Einspritzdruck auf Raildruck anfällt, wird dem Druckspeicher 25 über die Drossel 24 zugeführt.

[0011] Der Druckspeicher 25 kann den Injektor 2 unabhängig vom Pumpenelement 1 mit Kraftstoff versorgen. Es sind jederzeit eine Einspritzung, eine flexible Mehrfacheinspritzung und eine Einspritzverlaufsformung möglich. Durch eine Variation der Ansteuerzeiten der Ventileinheit 21 und des Steuerventils 8 lässt sich der Einspritzdruckverlauf vielfältig beeinflussen: Beispielsweise ist eine Booteinspritzeinspritzung möglich, indem zunächst in der Bootphase mit Raildruck eingespritzt wird. Dann wird der Druckaufbau im Pumpenraum 8 während der Einspritzung angesteuert und es erfolgt ein Druckaufbau und eine zweite Einspritzphase mit hohem Druck. Ein rechteckförmiger Einspritzverlauf wird erzeugt, indem der Druckaufbau zuerst aktiviert und der Injektor 2 nach erfolgtem Druckaufbau bezüglich der Einspritzung angesteuert wird.

[0012] Weiterhin kann der Einspritzdruck an die Bedürfnisse des Motors angepasst werden. Dies kann auf unterschiedliche Arten geschehen: Bei der Einspritzung bleibt der Injektor nach dem Beginn des Druckaufbaus noch einige Zeit geschlossen. Hierdurch wird ein hoher Druck angestaut, unter dem dann die Einspritzung stattfindet. Jedoch ist dabei keine Bootinjektion mehr möglich. Der Raildruck kann erhöht werden, wodurch ein höherer Grunddruck eingestellt wird. Dies verschiebt die gesamte Einspritzung auf ein höheres Druckniveau, wobei die Möglichkeit einer Einspritzverlaufsformung, z.B. eine Bootinjektion, erhalten bleibt.

[0013] Reicht die Füllmenge über die Drossel 24 für die Befüllung des Druckspeichers 25 nicht aus, so kann ein lokaler Druckspeicher im Injektor 2 oder ein erhöhtes Injektor-/leitungsvolumen verwendet werden, um die Absteuermenge zu erhöhen. Ebenso kann eine separate Hochdruckpumpe 26 (**Fig. 2**) bei einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung **27** vorgesehen sein.

[0014] In den **Fig. 3 bis 6** ist dargestellt, dass an Stelle

der beispielsweise bei der Kraftstoffeinspritzeinrichtung 3 verwendeten Drossel 24 (Fig. 1) ein kombiniertes Füllventil / Rückschlagventil bei einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung ausgebildet sein kann.

[0015] In einer ersten Ausführung dieser Ausbildung zeigt Fig. 3 eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung **28** mit einem Pumpenelement **29,** einem Steuerventil **30** und einem Injektor **31,** vergleichbar der Kraftstoffeinspritzeinrichtung **3**. Der Injektor 31 ist über ein kombiniertes Füllventil / Rückschlagventil **32** mit einem Druckspeicher 33 verbunden. Das Füllventil / Rückschlagventil 32 regelt die Verbindung vom Injektor **31** zum Druckspeicher **33**. Wenn das Pumpenelement nicht arbeitet, befindet sich das Füllventil / Rückschlagventil 32 in einer ersten Schaltstellung. Die Strömungsverbindung vom Pumpenelement zum Injektor ist unterbrochen und der Druckspeicher 33 versorgt den Injektor 31 mit Kraftstoff definierten Drucks.

[0016] Bei Förderung der Pumpenelemente befindet sich das Füllventil / Rückschlagventil 32 in einer zweiten Schaltstellung. Die Strömungsverbindung vom Druckspeicher zum Injektor ist unterbrochen und die Strömungsverbindung vom Pumpenelement zum Injektor 31 geöffnet.

[0017] Das Füllventil / Rückschlagventil 32 weist einen Kugelsitz **34** für das Rückschlagventil auf, der bei Förderung der Pumpe öffnet. Zudem ist eine Schieberdichtung für den Anschluss zum Druckspeicher 33 vorgesehen, die bei geöffnetem Kugelsitz verschlossen ist.

[0018] Fig. 4 zeigt eine weitere Ausführungsform eines kombinierten Füllventil /Rückschlagventils **35** einer Kraftstoffeinspitzeinrichtung **36.** Hier ist das Rückschlagventil als Kegelsitz **37** ausgebildet. Beim Öffnen des Ventilkolbens wird der Flachsitz **38** verschlossen und somit die Verbindung zum Druckspeicher unterbrochen.

[0019] Gemäß Fig. 5 ist ein Füllventil / Rückschlagventil **39** einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung **40** mit einer gemeinsamen Ventilkugel **41** für das Füllventil und das/ Rückschlagventil 39 ausgebildet. Beim Öffnen der Ventilkugel 41 wird der Ventilsitz **42** freigegeben und der Ventilsitz **43** geschlossen.

[0020] Zur Beeinflussung des Druckaufbaus nach Ende der Pumpenelementförderung ist eine Drossel **44** einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung **45** vorgesehen (Fig. 6). Nach Beendigung der Pumpenelementförderung stellt sich ein langsamer Druckabbau ein. Während des Druckabbaus kann eine Nacheinspritzung mit hohem Druck realisiert werden. Die Nacheinspritzung kann außerhalb des Nockenförderbereichs liegen. Damit können Druckspitzen zwischen Haupteinspritzung und Nacheinspritzung vermieden werden, die entstehen, wenn sich die Düsennadel während der Pumpenelementförderung hydraulisch gesteuert aus der geöffneten in die geschlossene Stellung bewegt. Ein Rückschlagventil **46** dient dazu, den Injektor ungedrosselt mit Kraftstoffdruck aus dem Druckspeicher zu versorgen. Das an beliebiger Stelle zwischen Pumpenelement und Injektor platzierbare Rückschlagventil 46 kann auch direkt zwischen dem Druckspeicher und dem Füllventil / Rückschlagventil 39 angeordnet sein. Durch eine Variation der Ansteuerzeiten einer Ventileinheit **47** und eines Steuerventils **48** lässt sich der Einspritzverlauf beeinflussen.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzeinrichtung (3; 27) einer Brennkraftmaschine mit je nach Anzahl der Zylinder mindestem einem lokalen, jedem Injektor (2) zugeordneten Pumpenelement (1) einer Pumpe-Düse-Einheit oder eines Pumpe-Leitung-Düse-Systems zur Verdichtung des Kraftstoffs und mit einem zentralen Druckspeicher (25), an den die Injektoren (2) angeschlossen sind.

2. Hubgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Pumpenelement über eine Druckleitung (15) mit einem Steuerraum (14) und einem Düsenraum (13) des Injektors (2) verbunden ist, und das die Druckleitung (15) an den Druckspeicher (25) angeschlossen ist.

3. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anschlussleitung des Druckspeichers (25) an die Druckleitung (15) ein Rückschlagventil (23) und eine parallel geschaltete Drossel (23) aufweist.

4. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckspeicher (25) aus dem von den Pumpenelementen (1) komprimierten Kraftstoff befüllt wird.

5. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Füllventil (32; 35; 39) zur Verbindung des Injektors mit dem Druckspeicher und mit dem Pumpenelement vorgesehen ist.

6. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Füllventil (32; 35; 39) die Verbindung des Injektors mit dem Druckspeicher während der Förderung des Pumpenelements (1) unterbricht.

7. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Füllventil durch ein kombiniertes Füllventil / Rückschlagventil (32; 35; 39) ausgebildet ist.

8. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das kombinierte

Füllventil / Rückschlagventil (32; 35; 39) in einer ersten Schaltstellung den Injektor mit einem Druckspeicher (25) verbindet und in einer zweiten Schaltstellung den Injektor mit einem Pumpenelement (1) verbindet.

Fig. 1

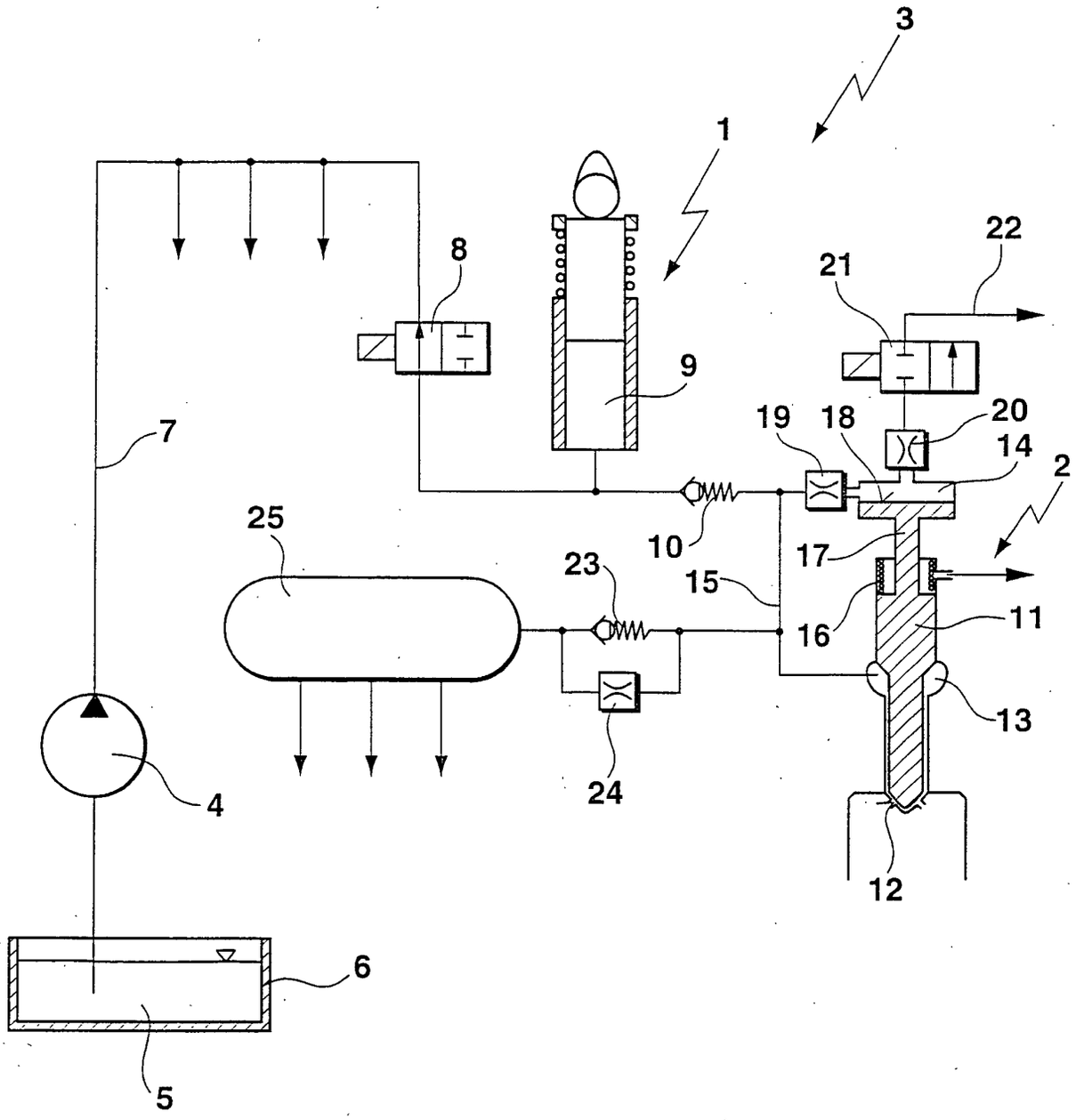


Fig. 2

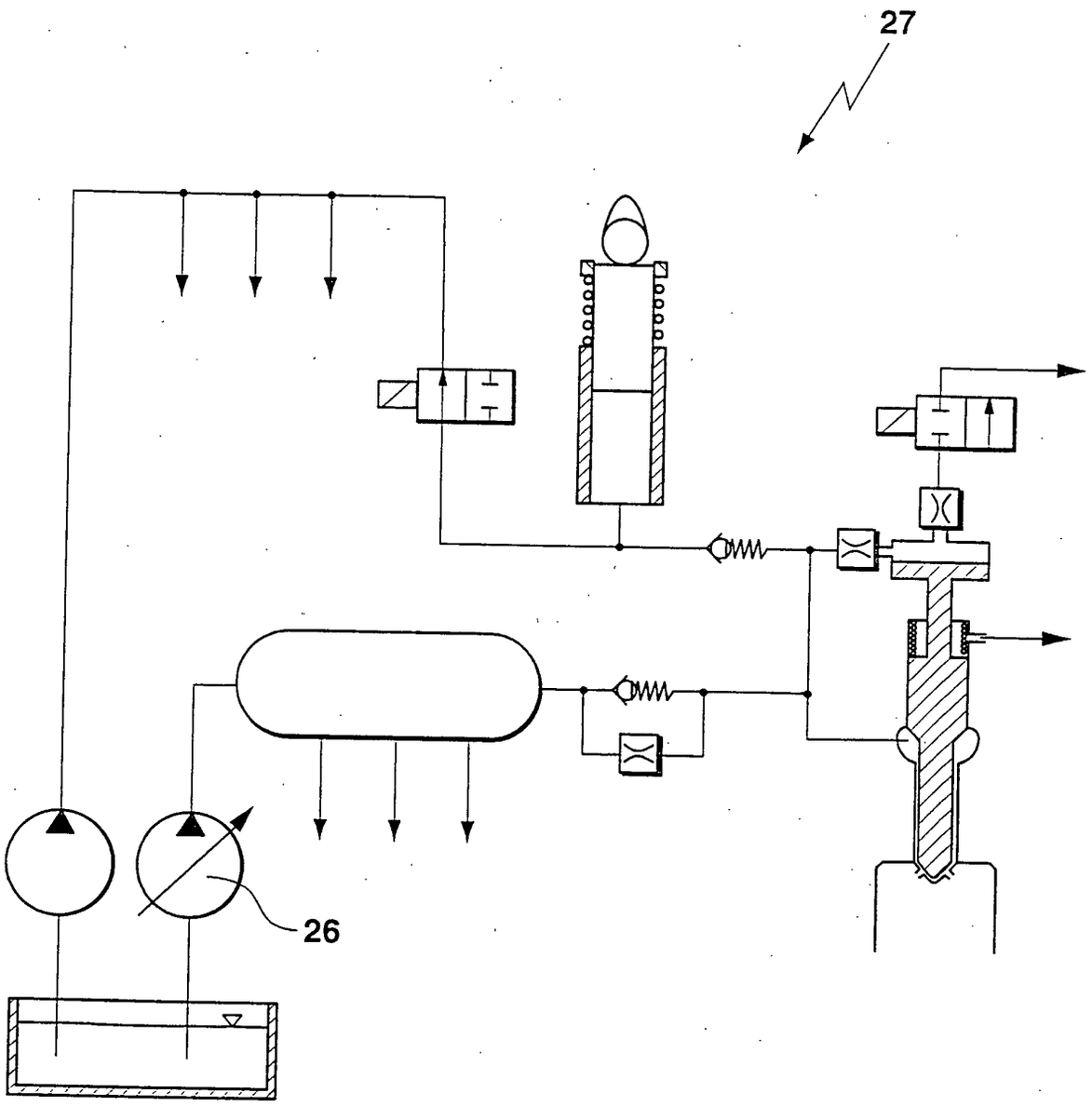


Fig. 3

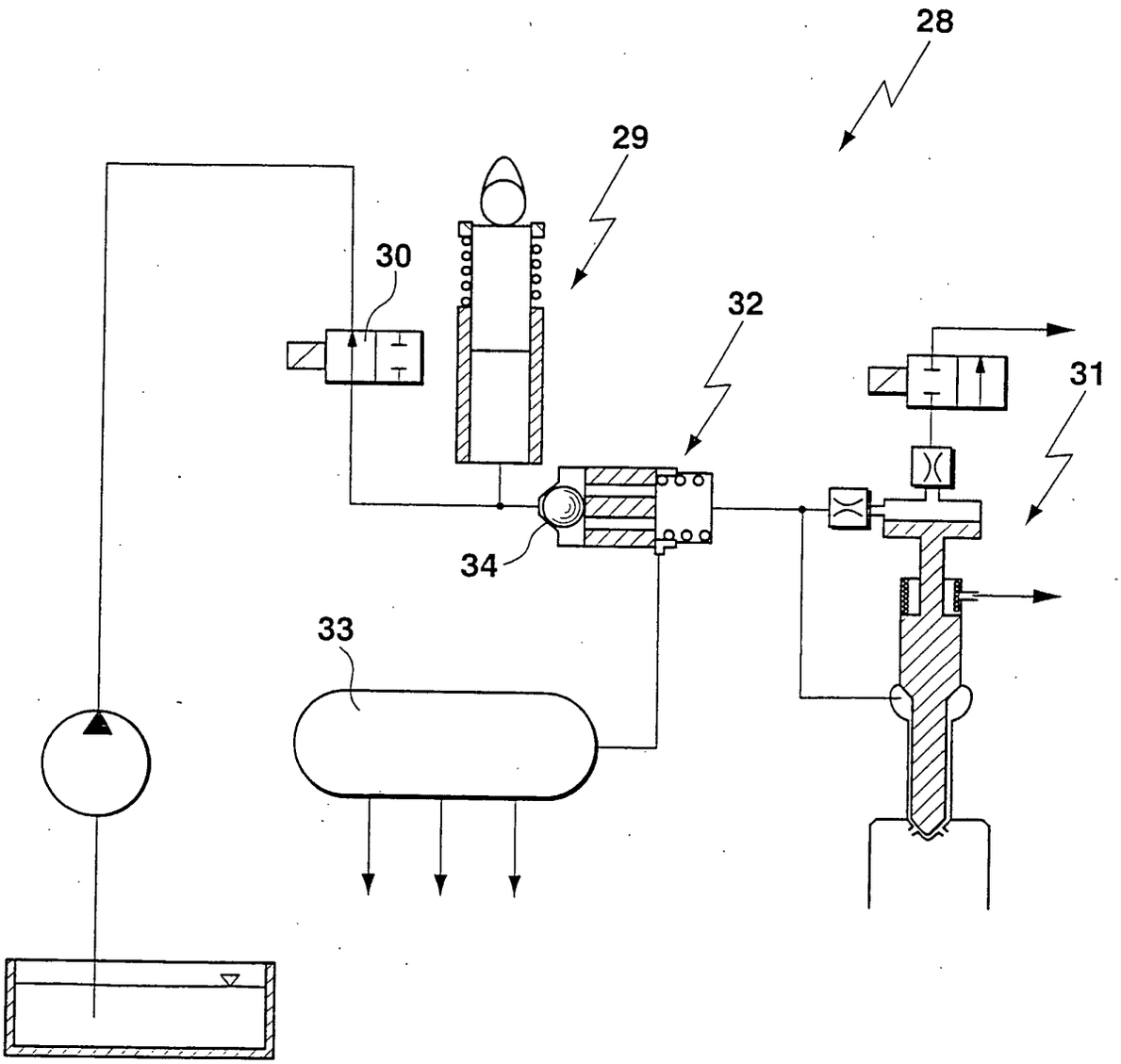


Fig. 4

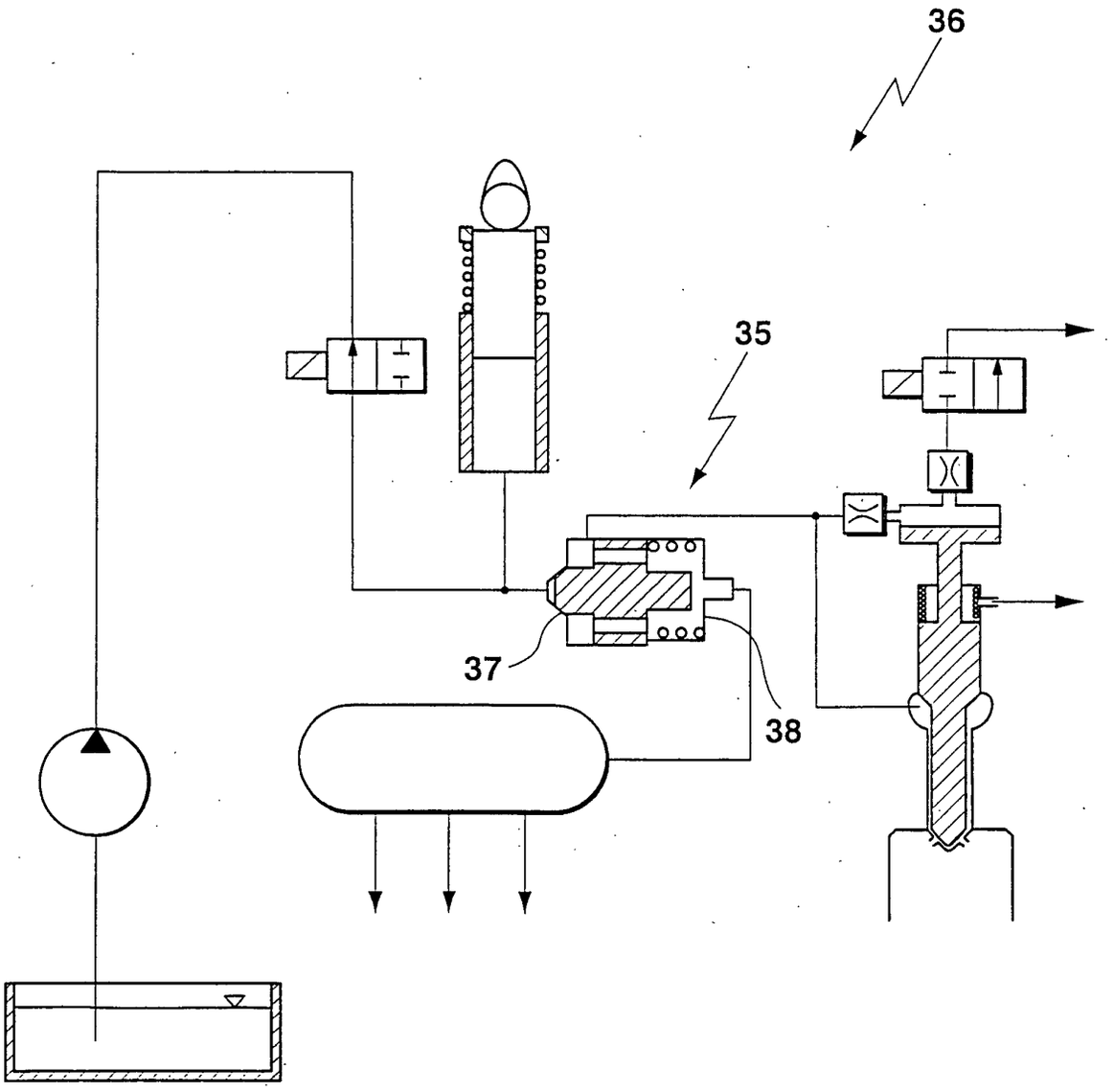


Fig. 5

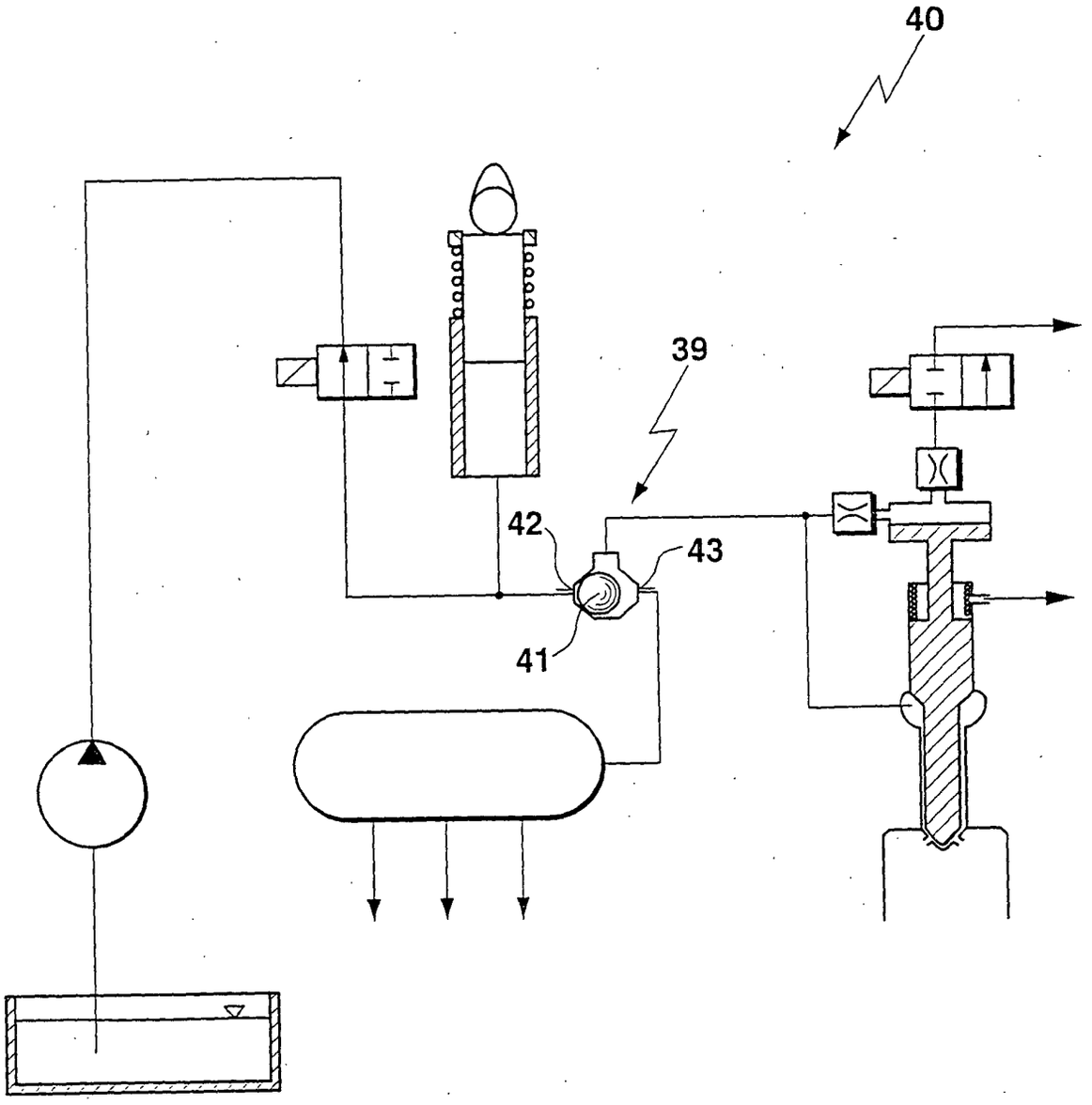
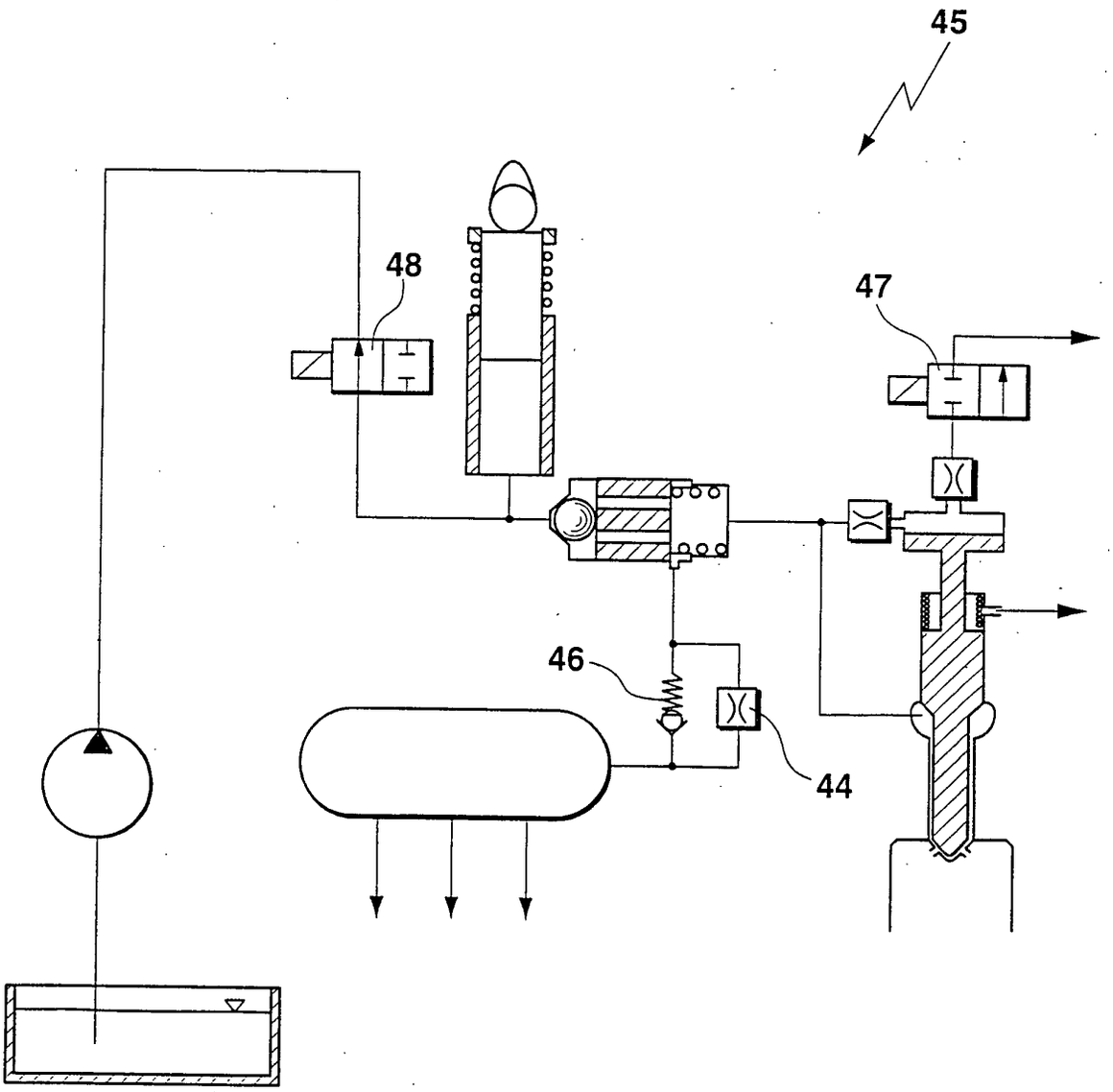



Fig. 6