

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 125 046 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
03.11.2004 Patentblatt 2004/45

(51) Int Cl.7: **F02M 45/00**, F02M 47/02,
F02M 63/00, F02M 63/02,
F02M 59/10, F02M 41/02,
F02M 45/12

(21) Anmeldenummer: **00958196.8**

(22) Anmeldetag: **02.08.2000**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2000/002551

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2001/014711 (01.03.2001 Gazette 2001/09)

(54) **Kraftstoffeinspritzsystem für eine Brennkraftmaschine mit einer Druckübersetzungseinheit**

Fuel injection system for an internal combustion engine with a pressure amplifier

System d'injection de carburant pour un moteur à combustion interne avec un multiplicateur de pression

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE ES FR GB IT LI

(30) Priorität: **20.08.1999 DE 19939422**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.08.2001 Patentblatt 2001/34

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **MAHR, Bernd**
D-73207 Plochingen (DE)

- **KROPP, Martin**
D-70825 Korntal-Muenchingen (DE)
- **MAGEL, Hans-Christoph**
D-72793 Pfullingen (DE)
- **OTTERBACH, Wolfgang**
D-70439 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 691 471 EP-A- 0 711 914
US-A- 5 299 919 US-A- 5 662 087
US-A- 5 878 720

EP 1 125 046 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einem Kraftstoffeinspritzsystem für eine Brennkraftmaschine nach der Gattung des Patentanspruchs 1.

[0002] Ein derartiges Einspritzsystem ist beispielsweise durch die EP 0 711 914 A1 bekanntgeworden.

[0003] Zum besseren Verständnis der nachfolgenden Beschreibung werden zunächst einige Begriffe näher erläutert: Bei einem *druckgesteuerten Kraftstoffeinspritzsystem* wird durch den im Düsenraum eines Injektors herrschenden Kraftstoffdruck ein Ventilkörper (z.B. eine Düsenadel) gegen die Wirkung einer Schließkraft aufgesteuert und so die Einspritzöffnung für eine Einspritzung des Kraftstoffes freigegeben. Der Druck, mit dem Kraftstoff aus dem Düsenraum in den Zylinder austritt, wird als *Einspritzdruck* bezeichnet, während unter einem *Systemdruck* der Druck verstanden wird, unter dem Kraftstoff im Einspritzsystem zur Verfügung steht bzw. bevorratet ist. Unter einem *hubgesteuerten Kraftstoffeinspritzsystem* wird im Rahmen der Erfindung verstanden, daß das Öffnen und Schließen der Einspritzöffnung eines Injektors mit Hilfe eines verschieblichen Ventilieds aufgrund des hydraulischen Zusammenwirkens der Kraftstoffdrücke in einem Düsenraum und in einem Steuerraum erfolgen. Weiterhin ist im folgenden eine Anordnung als zentral bezeichnet, wenn sie gemeinsam für alle Zylinder vorgesehen ist, und als lokal, wenn sie für nur einen einzelnen Zylinder vorgesehen ist.

[0004] Bei dem aus der EP 0 711 914 A1 bekannten druckgesteuerten Kraftstoffeinspritzsystem wird mit Hilfe einer Hochdruckpumpe Kraftstoff auf einen ersten hohen Kraftstoffdruck von etwa 1200 bar komprimiert und in einem ersten Druckspeicher gespeichert. Weiterhin wird der unter Hochdruck stehende Kraftstoff auch in einen zweiten Druckspeicher gefördert, in welchem durch Regelung seiner Kraftstoffzufuhr mittels eines 2/2-Wegventils ein zweiter hoher Kraftstoffdruck von ca. 400 bar aufrechterhalten wird. Über eine Ventilsteuereinheit wird entweder der tiefere oder höhere Kraftstoffdruck in den Düsenraum eines Injektors geleitet. Dort wird durch den Druck ein federbelasteter Ventilkörper von seinem Ventilsitz abgehoben, so daß Kraftstoff aus der Düsenöffnung austreten kann.

[0005] Nachteilig bei diesem bekannten Kraftstoffeinspritzsystem ist, daß zunächst der gesamte Kraftstoff erst auf das höhere Druckniveau komprimiert werden muß, um dann einen Teil des Kraftstoffs wieder auf das tiefere Druckniveau zu entlasten. Außerdem ist die Hochdruckpumpe, da sie von der Nockenwelle des Motors angetrieben wird, dauerhaft im Betrieb und zwar auch dann, wenn der gewünschte Druck im jeweiligen Druckspeicher bereits aufgebaut ist. Diese permanente Hochdruckerzeugung und die nachfolgende Entlastung auf das Niederdruckniveau stehen einem besseren Wir-

kungsgrad entgegen.

[0006] EP 0691471 zeigt ein Einspritzsystem mit einer Druckübersetzungseinheit zwischen der Kraftstoffpumpe und dem Injektor.

Vorteile der Erfindung

[0007] Das erfindungsgemäße Einspritzsystem weist zur Verbesserung des Wirkungsgrads die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 auf. Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, ein höheres Druckniveau mittels einer zentralen Druckübersetzungseinheit zu erzeugen. Die Druckübersetzungseinheit ist, da er unabhängig von der Nockenwelle ist, bei Bedarf gezielt ansteuerbar, wodurch der Hochdruck besser mengenregelbar ist. Da die Druckübersetzungseinheit nicht permanent im Betrieb ist, reduzieren sich entsprechend auch die Verluste durch Reibung.

[0008] Wenn die Hochdruckseite und die Niederdruckseite der zentralen Druckübersetzungseinheit voneinander hydraulisch entkoppelt sind, können für beide Seiten unterschiedliche Betriebsstoffe, z.B. Öl für die Niederdruckseite und Kraftstoff für die Hochdruckseite, verwendet werden.

[0009] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstands der Erfindung sind der Beschreibung, der Zeichnung und den Ansprüchen entnehmbar.

Zeichnung

[0010] Verschiedene Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzsystems mit einer zentralen Druckübersetzungseinheit sind in der Zeichnung schematisch dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein druckgesteuertes Kraftstoffeinspritzsystem für eine Einspritzung mit zwei, unterschiedlich hohen Kraftstoffdrücken, mit einer zentralen Druckübersetzungseinheit zwischen zwei zentralen Druckspeichern und jeweils einer lokalen Ventilanordnung für jeden Injektor;

Fig. 2 das Kraftstoffeinspritzsystem der Fig. 1 mit einer modifizierten lokalen Ventilanordnung;

Fig. 3 das Kraftstoffeinspritzsystem der Fig. 1 mit einer zentralen Verteilereinrichtung für den höheren Kraftstoffdruck und einer modifizierten lokalen Ventilanordnung;

Fig. 4 das Kraftstoffeinspritzsystem der Fig. 3, wobei auch der tiefere Kraftstoffdruck mittels der zentralen Verteilereinrichtung zugemessen wird;

Fig. 5 ein hubgesteuertes Kraftstoffeinspritzsystem.

stem für eine Einspritzung mit zwei, unterschiedlich hohen Kraftstoffdrücken, mit einer zentralen Druckübersetzungseinheit zwischen zwei zentralen Druckspeichern und einer lokalen Ventilanordnung;

- Fig. 6** das Kraftstoffeinspritzsystem der Fig. 5, jedoch mit einer zentralen Verteilereinrichtung für den höheren Kraftstoffdruck;
- Fig. 7** ein druckgesteuertes Kraftstoffeinspritzsystem, bei dem der höhere Kraftstoffdruck mittels einer lokalen Absteuereinheit auf einen tieferen Kraftstoffdruck abgesenkt werden kann;
- Fig. 8** ein der Fig. 7 entsprechendes, allerdings hubgesteuertes Kraftstoffeinspritzsystem;
- Fig. 9** ein druckgesteuertes Kraftstoffeinspritzsystem, bei dem ein höherer Kraftstoffdruck mittels einer lokalen Druckübersetzungseinheit erzeugt werden kann;
- Fig. 10** ein der Fig. 9 entsprechendes, allerdings hubgesteuertes Kraftstoffeinspritzsystem;
- Fig. 11** ein der Fig. 8 entsprechendes hubgesteuertes Kraftstoffeinspritzsystem mit einer modifizierten lokalen Absteuereinheit;
- Fig. 12** ein der Fig. 7 entsprechendes druckgesteuertes Kraftstoffeinspritzsystem, allerdings ohne zweiten Druckspeicher, wobei der jeweilige Kraftstoffdruck mittels einer zentralen Verteilereinrichtung zugemessen wird;
- Fig. 13** verschiedene der Fig. 12 entsprechende druckgesteuerte Kraftstoffeinspritzsysteme, jedoch mit jeweils modifizierter zentraler Druckübersetzungseinheit;
- Fig. 14** ein der Fig. 13c entsprechendes druckgesteuertes Kraftstoffeinspritzsystem mit einer piezoelektrischen Ventileinheit in der zentralen Druckübersetzungseinheit;
- Fig. 15** ein der Fig. 12 entsprechendes druckgesteuertes Einspritzsystem, allerdings ohne Druckspeicher und mit modifizierter zentraler Druckübersetzungseinheit;
- Fig. 16** ein der Fig. 15 entsprechendes Kraftstoffeinspritzsystem, jedoch mit modifizierter zentraler Druckübersetzungseinheit und ohne lokale Absteuereinheit; und
- Fig. 17** ein weiteres druckgesteuertes Kraftstoffeinspritzsystem mit einer zentralen Druckübersetzungseinheit zwischen einem zentralen Druckspeicher und einer zentralen Verteilereinrichtung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0011] Bei dem in **Fig. 1** dargestellten ersten Ausführungsbeispiel eines druckgesteuerten Kraftstoffeinspritzsystems **1** fördert eine mengengeregelte Kraftstoffpumpe **2** Kraftstoff **3** aus einem Vorratstank **4** über eine Förderleitung **5** in einen ersten zentralen Druckspeicher **6** (Common-Rail), von dem mehrere, der Anzahl einzelner Zylinder entsprechende Druckleitungen **7** zu den einzelnen, in den Brennraum **8** der zu versorgenden Brennkraftmaschine ragenden druckgesteuerten Injektoren **9** (Einspritzeinrichtung) abführen. Mit Hilfe der Kraftstoffpumpe **2** wird so ein erster (tieferer) Kraftstoffdruck (z.B. ca. 300 bar) erzeugt und im ersten Druckspeicher **6** (Common Rail) gelagert. Dieser Kraftstoffdruck kann zur Voreinspritzung und bei Bedarf zur Nacheinspritzung (HC-Anreicherung zur Abgasnachbehandlung) sowie zur Darstellung eines Einspritzverlaufs mit Plateau (Bootinjektion) verwendet werden. Dem ersten Druckspeicher **6** ist eine zentrale Druckübersetzungseinheit **10** nachgeordnet, mittels der Kraftstoff aus dem ersten Druckspeicher **6** auf einen zweiten, höheren Kraftstoffdruck für eine Haupteinspritzung komprimiert wird. Der höhere Kraftstoffdruck wird in einem zweiten Druckspeicher **11** (Common Rail) gelagert, von dem ebenfalls mehrere, der Anzahl der Zylinder entsprechende Druckleitungen **12** zu den einzelnen Injektoren **9** abführen. In diesem Druckspeicher **11** kann ein Kraftstoffdruck von ca. 300 bar bis 1800 bar gelagert werden.

[0012] Die Druckübersetzungseinheit **10** umfaßt eine Ventileinheit **13** zur Druckübersetzungsansteuerung, einen Druckübersetzer **14** mit einem Druckmittel **14'** in Form eines verschieblichen Kolbenelements sowie zwei Rückschlagventile **15** und **16**. Das Druckmittel **14'** kann einseitig mit Hilfe der Ventileinheit **13** an den ersten Druckspeicher **6** angeschlossen werden, so daß es durch den in einer Primärkammer **17** befindlichen Kraftstoff einseitig druckbeaufschlagt wird. Ein Differenzraum **18** ist mittels einer Leckageleitung **19** druckentlastet, so daß das Druckmittel **14'** zur Verringerung des Volumens einer Druckkammer **20** in Kompressionsrichtung verschoben werden kann. Dadurch wird der in der Druckkammer **20** befindliche Kraftstoff entsprechend dem Flächenverhältnis von Primärkammer **17** und Druckkammer **20** auf einen zweiten höheren Kraftstoffdruck verdichtet und dem zweiten Druckspeicher **11** zugeführt. Das Rückschlagventil **15** verhindert den Rückfluß von komprimiertem Kraftstoff aus dem zweiten Druckspeicher **11**. Wird die Primärkammer **17** mit Hilfe der Ventileinheit **13** an eine Leckageleitung **21** angeschlossen, so erfolgen die Rückstellung des Druckmittels **14'** und die Wiederbefüllung der Druckkammer **20**, die über das Rückschlagventil **16** an die Druckleitung **7**

angeschlossen ist. Aufgrund der Druckverhältnisse in der Primärkammer 17 und in der Druckkammer 20 öffnet das Rückschlagventil 16, so daß die Druckkammer 20 unter dem ersten Kraftstoffdruck (Raildruck des ersten Druckspeichers 6) steht und das Druckmittel 14' hydraulisch in seine Ausgangsstellung zurückgefahren wird. Zur Verbesserung des Rückstellverhaltens können eine oder mehrere Federn in den Räumen 17, 18 und 20 angeordnet sein. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Ventileinheit 13 lediglich beispielhaft als 3/2-Wege-Ventil dargestellt.

[0013] Eine Kraftstoffzumessung mit entweder dem tieferen oder dem höheren Kraftstoffdruck erfolgt für jeden Zylinder bzw. Injektor 9 getrennt und zwar jeweils über eine lokale Ventilanordnung 22, die im dargestellten Ausführungsbeispiel durch ein 3/2-Wege-Ventil 23 für den tieferen Kraftstoffdruck und ein 2/2-Wege-Ventil 24 für den höheren Kraftstoffdruck gebildet ist. Der jeweils anstehende Druck wird dann über eine Druckleitung 25 in einen Düsenraum 26 des Injektors 9 geleitet. Die Einspritzung erfolgt druckgesteuert mit Hilfe eines in einer Führungsbohrung axial verschiebbaren kolbenförmigen Ventilglieds 27 (Düsennadel), dessen konische Ventildichtfläche 28 mit einer Ventilsitzfläche am Injektorgehäuse 29 zusammenwirkt und so die dort vorgesehenen Einspritzöffnungen 30 verschließt. Innerhalb des Düsenraums 26 ist eine in Öffnungsrichtung des Ventilglieds 27 weisende Druckfläche des Ventilglieds 27 dem dort herrschenden Druck ausgesetzt, wobei sich der Düsenraum 26 über einen Ringspalt zwischen dem Ventilglied 27 und der Führungsbohrung bis an die Ventildichtfläche 28 des Injektors 9 fortsetzt. Durch den im Düsenraum 26 herrschenden Druck wird das die Einspritzöffnungen 29 abdichtende Ventilglied 27 gegen die Wirkung einer Schließkraft (Schließfeder 31) aufgesteuert, wobei der Federraum 32 mittels einer Leckageleitung 33 druckentlastet ist. Die Einspritzung mit dem tieferen Kraftstoffdruck erfolgt bei unbestromtem 2/2-Wege-Ventil 24 durch Bestromen des 3/2-Wege-Ventils 23. Die Einspritzung mit dem höheren Kraftstoffdruck erfolgt bei bestromtem 3/2-Wege-Ventil 23 durch Bestromen des 2/2-Wege-Ventils 24, wobei ein Rückschlagventil 36 einen ungewollten Rücklauf in die Druckleitung 7 verhindert. Am Ende der Einspritzung wird bei unbestromtem 2/2-Wege-Ventil 24 das 3/2-Wege-Ventil 23 auf Leckage 34 geschaltet. Dadurch werden die Druckleitung 25 und der Düsenraum 26 druckentlastet, so daß das federbelastete Ventilglied 27 die Einspritzöffnungen 30 wieder verschließt.

[0014] Die lokale Ventilanordnung 22 kann innerhalb des Injektorgehäuses 29 (Fig. 1a) oder auch, wie in Fig. 1b gezeigt, außerhalb des Injektorgehäuses, z.B. im Bereich der Druckspeicher 6, 11 angeordnet sein. So läßt sich eine kleinere Baugröße des Injektorgehäuses und durch Ausnutzung von Wellenreflexionen in der nun längeren Druckleitung 25 ein erhöhter Einspritzdruck erreichen.

Nachfolgend werden in der Beschreibung zu den weite-

ren Figuren lediglich die Unterschiede zum Kraftstoffeinspritzsystem nach Fig. 1 behandelt. Identische bzw. funktionsgleiche Bauteile sind mit gleichen Bezugsziffern bezeichnet und werden nicht näher erläutert.

[0015] Fig. 2 zeigt eine andere lokale Ventilanordnung 22a, die entweder innerhalb des Injektorgehäuses (Fig. 2a) oder außerhalb des Injektorgehäuses (Fig. 2b) angeordnet sein kann. Diese lokale Ventilanordnung 22a umfaßt ein 2/2-Wege-Ventil 35 als Schaltelement für den höheren Kraftstoffdruck, ein Rückschlagventil 36 in der Druckleitung 7 und zum Schalten des jeweils anstehenden Druckes ein 3/2-Wege-Ventil 37 in der Druckleitung 25. Eine Einspritzung mit dem tieferen Kraftstoffdruck erfolgt bei unbestromtem 2/2-Wege-Ventil 35 durch Bestromen des 3/2-Wege-Ventils 37. Durch Bestromen auch des 2/2-Wege-Ventil 35 kann auf eine Einspritzung mit dem höheren Kraftstoffdruck umgeschaltet werden, wobei das Rückschlagventil 36 einen ungewollten Rücklauf in die Druckleitung 7 verhindert. Am Ende der Einspritzung wird das 3/2-Wege-Ventil 37 auf Leckage 34 zurückgeschaltet.

[0016] In Fig. 3 wird der Kraftstoff aus dem zweiten Druckspeicher 11, gesteuert über eine zentrale Ventileinheit 38 (z.B. ein 3/2-Wegeventil), zentral über eine Verteilereinrichtung 39 auf die einzelnen druckgesteuerten Injektoren verteilt. Die Einspritzung mit dem tieferen Kraftstoffdruck erfolgt bei stromloser Ventileinheit 38 durch Bestromen des allein die lokale Ventilanordnung 22b bildenden 3/2-Wege-Ventils 37. Die Einspritzung mit dem höheren Kraftstoffdruck erfolgt bei unbestromter Ventileinheit 37 und bestromter zentraler Ventileinheit 38 über die Verteilereinrichtung 39. Am Ende dieser Einspritzung wird die zentrale Ventileinheit 38 auf Leckage 40 zurückgeschaltet und damit die Verteilereinrichtung 39 und der Injektor entlastet. Die lokale Ventileinheit 22b kann entweder Teil des Injektorgehäuses sein (Fig. 3a) oder außerhalb des Injektorgehäuses angeordnet sein (Fig. 3b) sein.

[0017] In Fig. 4 ist gezeigt, daß anders als in Fig. 3 auch der tiefere Kraftstoffdruck mittels der Verteilereinrichtung 39 zentral zugemessen werden kann. Die Kraftstoffzumessung mit entweder dem tieferen oder dem höheren Kraftstoffdruck erfolgt hier mittels einer zentral angeordneten Ventilanordnung 41, die entweder die vom ersten Druckspeicher 6 abführende Druckleitung 42 oder die vom zweiten Druckspeicher 11 abführende Druckleitung 43 zu der zentralen Verteilereinrichtung 39 durchschaltet. Die zentrale Ventilanordnung 41 ist analog der lokalen Ventilanordnung 22a (Fig. 2) aufgebaut.

[0018] Anders als beim druckgesteuerten Kraftstoffeinspritzsystem 1 der Fig. 1 erfolgt die Einspritzung bei dem in Fig. 5 gezeigten Kraftstoffeinspritzsystem 50 hubgesteuert mittels hubgesteuerter Injektoren 51, von denen lediglich einer näher dargestellt ist. Ausgehend von dem druckgesteuerten Injektor 9 der Fig. 1 greift bei einem hubgesteuerten Injektor 51 an dem Ventilglied 27 koaxial zu der Ventilsitzfläche 31 ein Druckstück 52 an, das

mit seiner der Ventildichtfläche 28 abgewandten Stirnseite 53 einen Steuerraum 54 begrenzt. Der Steuerraum 54 hat von der Druckleitung 25 her einen Kraftstoffzulauf mit einer ersten Drossel 55 und einen Kraftstoffablauf zu einer Druckentlastungsleitung 56 mit einer zweiten Drossel 57, die durch ein 2/2-Wege-Ventil 58 auf Leckage 59 steuerbar ist. Über den Druck im Steuerraum 54 wird das Druckstück 52 in Schließrichtung druckbeaufschlagt. Unter dem ersten oder zweiten Kraftstoffdruck stehender Kraftstoff füllt ständig den Düsenraum 26 und den Steuerraum 54. Bei Betätigung (Öffnen) des 2/2-Wege-Ventils 58 kann der Druck im Steuerraum 54 abgebaut werden, so daß in der Folge die in Öffnungsrichtung auf das Ventilielglied 27 wirkende Druckkraft im Düsenraum 26 die in Schließrichtung auf das Ventilielglied 27 wirkende Druckkraft übersteigt. Die Ventildichtfläche 28 hebt von der Ventilsitzfläche ab, und Kraftstoff wird eingespritzt. Dabei läßt sich der Druckentlastungsvorgang des Steuerraums 54 und somit die Hubsteuerung des Ventilielglieds 27 über die Dimensionierung der beiden Drosseln 55 und 57 beeinflussen. Das Ende der Einspritzung wird durch erneutes Betätigen (Schließen) des 2/2-Wege-Ventils 58 eingeleitet, das den Steuerraum 54 wieder von der Leckageleitung 59 abkoppelt, so daß sich im Steuerraum 54 erneut ein Druck aufbaut, der das Druckstück 52 in Schließrichtung bewegen kann. Die Umschaltung des Kraftstoffs auf entweder den tieferen oder den höheren Kraftstoffdruck erfolgt für jeden Injektor 51 lokal mittels einer Ventilanordnung 60, die aus einem 2/2-Wege-Ventil 24 und einem einen ungewollten Rücklauf in die Druckleitung 7 verhindernden Rückschlagventil 62 gebildet ist. Die Ventilanordnung kann entweder innerhalb des Injektorgehäuses 61 (Fig. 5a) oder außerhalb (Fig. 5b) angeordnet sein kann. Zum Zumessen des Kraftstoffs wird für beide Drücke das 2/2-Wege-Ventil 58 verwendet.

[0019] In Fig. 6 ist gezeigt, daß anders als in Fig. 5 der höhere Kraftstoffdruck wie in Fig. 3a auch zentral über die Verteilereinrichtung 39 zugemessen werden kann. Bei nicht bestromter zentraler Ventileinheit 38 werden Düsenraum 26 und Steuerraum 54 mit Kraftstoff aus dem ersten Druckspeicher 6 gefüllt, so daß die Kraftstoffeinspritzung mit dem tieferen Kraftstoffdruck erfolgt. Bei bestromter zentraler Ventileinheit 38 wird wegen des Rückschlagventils 63 nur der Düsenraum 26 mit dem zweiten Druckspeicher 11 verbunden, so daß die Kraftstoffeinspritzung mit dem höheren Kraftstoffdruck erfolgt. Zur Einspritzung mit dem tieferen Kraftstoffdruck wird das 2/2-Wegeventil 58 geöffnet. Durch Zuschalten des 3/2-Wegeventils 38 wird der Kraftstoff unter Hochdruck zugemessen, wobei das Öffnen bei dem tieferen Kraftstoffdruck hubgesteuert und bei dem höheren Kraftstoffdruck druckgesteuert erfolgt.

[0020] Fig. 7 zeigt ein druckgesteuertes Einspritzsystem 70, bei dem anders als in Fig. 2 der im ersten Druckspeicher 6 gelagerte Kraftstoff nicht für eine Einspritzung abgeführt wird. Der Kraftstoff aus dem zweiten

Druckspeicher 11 wird über die Druckleitung 12 jedem einzelnen Injektor 9 als höherer Kraftstoffdruck zugeführt, der bei Bedarf mittels einer lokalen Absteuereinheit 71 auf den tieferen Kraftstoffdruck abgesenkt werden kann. Im dargestellten Ausführungsbeispiel umfaßt die Absteuereinheit 71 ein 3/2-Wegeventil 72, um den höheren Kraftstoffdruck entweder durchzuschalten oder dissipativ mittels einer Drossel 73 und eines auf den tieferen Kraftstoffdruck eingestellten und mit einer Leckageleitung 74 verbundenen Druckbegrenzungsventils 75 abzusteuern. Der jeweils anstehende Druck wird dann wie in Fig. 2 über das 3/2-Wegeventil 37 zum Injektor 9 weitergeleitet, wobei ein Rückschlagventil 76 ein Abströmen des höheren Kraftstoffdruckes über das Rückschlagventil 75 verhindert.

[0021] Fig. 8 zeigt ein der Fig. 7 entsprechendes, allerdings hubgesteuertes Einspritzsystem 80, bei dem der Kraftstoff aus dem zweiten Druckspeicher 11 über die lokale Absteuereinheit 71 auf den tieferen Kraftstoffdruck abgesenkt werden kann. Die Einspritzung erfolgt über die hubgesteuerten Injektoren 51.

[0022] Bei dem druckgesteuerten Kraftstoffeinspritzsystem 90 der Fig. 9 wird anders als beim Einspritzsystem 70 (Fig. 7) der im zweiten Druckspeicher 11 gelagerte Kraftstoffdruck als tieferer Kraftstoffdruck genutzt. Aus diesem kann dann bei Bedarf auch ein höherer Kraftstoffdruck mittels eines lokalen Druckübersetzers 91 erzeugt werden, der in einer Bypaßleitung 92 der Druckleitung 12 angeordnet ist. Mittels einer Ventileinheit 93 (3/2-Wegeventil) in der Bypaßleitung 92 kann der lokale Druckübersetzer 91, der analog dem zentralen Druckübersetzer 14 aufgebaut ist, zugeschaltet werden. Die Druckkammer 94 des lokalen Druckübersetzers 91 wird mit Kraftstoff aus dem zweiten Druckspeicher 11 befüllt, wobei ein Rückschlagventil 95 den Rücklauf von komprimiertem Kraftstoff zurück in den zweiten Druckspeicher 11 verhindert. Der Druckübersetzer 91, die Ventileinheit 93 und das Rückschlagventil 95 bilden die lokale Druckübersetzungseinheit 96, die sich im dargestellten Ausführungsbeispiel innerhalb des Injektorgehäuses befindet. Die Kraftstoffzumessung mit dem jeweils anstehenden Kraftstoffdruck erfolgt über das 3/2-Wege-Ventil 37 mittels druckgesteuerter Injektoren 9. Wie Fig. 9b zeigt, kann die Druckkammer 20 der zentralen Druckübersetzungseinheit 10 anstatt wie in Fig. 9a mit Kraftstoff aus dem ersten Druckspeichers 6 auch mit Kraftstoff 3' befüllt werden, den eine mengengeregelte Kraftstoffpumpe 2' über eine Förderleitung 5' aus einem weiteren Vorratstank 4' in die Druckkammer 20 fördert. Da die Hochdruckseite und die Niederdruckseite der zentralen Druckübersetzungseinheit voneinander hydraulisch entkoppelt sind, können für beide Seiten auch unterschiedliche Betriebsstoffe, z.B. Öl für die Niederdruckseite und Kraftstoff für die Hochdruckseite, verwendet werden.

[0023] Das Einspritzsystem 100 der Fig. 10 mit seiner lokalen Druckübersetzungseinheit 96 entspricht dem Einspritzsystem 90 (Fig. 9), allerdings mit hubgesteuer-

ten Injektoren 51. Die Befüllung der zentralen Druckübersetzungseinheit 10 erfolgt entweder mit dem Kraftstoff aus dem ersten Druckspeicher 6 (Fig. 10a) oder mit dem Kraftstoff 3' aus dem weiteren Vorratstank 4' (Fig. 10b).

[0024] Das hubgesteuerte Einspritzsystem 110 der Fig. 11 entspricht dem Einspritzsystem 80 (Fig. 8), allerdings mit einer anders aufgebauten lokalen Absteuereinheit 111. Deren Druckleitung 112 kann mittels eines 3/2-Ventils 113 entweder direkt an den zweiten Druckspeicher 11 angeschlossen oder mit einer ein Druckbegrenzungsventil 114 enthaltenden Leckageleitung 115 verbunden werden. Der Anschluß an den zweiten Druckspeicher 11 dient der Haupteinspritzung und der gleichzeitigen Befüllung eines Akkumulatorraumes 116. Während dieses Anschlusses kann unter höherem Kraftstoffdruck stehender Kraftstoff den Steuerraum 54 und den Düsenraum 26 füllen. Während der Vor- und Nacheinspritzung ist die Druckleitung 112 mit der Leckageleitung 115 durchgängig verbunden. Das Druckbegrenzungsventil 114 öffnet oberhalb eines Druckes von z.B. 300 bar, so daß der aus dem Akkumulatorraum 116 ausströmende Kraftstoff auf diesen tieferen Kraftstoffdruck abgesenkt wird. Start und Ende der Haupteinspritzung sowie der Vor- und Nacheinspritzung können mittels des 2/2-Wege-Ventils 58 gesteuert werden.

[0025] Bei dem in Fig. 12a gezeigten druckgesteuerten Einspritzsystem 120 ohne zweiten Druckspeicher verteilt die zentrale Verteilereinrichtung 39 den mittels der zentralen Druckübersetzungseinheit 10 erzeugten höheren Kraftstoffdruck auf die einzelnen Injektoren 9. Über die bereits oben beschriebene lokale Absteuereinheit 71 kann der höhere Kraftstoffdruck für eine Einspritzung dann entweder durchgeschaltet oder dissipativ auf einen tieferen Kraftstoffdruck abgesenkt werden. Hinter der Verteilereinrichtung 39 ist für jeden Injektor 9 noch eine Rückschlagventilanordnung 122 vorgesehen, die den Kraftstoff in Richtung Injektor 9 über ein erstes Rückschlagventil 123 durchläßt und den Rückfluß von Kraftstoff aus dem Injektor 9 mittels einer Drossel 124 und eines zweiten Rückschlagventils 125 zur Entlastung der Verteilereinrichtung 39 und zum Druckabbau zuläßt.

[0026] Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 12b läßt sich über ein 2/2-Wege-Ventil 126 entweder der höhere Kraftstoffdruck durchschalten oder ein tieferer Kraftstoffdruck über eine Drossel 127 erzeugen, wobei ein Rückschlagventil 128 einen Rückfluß über die Drossel 127 verhindert. Die Teile 126, 127 und 128 bilden die insgesamt mit 129 bezeichnete lokale Druckbegrenzungs- bzw. Drosseleinheit. Anders als in Fig. 1 gezeigt, ist hier die zentrale Druckübersetzungseinheit 10' ohne Rückschlagventil 15 ausgebildet.

[0027] Anders als das Einspritzsystem 120 kommt das druckgesteuerte Einspritzsystem 130 der Fig. 13 vollständig ohne lokale Steuerung aus, da die zentrale Druckübersetzungseinheit 131 mit ihrem Druckübersetzer 132 außer zur Erzeugung des höheren Kraftstoff-

druckes auch für eine Drosselung auf den tieferen Kraftstoffdruck genutzt wird. Dazu ist die Druckkammer 20 über ein auf den tieferen Kraftstoffdruck eingestelltes Druckbegrenzungsventil 133 an eine Leckageleitung 134 angeschlossen, wodurch der Einspritzdruck zunächst auf den tieferen Kraftstoffdruck, z.B. 300 bar, begrenzt ist. Die Verbindung von Druckkammer 20 und Druckbegrenzungsventil 133 wird allerdings bereits nach einer geringen Bewegung des Druckmittels 14' (Druckverstärkerkolben) von diesem verschlossen. Damit steht für den anschließenden Einspritzvorgang der höhere Kraftstoffdruck zur Verfügung. Zur Wiederbefüllung der Druckkammer 20 sind geeignete Rückschlagventile anzuordnen, wobei eine auf das Druckmittel 14' wirkende Federkraft die Befüllung begünstigt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Druckkammer 20 über ein im Druckmittel 14' angeordnetes Rückschlagventil 135 mit der Primärkammer 17 verbunden. Während dabei in Fig. 13a die Einspritzmenge, die mit dem tieferen Kraftstoffdruck eingespritzt wird, konstruktiv vorgegeben ist, kann diese Einspritzmenge, d.h. das Druckniveau der Voreinspritzung und der Verlauf der Haupteinspritzung (Bootinjektion), durch eine zentrale Absteuereinheit 136 (2/2-Wege-Ventil) vor dem Druckbegrenzungsventil 133 gesteuert werden (Fig. 13b). In einer anderen Variante (Fig. 13c) ist die Druckkammer 20 über die Leitung 137 auch direkt mit dem Druckspeicher 6 verbindbar, so daß dessen Kraftstoff für eine Einspritzung mit dem tieferen Kraftstoffdruck zu den druckgesteuerten Injektoren 9 weitergeleitet wird. Dadurch lassen sich die abströmenden Leckagemengen reduzieren. Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 13d ist der Druckspeicher 6 der Fig. 13a ausgelassen und erfolgt der Druckaufbau durch Bestromen eines 2/2-Wege-Ventils 138. Die Hochdruckpumpe 5 kann einen Kraftstoffdruck von ca. 300 bis ca. 1000 bar erzeugen und z. B. eine Nockenpumpe sein. Hochdruckpumpe 5 und 2/2-Wegeventil 138 bilden die Druckeinheit 139. Wie in Fig. 13e gezeigt, läßt sich die Einspritzung - wie in Fig. 13b - durch die Absteuereinheit 136 zusätzlich steuern.

[0028] Das in Fig. 14 dargestellte druckgesteuerte Einspritzsystem 140, das ansonsten dem Einspritzsystem der Fig. 13c entspricht, umfaßt in seiner Druckübersetzungseinheit 141 eine piezoelektrische Ventileinheit 142, deren Ventilquerschnitt mittels eines Piezostellelements (Aktuator, Aktor) gesteuert wird, oder ein schnell schaltendes Magnetventil. Die Piezostellelemente, die einen notwendigen Temperatenausgleich und evtl. eine erforderliche Kraft- bzw. Wegübersetzung besitzen, dienen der Querschnittsteuerung und damit der Formung des Einspritzverlaufs. Es wird eine vollkommen unabhängige Voreinspritzung sowohl in der Zeit und in der Einspritzmenge als auch im Einspritzdruck möglich. Die Haupteinspritzung kann voll flexibel an jeden benötigten Einspritzverlauf angepaßt werden und ermöglicht zusätzlich eine Splitinjektion bzw. eine Nacheinspritzung, die nahezu beliebig nahe an die Haupteinspritzung angelagert werden kann.

[0029] Das auf dem Einspritzsystem der Fig. 12 basierende druckgesteuerte Einspritzsystem **150** der Fig. **15** verwendet jeweils die Druckeinheit 139 zur Erzeugung eines Druckes von ca. 200 bar bis ca. 1000 bar als Betriebsmittel für die zentrale Druckübersetzungseinheit **151**, die allein durch den Druckübersetzer 132 (Fig. 13a) gebildet ist. Die Absenkung auf den tieferen Kraftstoffdruck erfolgt in Fig. 15a mittels der ein Druckbegrenzungsventil aufweisenden lokalen Absteuereinheit 71 (Fig. 7) und in Fig. 15b mittels der lokalen Druckbegrenzungs- bzw. Drosseleinheit 129 (Fig. 12b).

[0030] Das druckgesteuerte Einspritzsystem **160** der Fig. **16** unterscheidet sich von dem der Fig. 13d dadurch, daß der zentrale Druckübersetzer 132 durch eine parallele Bypaßleitung **161** umgangen werden kann und mittels einer Ventileinheit **162** (Fig. 16a) bzw. 162a (Fig. 16b) aktivierbar bzw. deaktivierbar ist. In Fig. 16a ist die Ventileinheit 162 vor dem Druckübersetzer 132 und als 3/2-Wege-Ventil ausgebildet, in Fig. 16b die Ventileinheit 162a hinter dem Druckübersetzer 132 und als 2/2-Wege-Ventil, das über ein Rückschlagventil **163** abgekoppelt ist. Die Teile 132, 161, 162 bzw. 132, 162a, 163 bilden die zentrale Druckübersetzungseinheit **164** bzw. **164a**.

[0031] Bei dem in Fig. **17** gezeigten druckgesteuerten Einspritzsystem **170** wird entweder der im zentralen Druckspeicher 6 gelagerte tiefere Kraftstoffdruck oder der über die zentrale Druckübersetzungseinheit 10' bei Bedarf erzeugte höhere Kraftstoffdruck zentral auf die einzelnen Injektoren 9 verteilt. Die Einspritzung des jeweiligen Kraftstoffdruckes wird über die zentrale Ventileinheit **171** (3/2-Wege-Ventil) gesteuert, die in ihrer Funktion der Ventileinheit 37 (Fig. 2a) entspricht.

[0032] Die in den Figuren gezeigten Ventileinheiten können jeweils von Elektromagneten zum Öffnen oder Schließen bzw. Umschalten betätigt werden. Die Elektromagnete werden von einem Steuergerät angesteuert, das verschiedene Betriebsparameter (Motordrehzahl, ...) der zu versorgenden Brennkraftmaschine überwachen und verarbeiten kann. Anstelle von magnetgesteuerten Ventileinheiten können auch Piezostellelemente (Aktuator, Aktor) verwendet werden, die einen notwendigen Temperatenausgleich und evtl. eine erforderliche Kraft- bzw. Wegübersetzung besitzen.

[0033] Bei einem Kraftstoffeinspritzsystem (1) für eine Brennkraftmaschine, bei dem der mittels einer Hochdruckpumpe (5) geförderte Kraftstoff mit mindestens zwei unterschiedlich hohen Kraftstoffdrücken über Injektoren (9) in den Brennraum (8) der Brennkraftmaschine eingespritzt werden kann, ist zwischen der Hochdruckpumpe (5) und den Injektoren (9) mindestens eine zentrale Druckübersetzungseinheit (10) für alle Injektoren (9) vorgesehen. Die Druckübersetzungseinheit ist bei Bedarf gezielt ansteuerbar, wodurch der unter dem höheren Druck stehende Kraftstoff besser mengenregelbar ist und sich entsprechend auch die Verluste durch Reibung reduzieren lassen.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzsystem (1; 50; 70; 80; 90; 100; 110; 120; 130; 140; 150; 160; 170) für eine Brennkraftmaschine, bei dem der mittels einer Hochdruckpumpe (5) geförderte Kraftstoff mit mindestens zwei unterschiedlich hohen Kraftstoffdrücken über Injektoren (9; 51) in den Brennraum (8) der Brennkraftmaschine eingespritzt werden kann, wobei zwischen der Hochdruckpumpe (5) und den Injektoren (9; 51) mindestens eine Druckübersetzungseinheit (10; 10'; 131; 141; 164; 164a) (9; 51) vorhanden ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Druckübersetzungseinheit zentral für alle Injektoren vorgesehen ist.
2. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** jeder zentralen Druckübersetzungseinheit (10; 10'; 131; 141; 164; 164a) mindestens ein Rückschlagventil (15; 16; 135; 163) zugeordnet ist, das eine Wiederbefüllung der Druckübersetzungseinheit (10; 10'; 131; 141; 164; 164a) ermöglicht und/oder einen höheren Kraftstoffdruck von einem tieferen Kraftstoffdruck abkoppelt.
3. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der zentralen Druckübersetzungseinheit (10; 10'; 131; 141; 164; 164a) eine zentrale Verteilereinrichtung (39) nachgeordnet ist, die den Kraftstoff auf die einzelnen Injektoren (9; 51) verteilt.
4. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der zentralen Druckübersetzungseinheit (10; 10'; 131; 141) ein Druckspeicher (6) vorgeordnet ist.
5. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der zentralen Druckübersetzungseinheit (10) ein Druckspeicher (11) nachgeordnet ist.
6. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** jedem Injektor (9; 51) eine zentrale Ventileinheit (22; 22a; 22b) oder eine lokale Ventileinheit (41; 72; 93; 113; 126) zugeordnet ist, mittels der zwischen den beiden Kraftstoffdrücken umgeschaltet werden kann.
7. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** jedem Injektor (9; 51) mindestens eine lokale Druckübersetzungseinheit (96) zur Erzeugung des höheren Kraftstoffdruckes aus dem tieferen Kraft-

stoffdruck zugeordnet ist.

8. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zentrale Druckübersetzungseinheit (164a) und/oder die lokale Druckübersetzungseinheit (96) einen zu- und abschaltbaren Druckübersetzer (132; 91) aufweist, der parallel zu einer Bypaßleitung (161; 92) angeordnet ist. 5
9. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur Erzeugung des tieferen Kraftstoffdruckes aus dem höheren Kraftstoffdruck eine zentrale Absteuereinheit (136) und/oder eine lokale Absteuereinheit (71; 111) vorgesehen ist. 10
10. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur Erzeugung des tieferen Kraftstoffdruckes der Querschnitt einer Ventileinheit (142) steuerbar ist. 15
11. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Injektoren (9) für eine Drucksteuerung ausgebildet sind. 20
12. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Injektoren (51) für eine Hubsteuerung ausgebildet sind. 25
13. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Hochdruckseite und die Niederdruckseite der zentralen Druckübersetzungseinheit (10) voneinander hydraulisch entkoppelt sind. 30

Claims

1. Fuel injection system (1; 50; 70; 80; 90; 100; 110; 120; 130; 140; 150; 160; 170) for an internal combustion engine, in which the fuel conveyed by means of a high-pressure pump (5) can be injected into the combustion space (8) of the internal combustion engine at at least two different fuel pressures via injectors (9; 51), at least one pressure intensifier unit (10; 10'; 131; 141; 164; 164a) being present between the high-pressure pump (5) and the injectors (9; 51), **characterized in that** the pressure intensifier unit is provided centrally for all the injectors. 45
2. Fuel injection system according to Claim 1, **characterized in that** each central pressure intensifier unit (10; 10'; 131; 141; 164; 164a) is assigned at 50

least one non-return valve (15, 16; 135; 163) which allows a refilling of the pressure intensifier unit (10; 10'; 131; 141; 164; 164a) and/or decouples a higher fuel pressure from a lower fuel pressure.

3. Fuel injection system according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the central pressure intensifier unit (10; 10'; 131; 141; 164; 164a) is followed by a central distributor device (39) which distributes the fuel to the individual injectors (9; 51). 10
4. Fuel injection system according to one of the preceding claims, **characterized in that** the central pressure intensifier unit (10; 10'; 131; 141) is preceded by a pressure accumulator (6). 15
5. Fuel injection system according to one of the preceding claims, **characterized in that** the central pressure intensifier unit (10) is followed by a pressure accumulator (11). 20
6. Fuel injection system according to one of the preceding claims, **characterized in that** each injector (9; 51) is assigned a central valve unit (22; 22a; 22b) or a local valve unit (41; 72; 93; 113; 126), by means of which a changeover can be made between the two fuel pressures. 25
7. Fuel injection system according to one of the preceding claims, **characterized in that** each injector (9; 51) is assigned at least one local pressure intensifier unit (96) for generating the higher fuel pressure from the lower fuel pressure. 30
8. Fuel injection system according to one of the preceding claims, **characterized in that** the central pressure intensifier unit (164a) and/or the local pressure intensifier unit (96) has a pressure intensifier (132; 91) which is capable of being cut in and cut out and which is arranged parallel to a bypass line (161; 92). 35
9. Fuel injection system according to one of the preceding claims, **characterized in that** a central spill unit (136) and/or a local spill unit (71; 111) is provided for generating the lower fuel pressure from the higher fuel pressure. 40
10. Fuel injection system according to one of the preceding claims, **characterized in that** the cross section of a valve unit (142) can be controlled in order to generate the lower fuel pressure. 45
11. Fuel injection system according to one of the preceding claims, **characterized in that** the injectors (9) are designed for pressure control. 50
12. Fuel injection system according to one of the pre-

ceding claims, **characterized in that** the injectors (51) are designed for stroke control

13. Fuel injection system according to one of the preceding claims, **characterized in that** the high-pressure side and the low-pressure side of the central pressure intensifier unit (10) are decoupled hydraulically from one another.

Revendications

1. Système d'injection de carburant (1 ; 50 ; 70 ; 80 ; 90 ; 100 ; 110 ; 120 ; 130 ; 140 ; 150 ; 160 ; 170) pour un moteur à combustion interne, dans lequel le carburant fourni au moyen d'une pompe haute pression (5) peut être injecté dans la chambre de combustion (8) du moteur à combustion interne avec au moins deux pressions de carburant de différente valeur par l'intermédiaire d'injecteurs (9 ; 51), avec au moins une unité d'amplification de pression (10 ; 10' ; 131 ; 141 ; 164 ; 164a) présente entre la pompe haute pression (5) et les injecteurs (9 ; 51),
caractérisé en ce que
l'unité d'amplification de pression est prévue de façon centrale pour tous les injecteurs.
2. Système d'injection de carburant selon la revendication 1,
caractérisé en ce que
chaque unité d'amplification de pression centrale (10 ; 10' ; 131 ; 141 ; 164 ; 164a) est associée à au moins un clapet anti-retour (15 ; 16 ; 135 ; 163), qui permet un nouveau remplissage de l'unité d'amplification de pression (10 ; 10' ; 131 ; 141 ; 164 ; 164a) et/ou qui génère une pression de carburant plus élevée à partir d'une pression de carburant plus faible.
3. Système d'injection de carburant selon la revendication 1 ou 2,
caractérisé en ce que
l'unité d'amplification de pression centrale (10 ; 10' ; 131 ; 141 ; 164 ; 164a) est disposée après une unité de distribution (39), qui distribue le carburant dans les injecteurs individuels (9 ; 51).
4. Système d'injection de carburant selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
l'unité d'amplification de pression centrale (10 ; 10' ; 131 ; 141) est disposée avant un accumulateur de pression (6).
5. Système d'injection de carburant selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que

l'unité d'amplification de pression centrale (10) est disposée après un accumulateur de pression (11).

6. Système d'injection de carburant selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
chaque injecteur (9 ; 51) est associé à un bloc de soupapes central (22 ; 22a ; 22b) ou à un bloc de soupapes local (41 ; 72 ; 93 ; 113 ; 126), qui permet de commuter entre les deux pressions de carburant.
7. Système d'injection de carburant selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
chaque injecteur (9 ; 51) est associé à au moins une unité d'amplification de pression locale (96) permettant de générer la pression de carburant plus élevée à partir de la pression de carburant plus faible.
8. Système d'injection de carburant selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
l'unité d'amplification de pression centrale (164a) et/ou l'unité de multiplication de pression locale (96) présente un amplificateur de pression (132 ; 91) pouvant être mis en marche et arrêté, qui est disposé parallèlement à une conduite de dérivation (161 ; 92).
9. Système d'injection de carburant selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
pour la génération de la pression de carburant plus faible à partir de la pression de carburant plus élevée, il est prévu une unité de désactivation centrale (136) et/ou une unité de désactivation locale (71 ; 111).
10. Système d'injection de carburant selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
pour la génération de la pression de carburant plus faible, la section transversale d'un bloc de soupapes (142) peut être commandée.
11. Système d'injection de carburant selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
les injecteurs (9) sont configurés pour une commande de la pression.
12. Système d'injection de carburant selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
les injecteurs (51) sont configurés pour une commande de la course.

13. Système d'injection de carburant selon l'une des revendications précédentes,

caractérisé en ce que

le côté haute pression et le côté basse pression de l'unité d'amplification de pression centrale (10) sont 5
découplés hydrauliquement l'un de l'autre.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1a

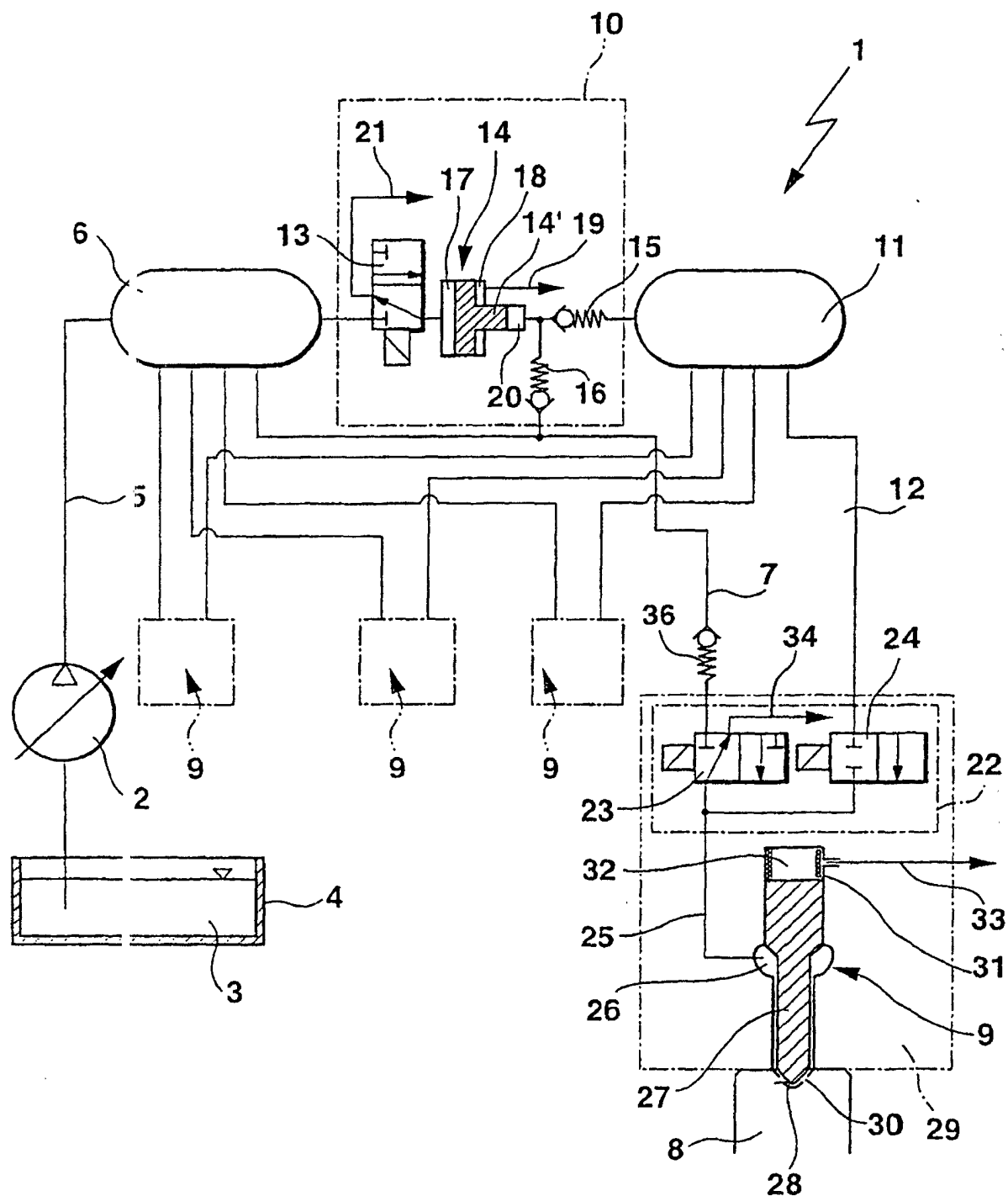


Fig. 1b

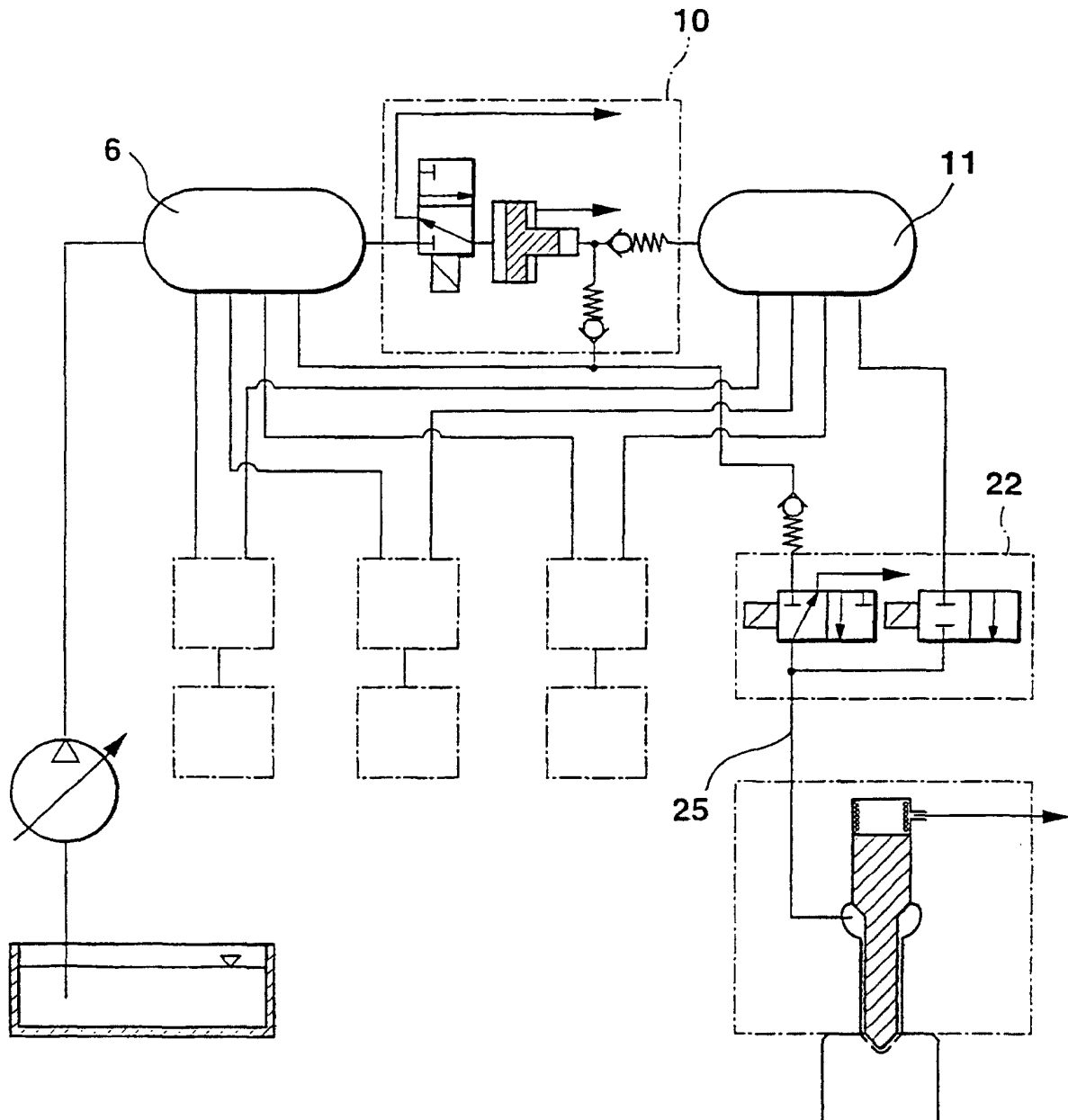


Fig. 2a

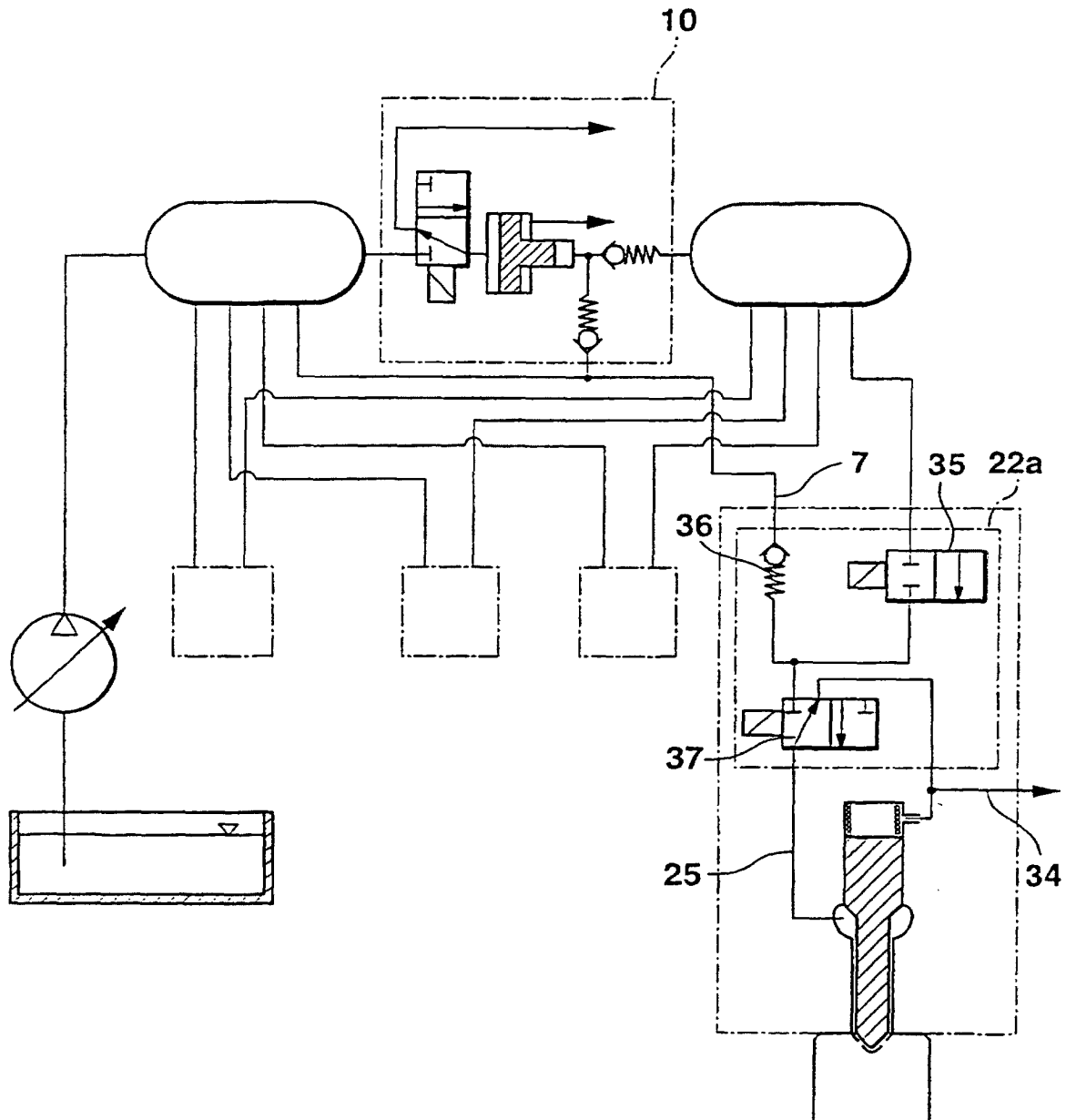


Fig. 2b

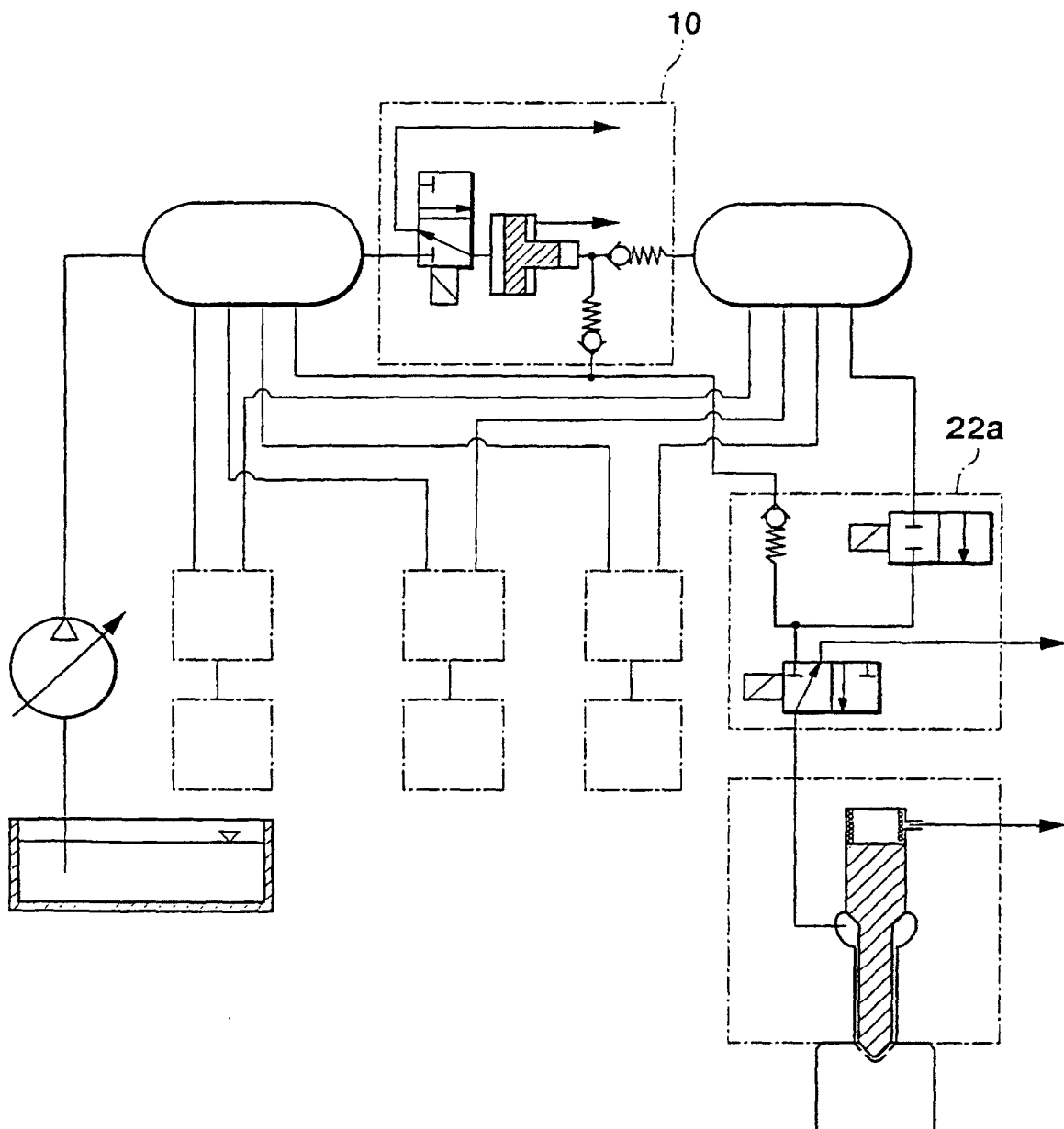


Fig. 3a

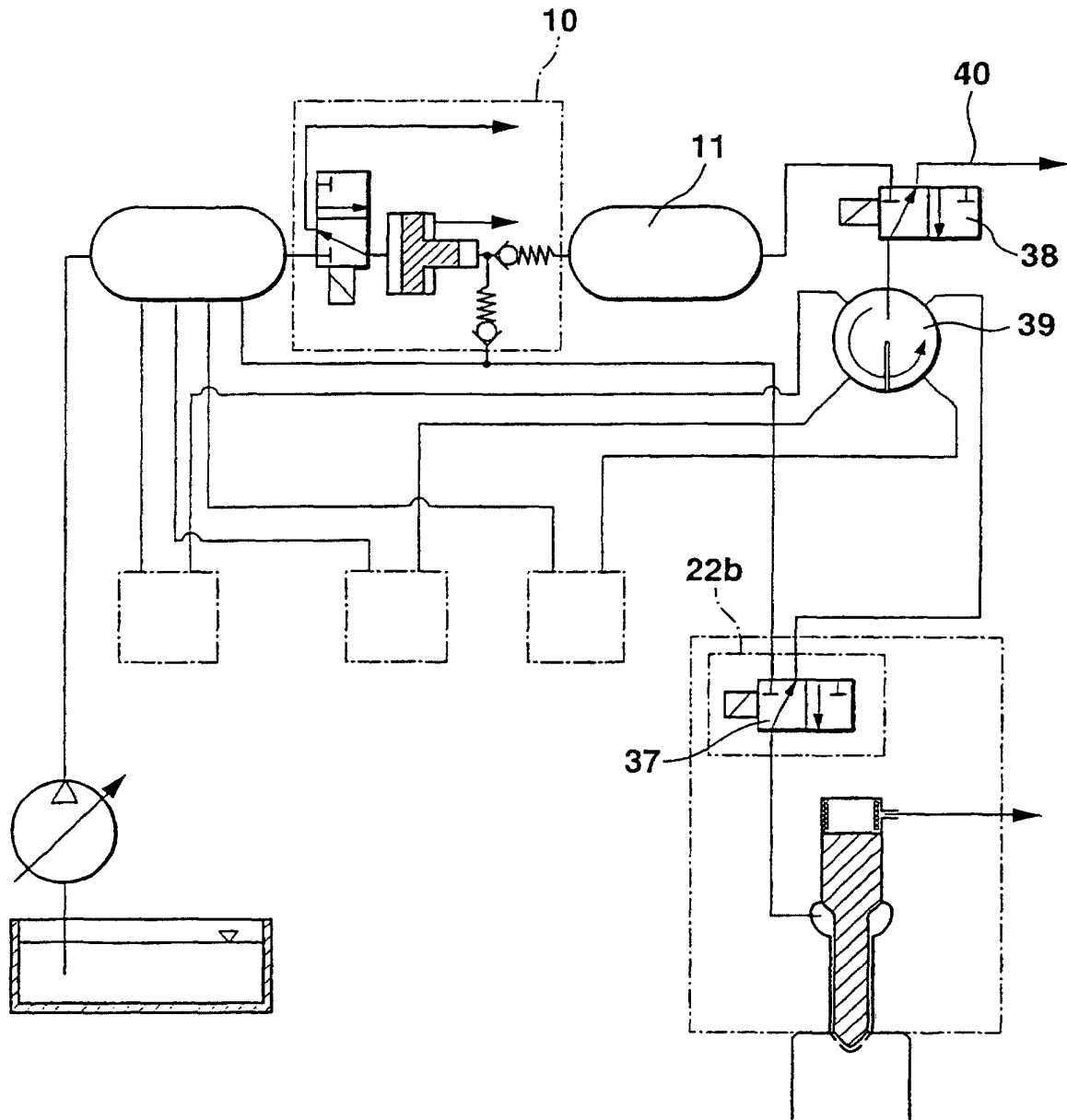


Fig. 3b

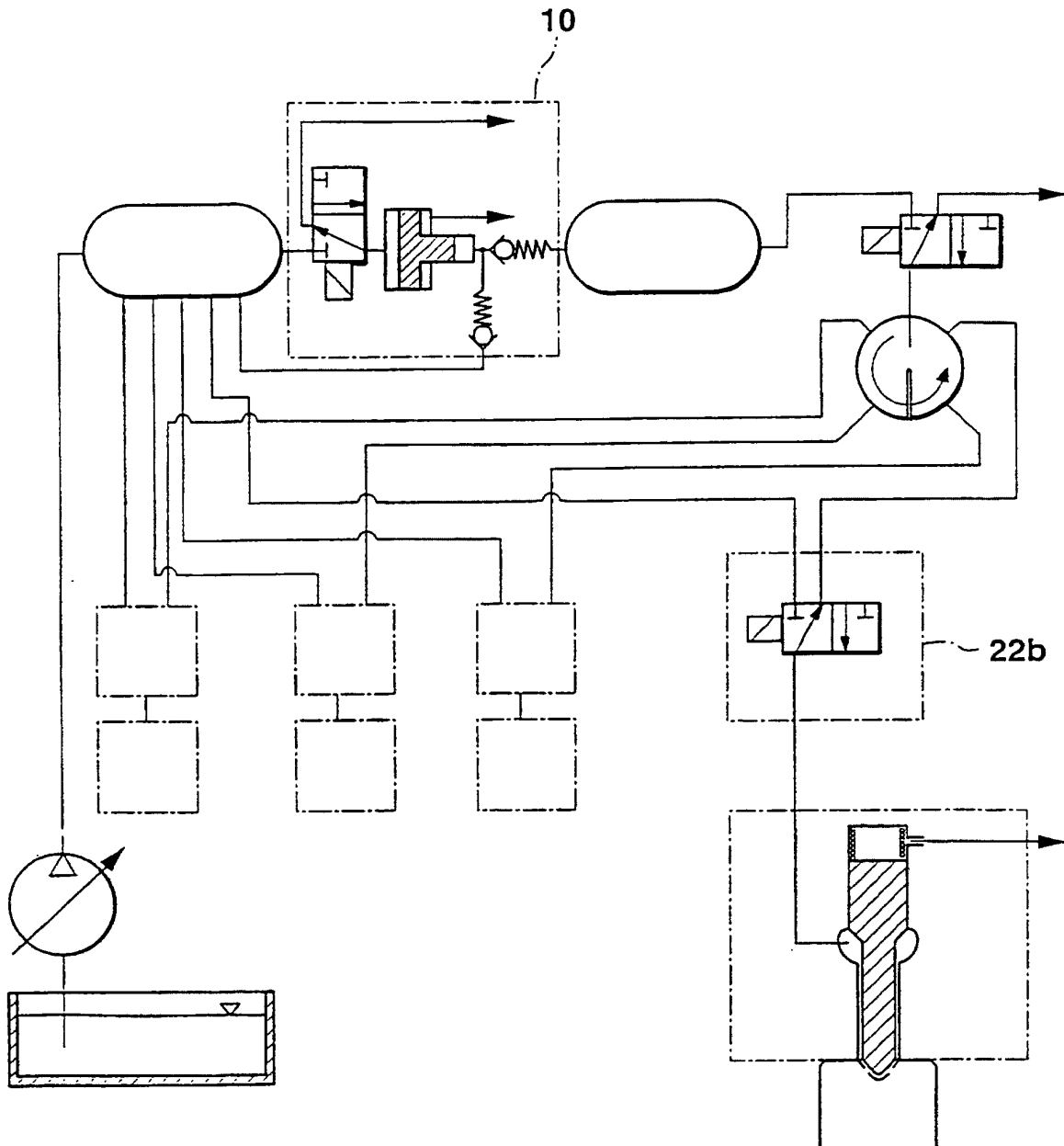


Fig. 4

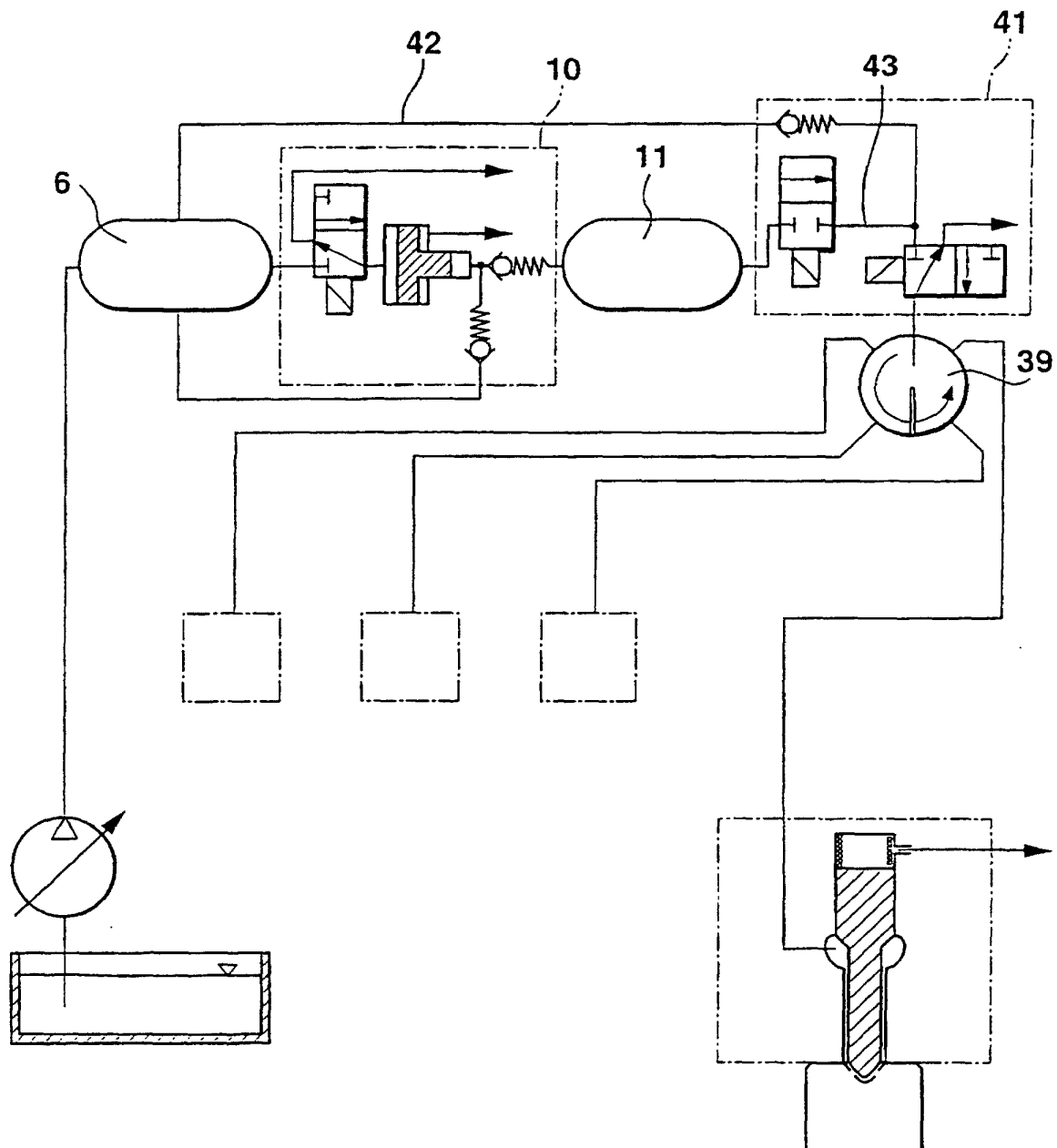


Fig. 5a

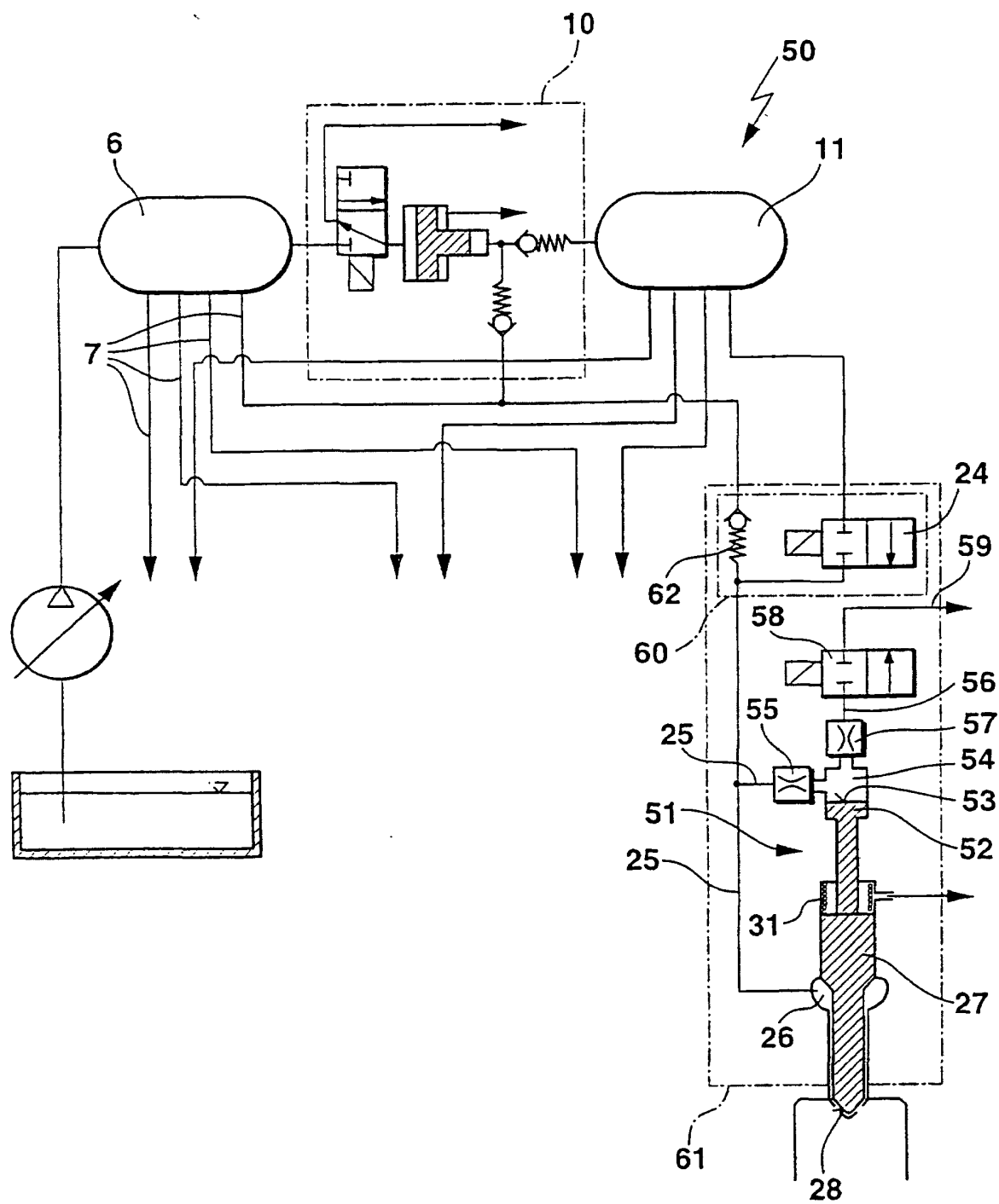


Fig. 5b

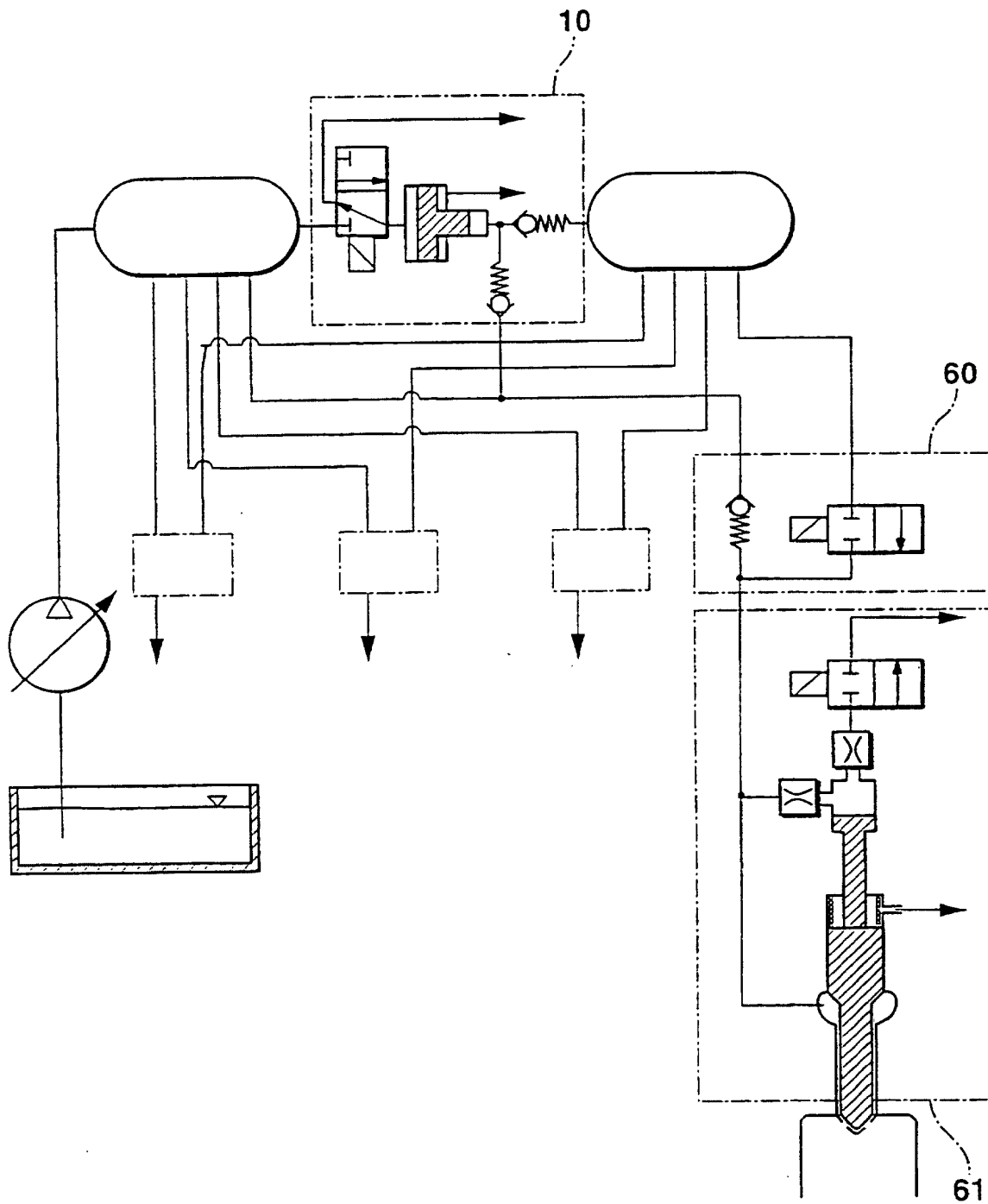


Fig. 6

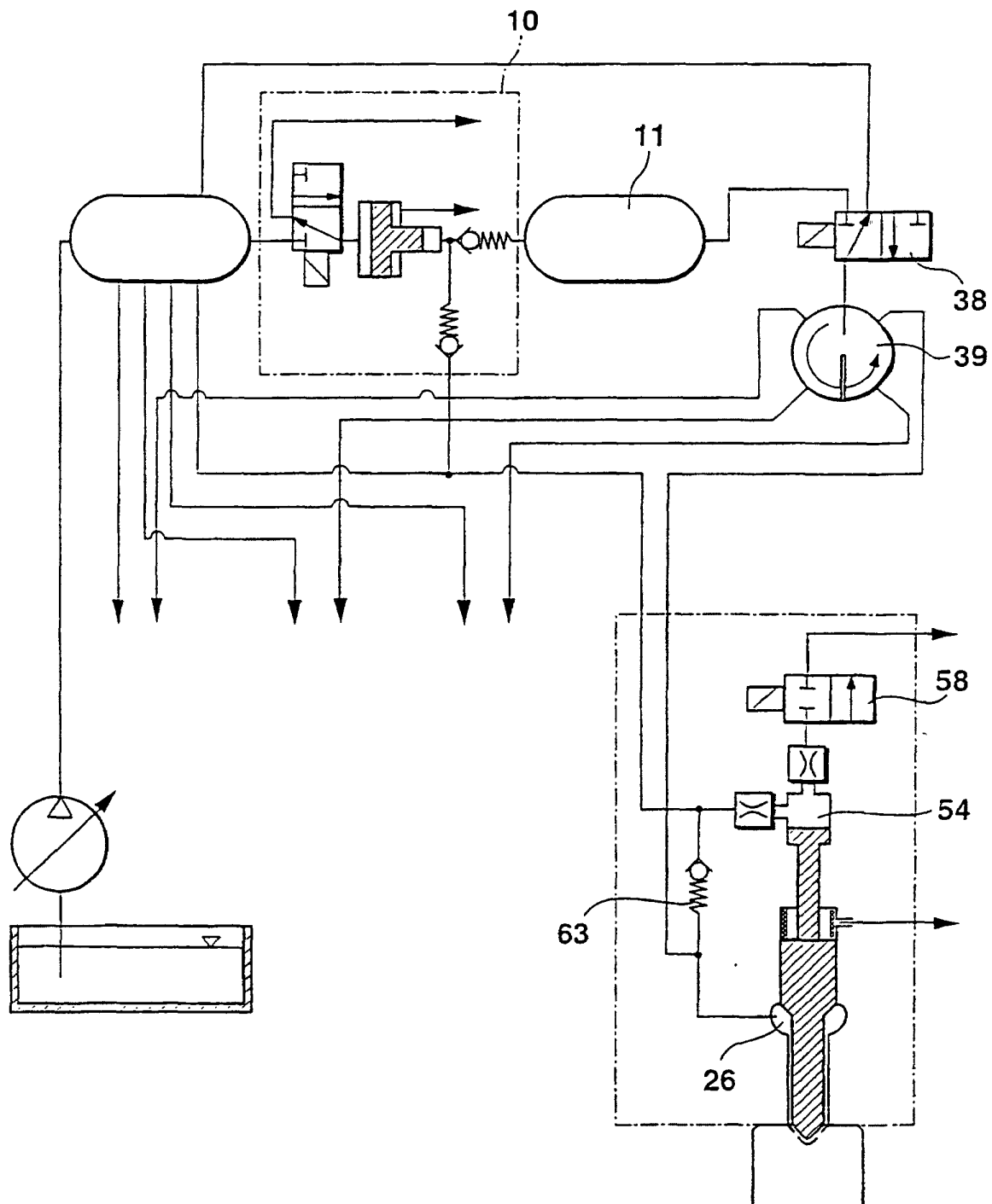


Fig. 7

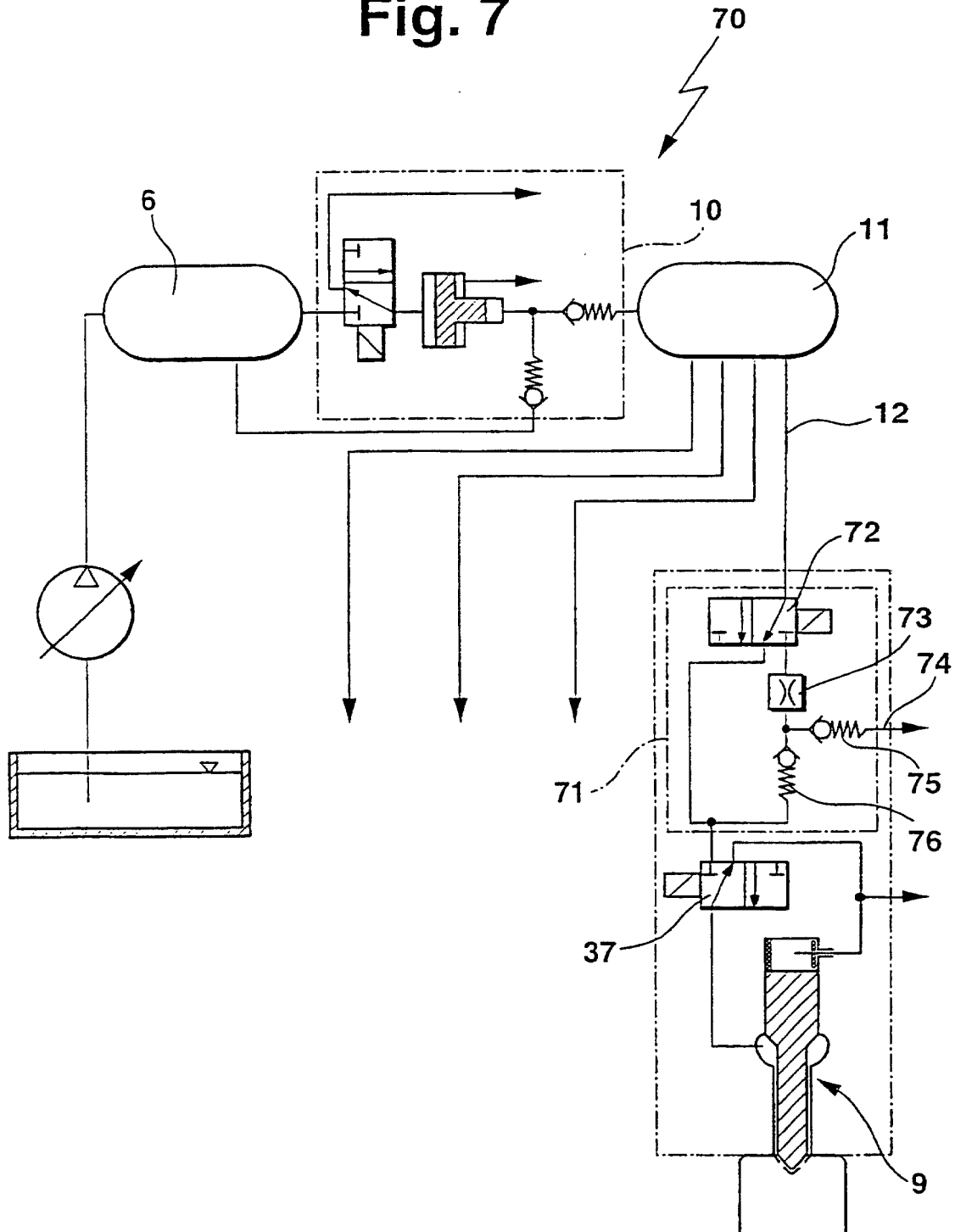


Fig. 8

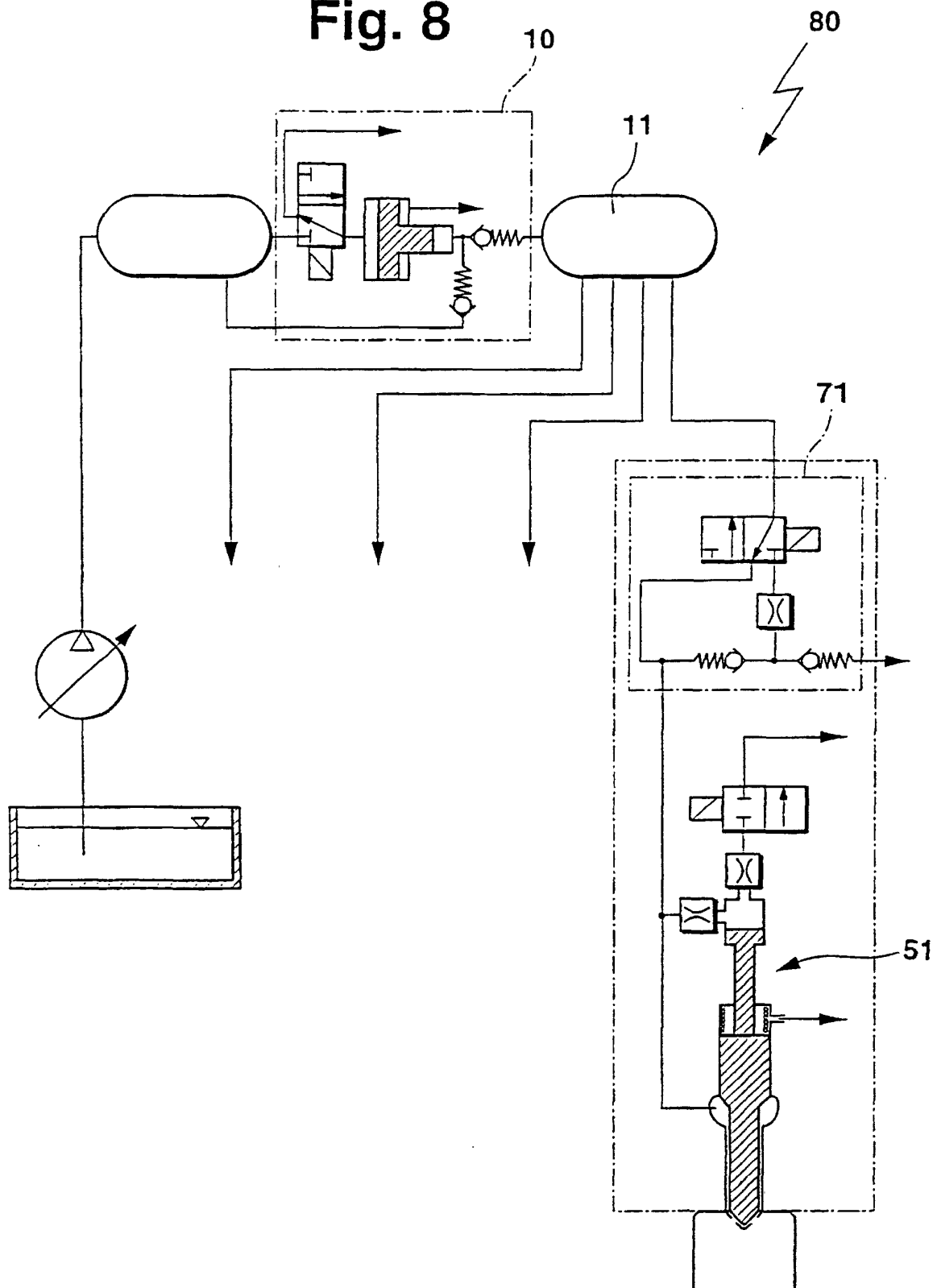


Fig. 9a

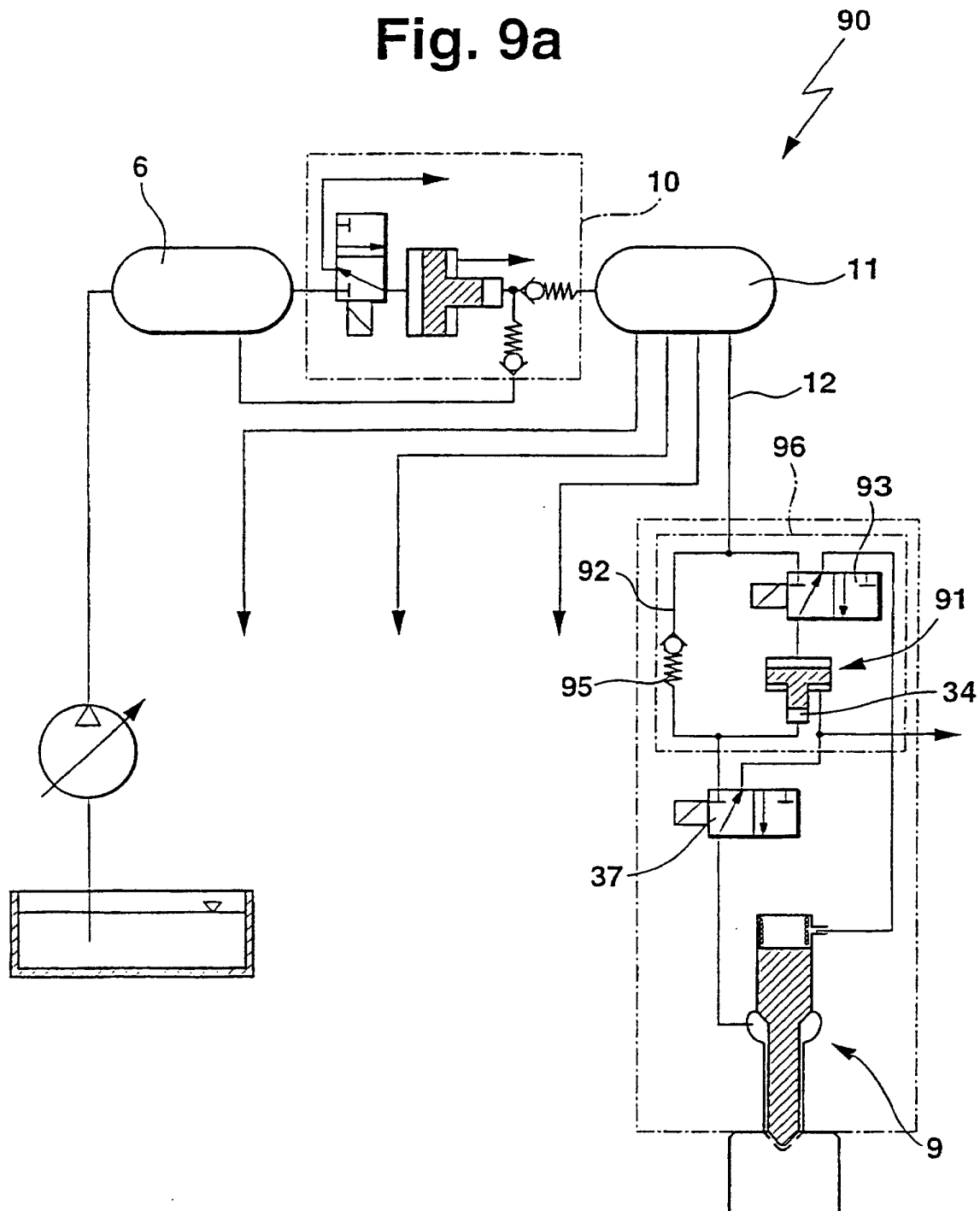


Fig. 9b

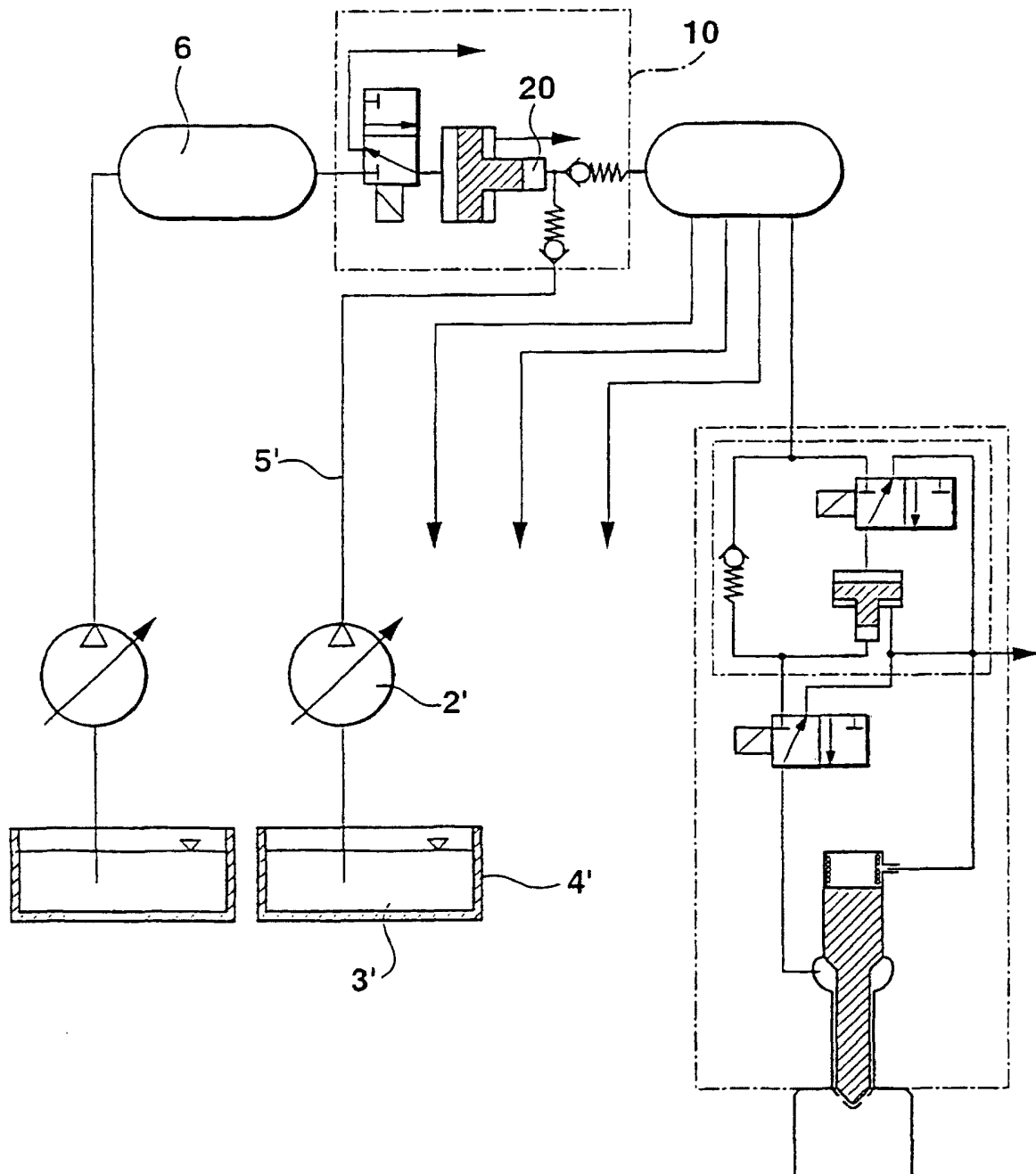


Fig. 10a

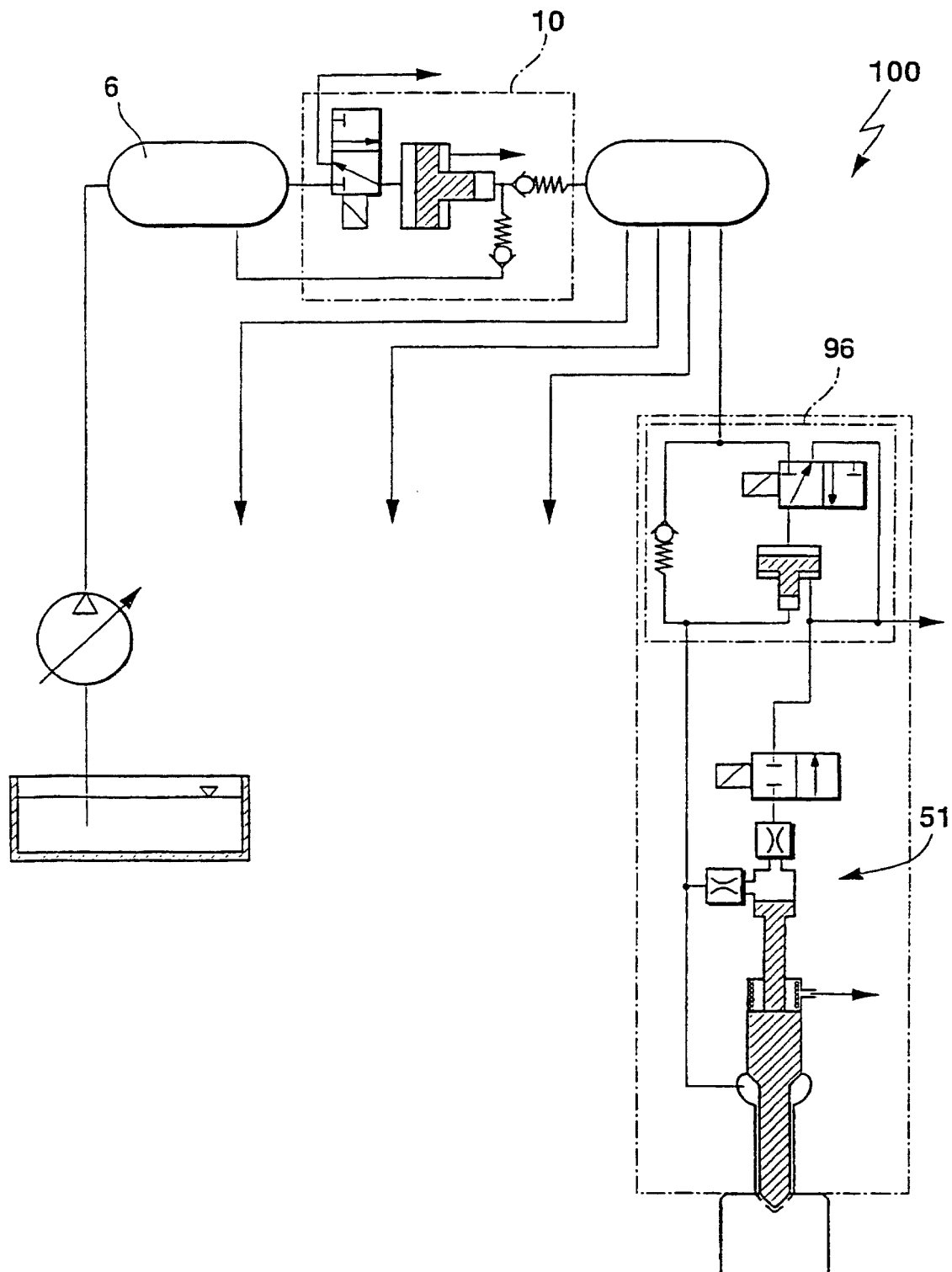


Fig. 10b

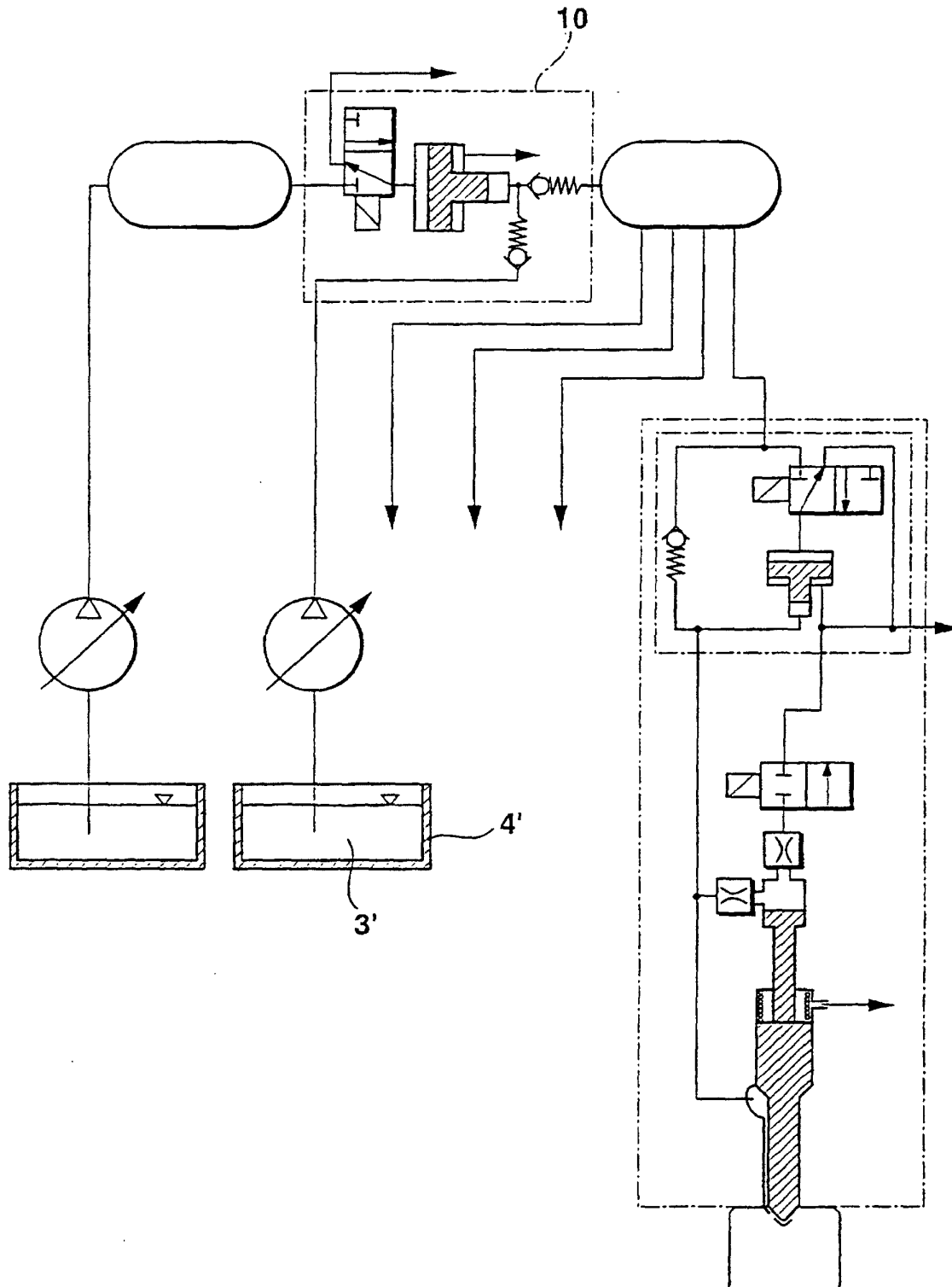


Fig. 11

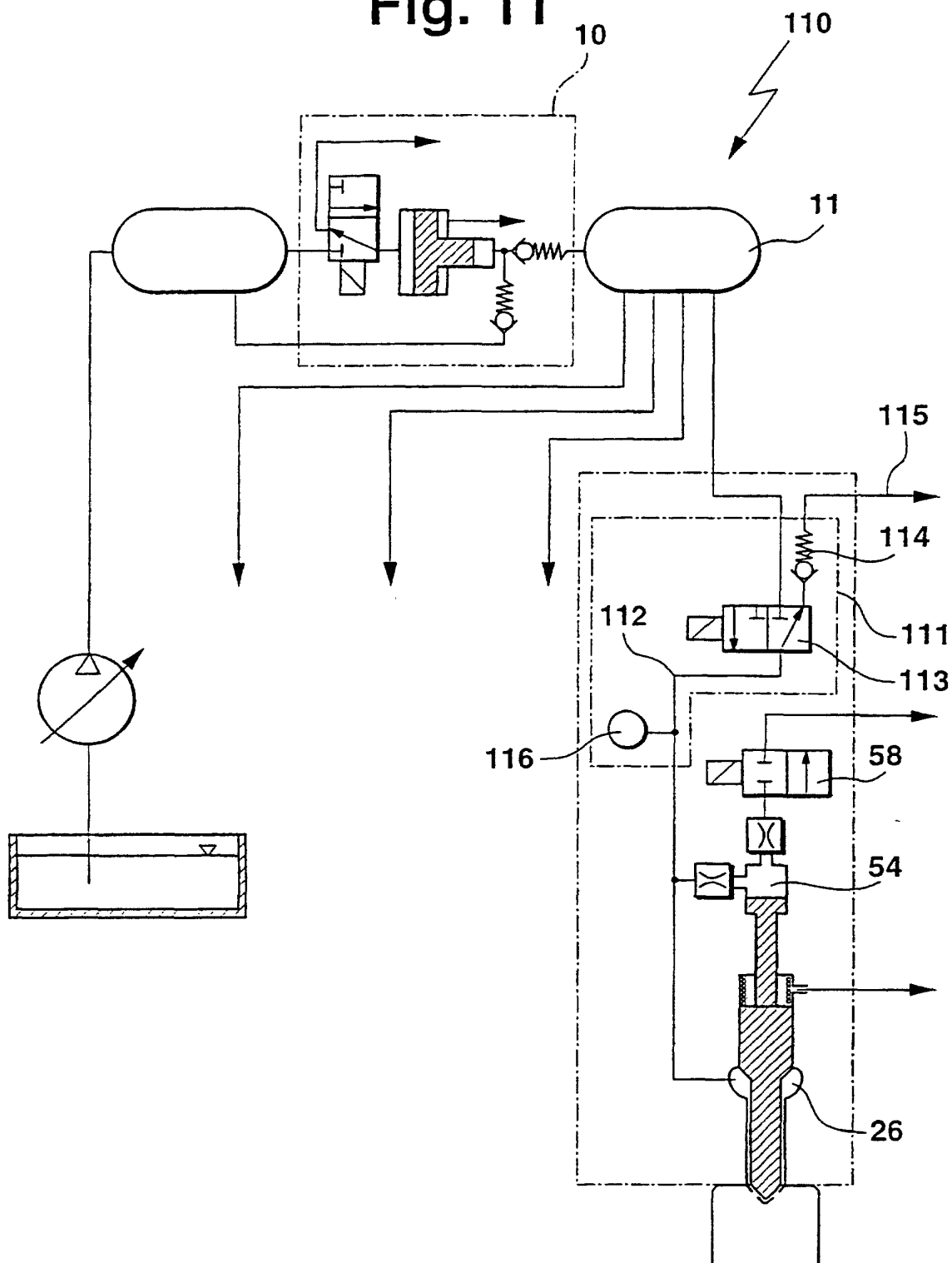


Fig. 12a

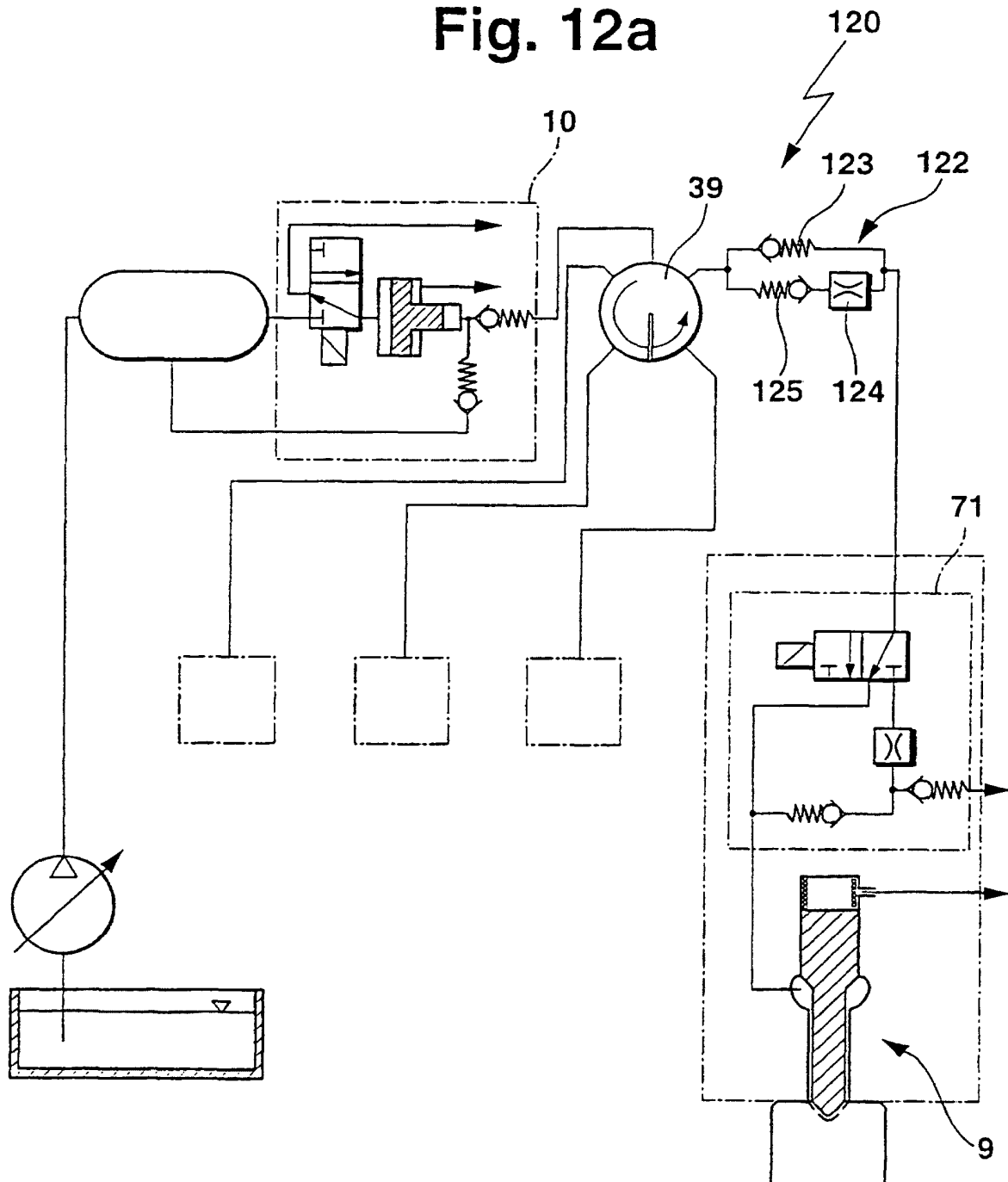


Fig. 12b

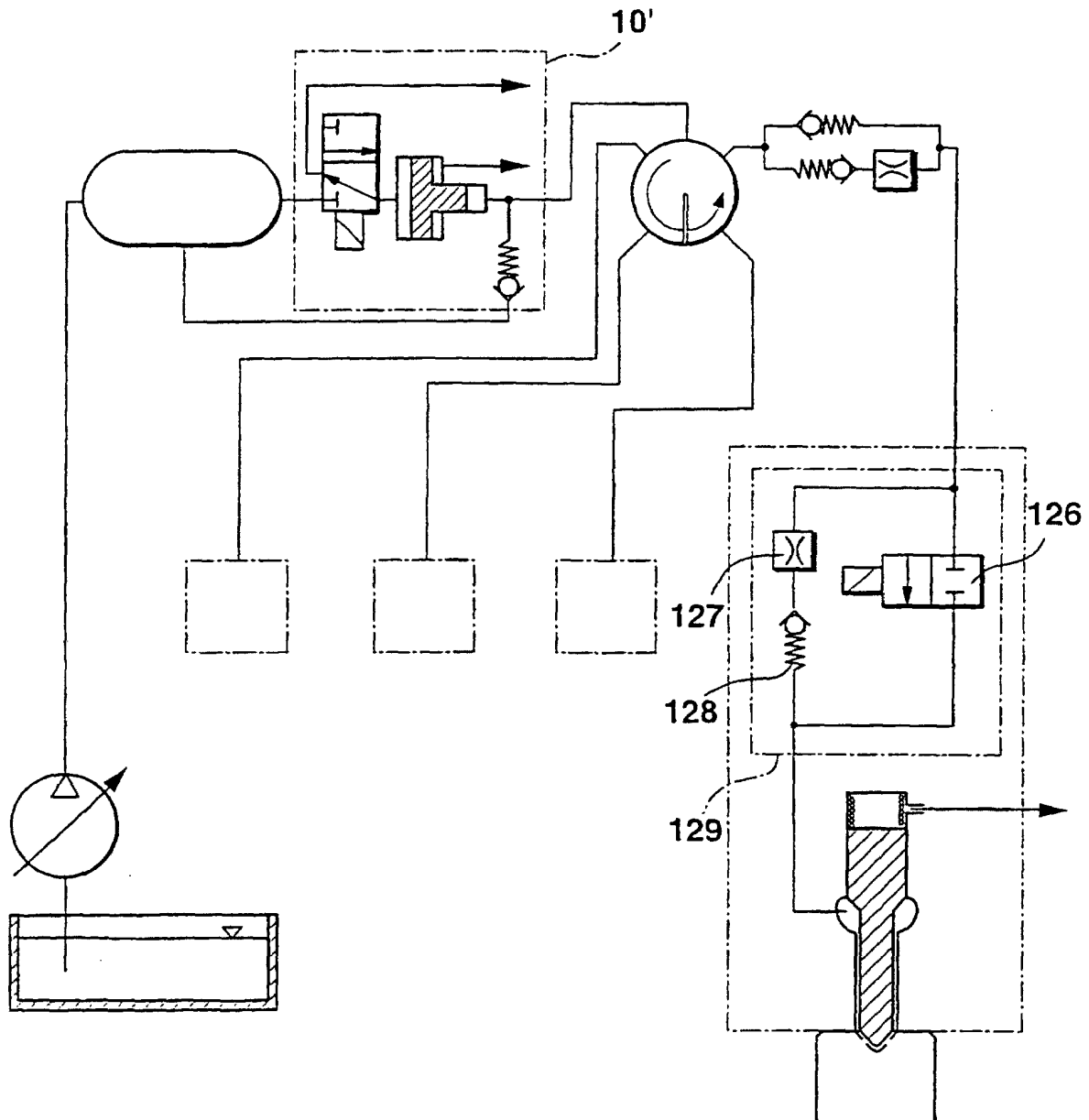


Fig. 13a

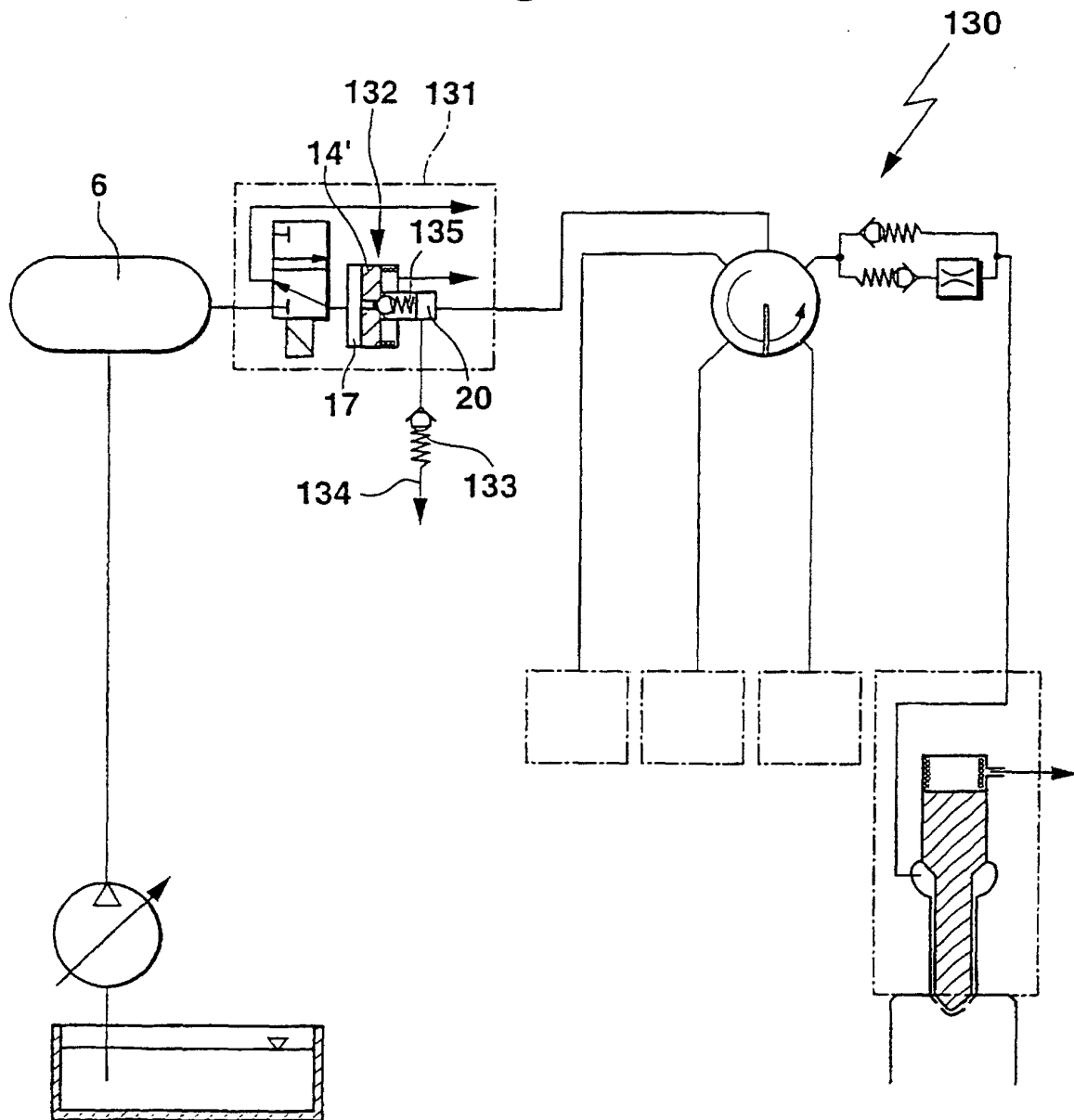


Fig. 13b

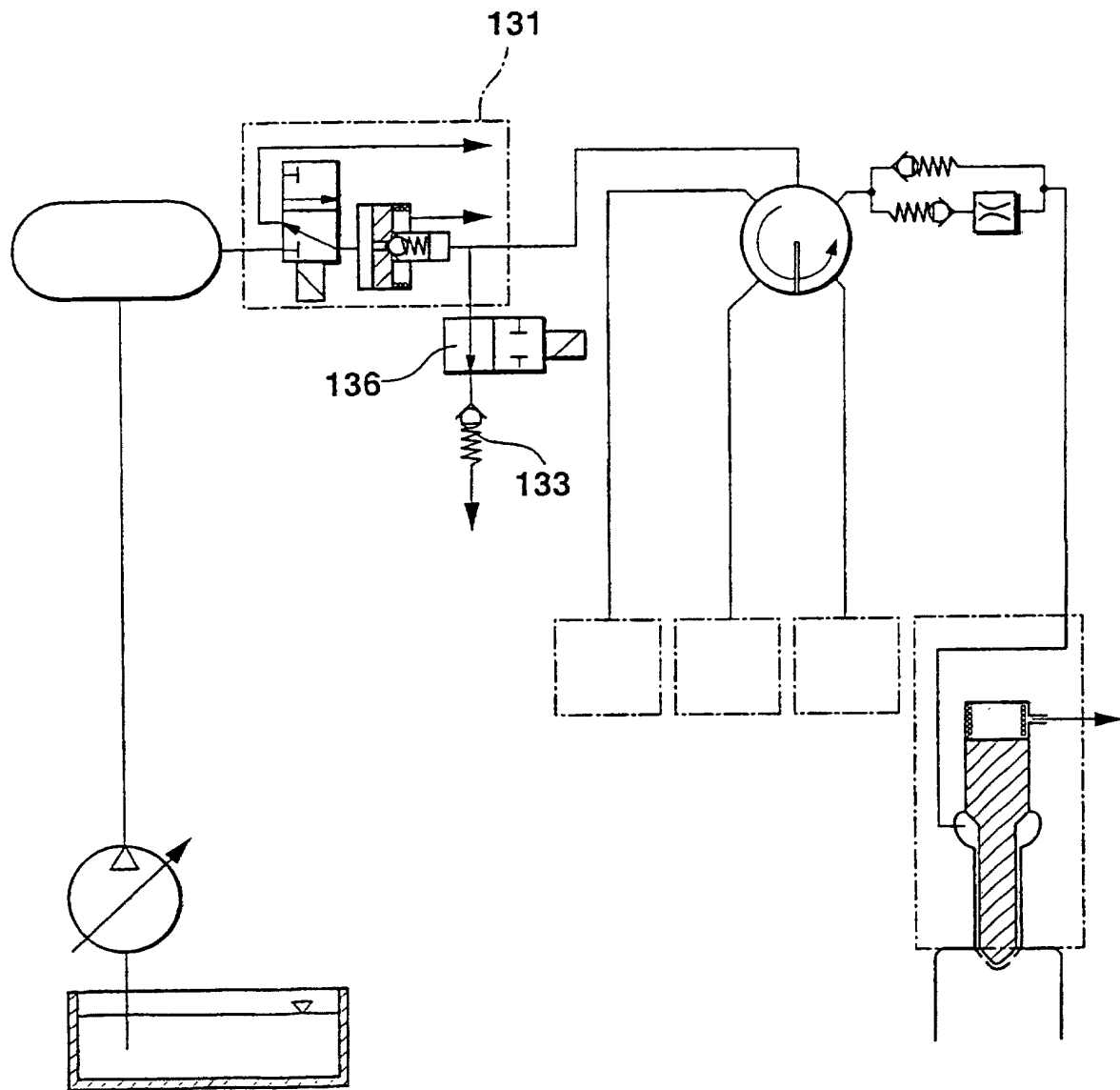


Fig. 13c

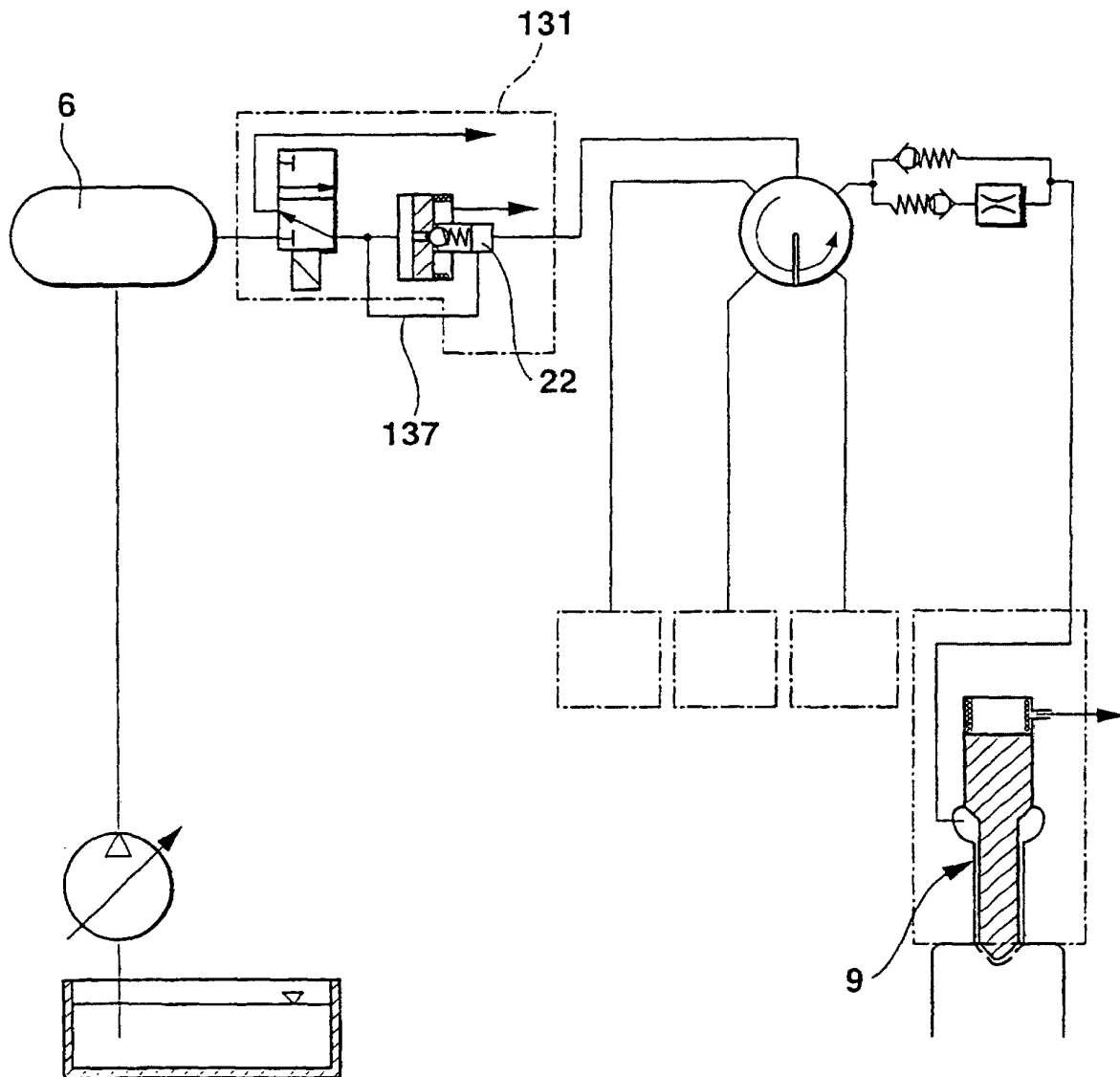


Fig. 13d

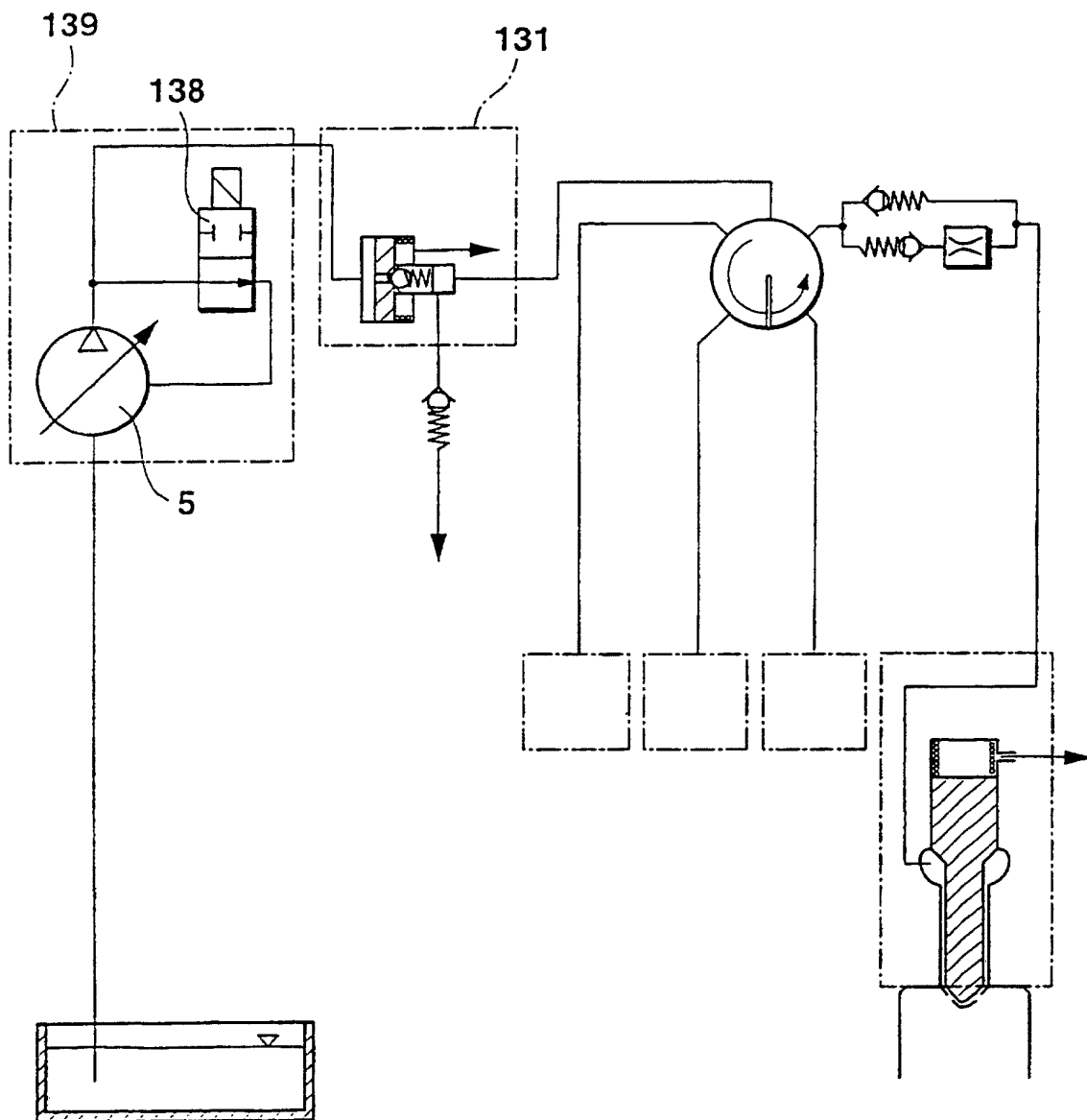


Fig. 13e

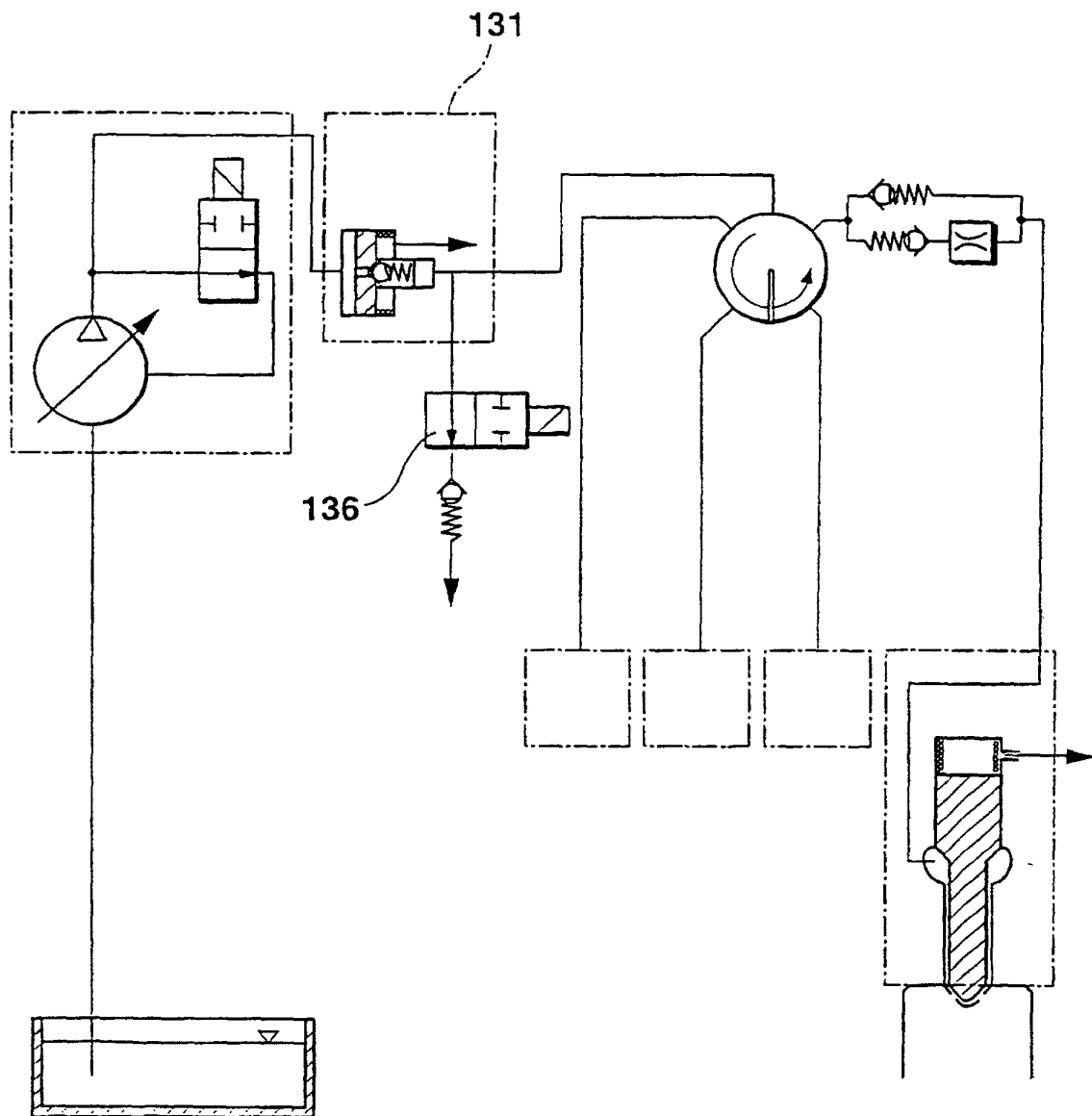


Fig. 14

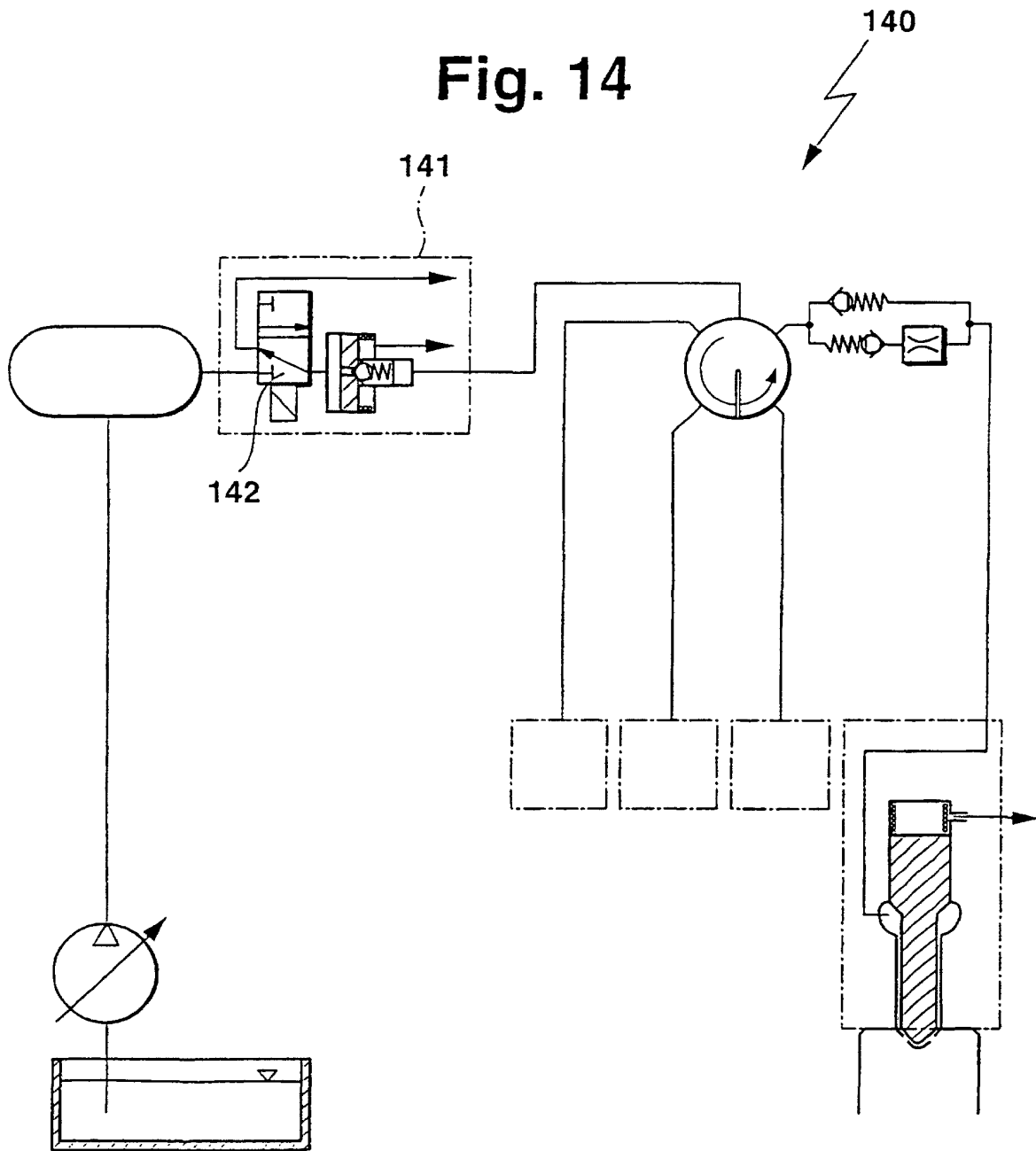


Fig. 15a

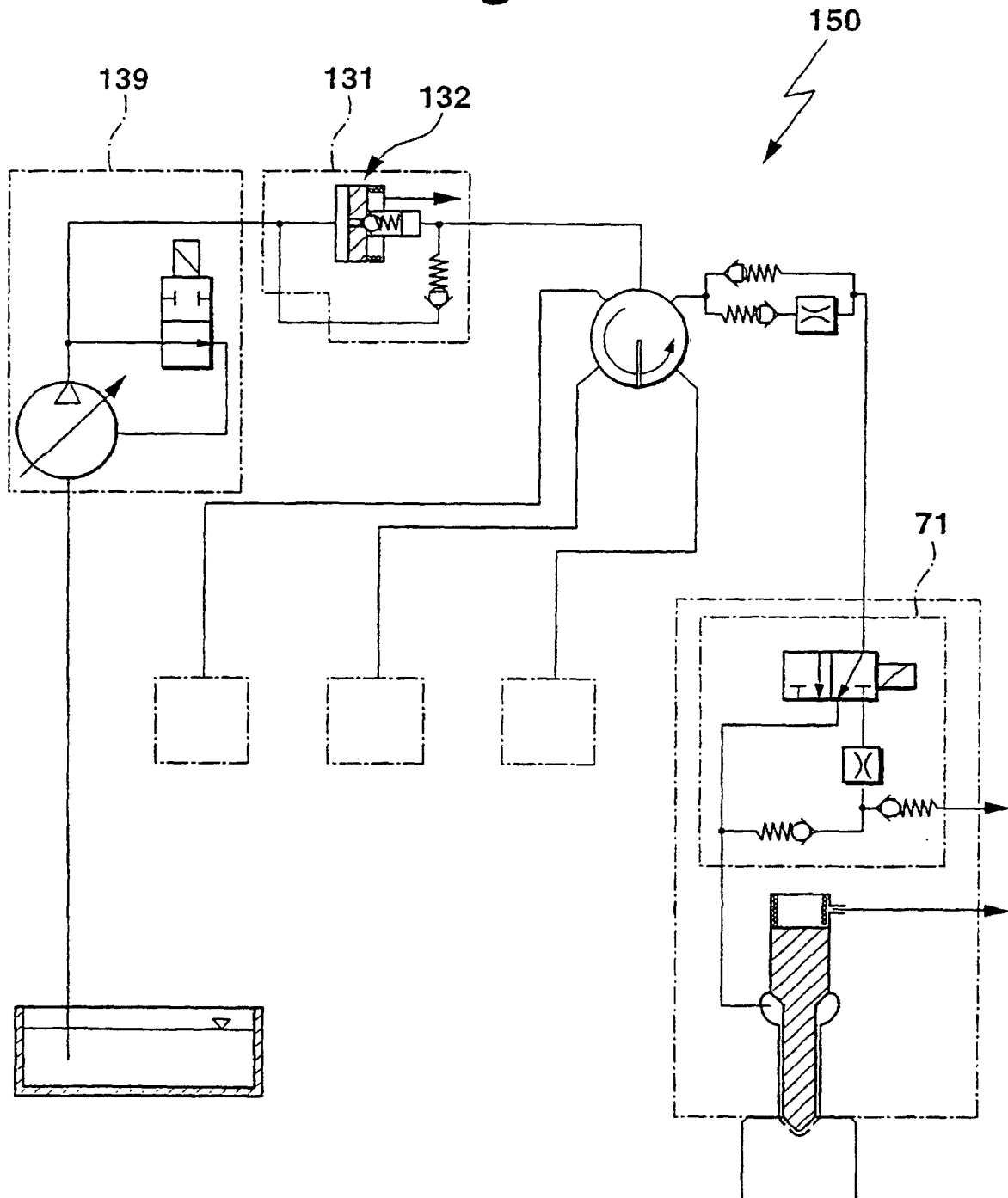


Fig. 15b

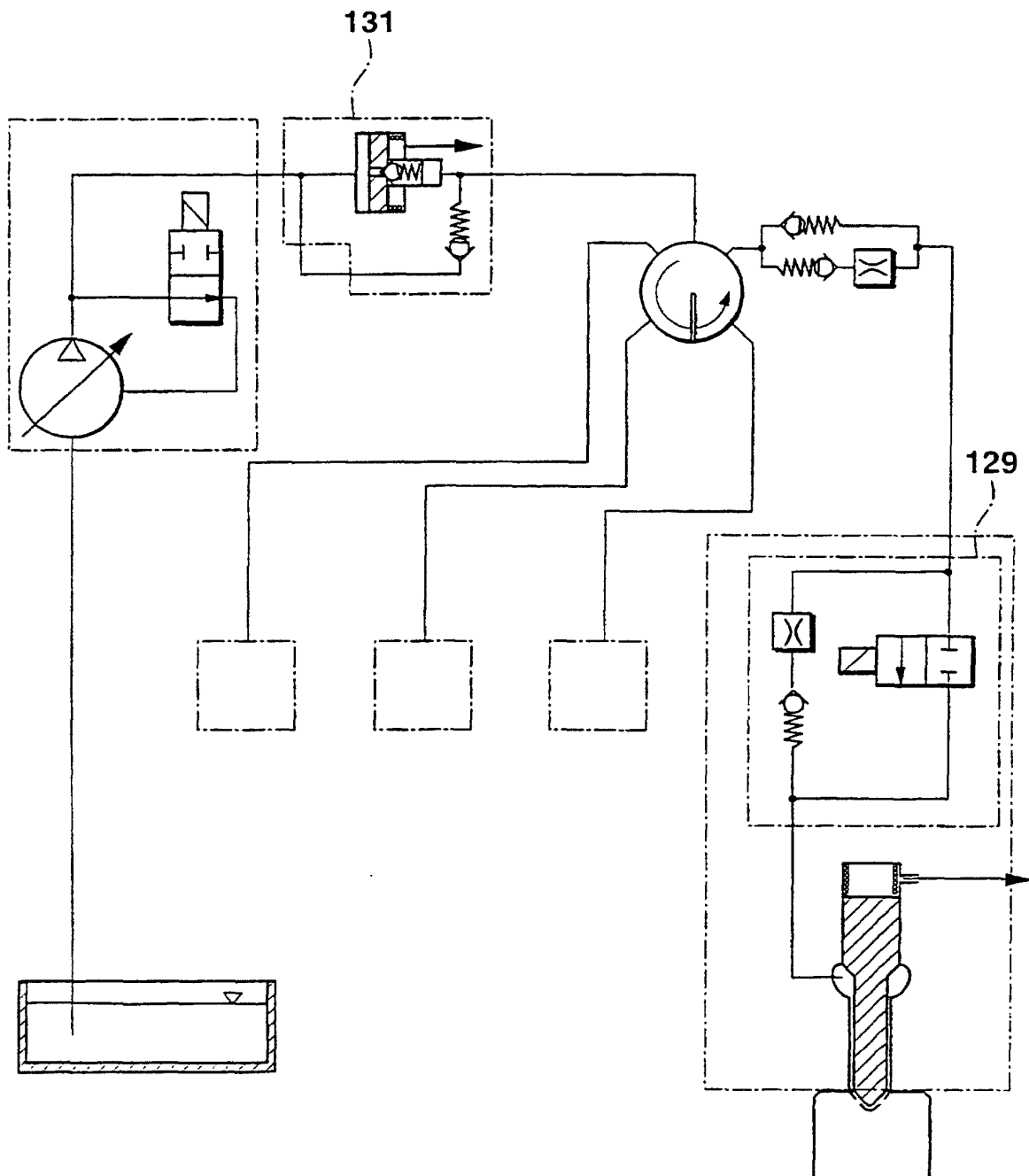


Fig. 16a

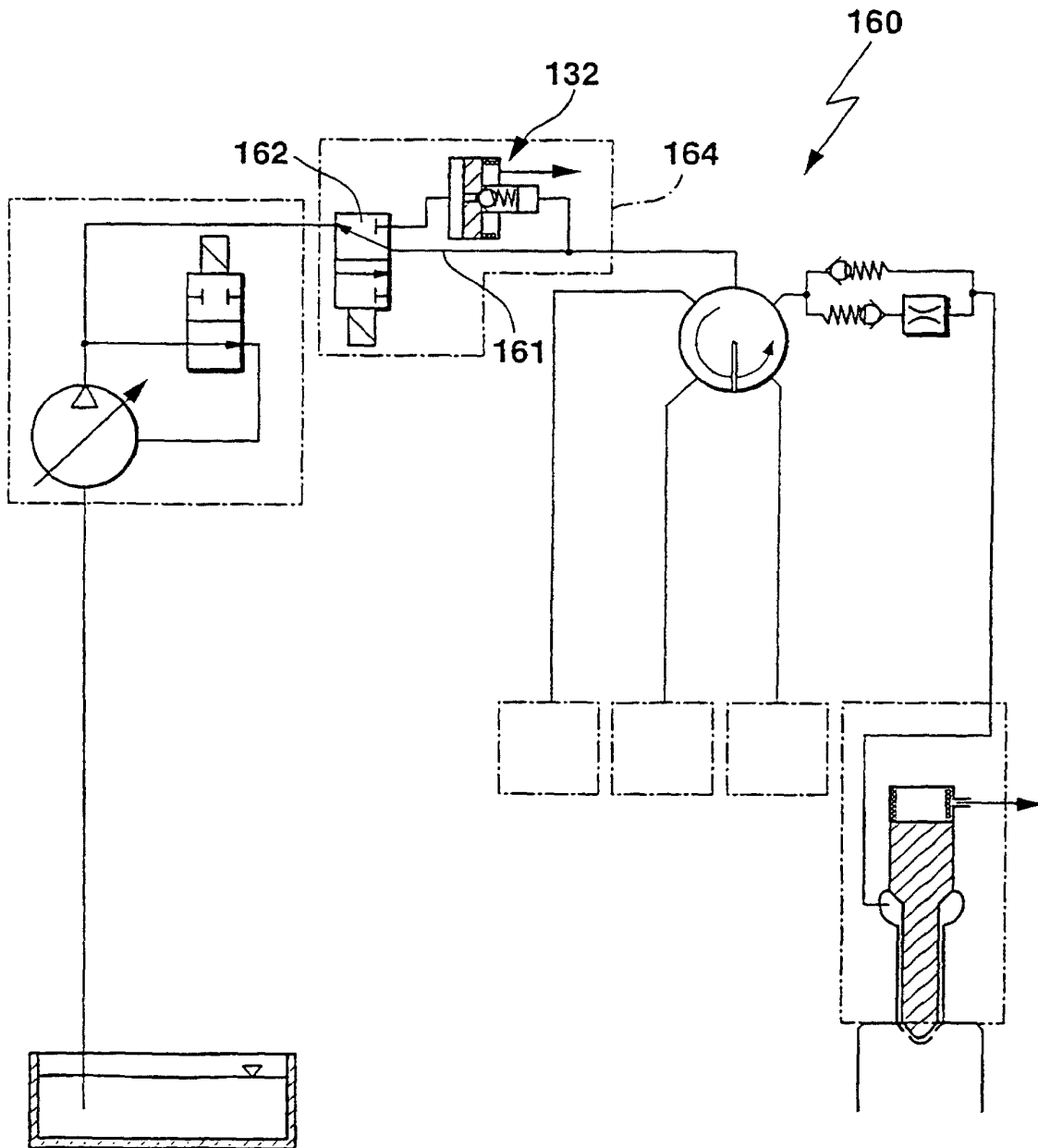


Fig. 16b

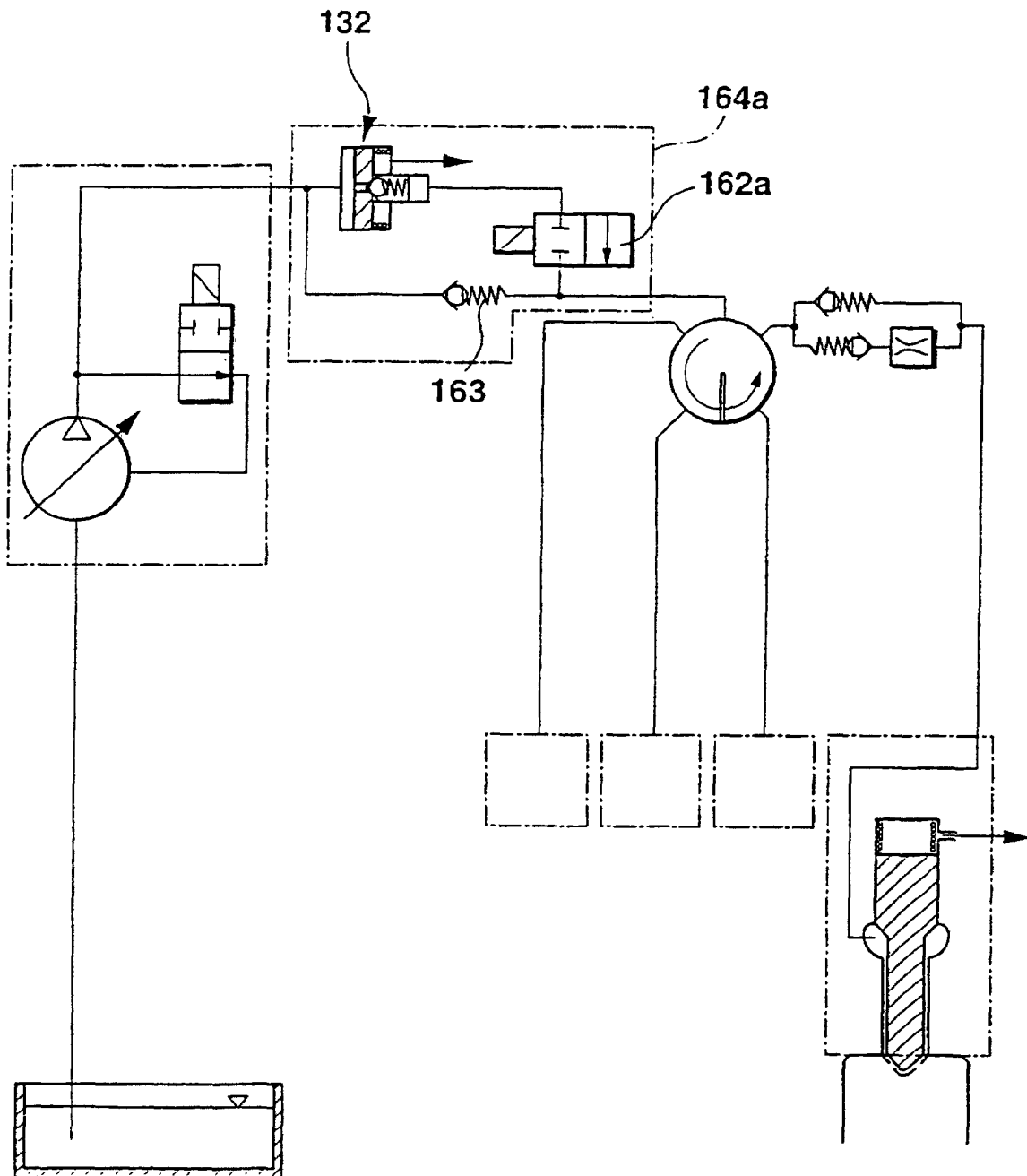


Fig. 17

