



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 211 411 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
05.06.2002 Patentblatt 2002/23

(51) Int Cl.7: **F02M 61/16**, F02M 45/04,
F02M 57/02

(21) Anmeldenummer: **01127102.0**

(22) Anmeldetag: **15.11.2001**

(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

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

(72) Erfinder:
• **Potschin, Roger**
74336 Brackenheim (DE)
• **Projahn, Ulrich**
71229 Leonberg (DE)

(30) Priorität: **01.12.2000 DE 10059628**

(54) **Modular aufgebauter Injektor zum Einspritzen von Kraftstoff**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf einen Injektor zum Einspritzen von Kraftstoff in die Brennräume einer Verbrennungskraftmaschine, wobei der in einer Verdichtungseinheit (7) komprimierte Kraftstoff über eine Druckleitung (5) einem eine Düsennadel (3) des Injektors (1) umgebenden Düsenraum (4) zufügar ist. Dieser steht mit der in den Brennraum einer Verbrennungs-

kraftmaschine hineinragenden Einspritzdüse (6) in Verbindung, wobei im Injektor eine Fluidsteuerungseinheit enthalten ist. Die Fluidsteuerungseinheit ist als im Gehäuse (2) des Injektors (1) auswechselbar angeordnetes Hydraulikmodul. (14, 31, 36, 42) beschaffen, welches entweder aktor- oder elektromagnetisch betätigbar sein kann.

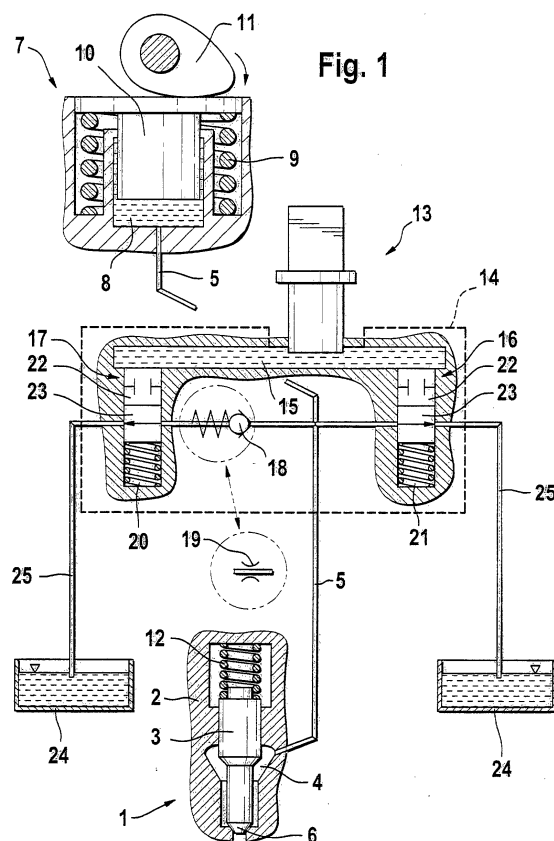


Fig. 1

EP 1 211 411 A2

BeschreibungTechnisches Gebiet

5 **[0001]** Ständig steigende Anforderung an den Emissionsausstoß von Kraftfahrzeugen erfordern im Verbrennungsmotor ablaufende Verbrennungsvorgänge, die neben einer optimalen Kraftstoffausnutzung zu einer optimalen, d.h. sauberen Verbrennung führen. Die in einer Verbrennungskraftmaschine ablaufende Verbrennung kann wesentlich über die Formung, d.h. die Beeinflussung des Einspritzverlaufes beeinflusst werden. Die Formung des Einspritzverlaufes erfordert zum einen flexibel arbeitende und ausgelegte Einspritzsysteme, deren Herstellungs- und Entwicklungskosten
10 andererseits vertretbar sein müssen.

Stand der Technik

15 **[0002]** EP 0 823 549 A2 bezieht sich auf eine Injektoranordnung zum Einspritzen von Kraftstoff. Ein Ankerelement betätigt sowohl ein Ablaufventil als auch ein Steuernadelventil, welches den Druck in einer Steuerkammer regelt. Bei Beaufschlagung der Steuerkammer mit unter Hochdruck stehendem Kraftstoff, wird eine die Kraft einer Druckfeder unterstützende Kraft auf das Steuerteil ausgeübt. Das Ablaufventil und das Steuernadelventil werden über eine elektromagnetische Ansteuerung über ein gemeinsames Bauteil gesteuert. Bei dieser aus dem Stand der Technik bekannten Lösung sind das Steuernadelventil und die Oberseite des Steuernadelventiles Teile einer Steuerkammer und so dimensioniert, daß das Steuernadelventil zu allen Zeiten im wesentlichen druckausgeglichen ist. Aus der gewählten
20 Anordnung gemäß EP 0 823 549 A2 ergibt sich, daß die Steuerteilglieder, d.h. Steuerteil und Nadelventil am Einspritzventil abhängig vom entsprechenden Stromniveau angesteuert werden, wobei das Nadelventil durch eine mechanische Kopplung partiell betätigt wird. Problematisch bei dieser Lösung des Standes der Technik ist die exakte Einhaltung von Einstellparametern; ferner ist eine Entkopplung der Hubvorgänge der beiden hintereinander geschalteten Ventile mit der Lösung gemäß EP 0 823 549 A2 nur schwierig realisierbar.

25 **[0003]** DE 100 12 552 A1 bezieht sich auf eine Einspritzeinrichtung mit einem Aktor zur Nadelhubsteuerung. Im in dieser Publikation veröffentlichten Injektor sind zwei Steuerventile enthalten, die ablaufseitig mit Bereichen niedrigen Druckniveaus verbunden sind. Eines der den Einspritzverlauf formenden Steuerventile enthält ein Druckausgleichssystem, wodurch der Einspritzdruckverlauf durch Änderung des Hubweges der Düsennadel variierbar ist.

30 **[0004]** DE 100 14 450 bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff mit variablem Einspritzdruckverlauf. Bei dieser Lösung erstreckt sich vom Druckraum eines Injektors eine Hochdruckleitung durch das Injektorgehäuse, in welchem eine mittels einer Düsennadel verschließbare Düse aufgenommen ist. Die Düsennadel ist mittels eines Kraftspeichers beaufschlagt. Bei dieser Lösung sind über ein Aktorelement unabhängig voneinander einstellbare und ansteuerbare Steuerventile vorgesehen, die über einen Kopplungsraum miteinander in Verbindung stehen und
35 über die der Einspritzdruckverlauf steuerbar ist.

Darstellung der Erfindung

40 **[0005]** Gemäß der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung wird durch einen unter hohem Druck stehenden Kraftstoff einspritzenden Injektor ein auswechselbar konfiguriertes Hydraulikmodul eingebaut, über welche individuell formbare Einspritzverläufe erzeugt werden können. Bei sich ändernden Anforderungen an den den Kraftstoff einspritzenden Injektor brauchen lediglich die verschiedenen Einspritzdruckverläufe realisierende Hydraulikmodule am Injektor ausgewechselt werden, der Rest des Injektors kann unverändert aus der laufenden Serie gemäß des Gleichteilverwendungsprinzips entnommen werden und bedarf keiner Modifikationen. Durch den modularen Aufbau des Injektors
45 läßt sich der Einspritzverlauf einfach an die jeweiligen Kundenanforderungen, d.h. an die jeweiligen Einsatzzwecke eines Injektors an Verbrennungskraftmaschinen, sei es im Pkw- oder im Nutzfahrzeugbereich, anpassen, ohne das jedes Mal eine spezielle Pumpenanordnung bereitzustellen ist. Die die individuellen Einspritzdruckverläufe realisierende Modifikationen finden daher ihren Niederschlag ausschließlich im auswechselbar konfigurierten Hydraulikmodul, welches in einer Ausführungsvariante des der Erfindung zugrunde liegenden Gedankens als ein Aktor betätigbares
50 Hydraulikmodul ausgeführt sein kann, wobei bevorzugt Piezoaktoren eingesetzt werden können. In einer anderen Ausführungsvariante des erfindungsgemäß vorgeschlagenen auswechselbaren Hydraulikmodules läßt sich dieses auch als ein über in dieses integrierte Elektromagneten betätigbares Hydraulikmodul ausführen.

Die Modularität des Hydraulikmodules kann unter Verwendung eines Piezoaktors herbeigeführt werden, welcher auf einen hydraulischen Kopplungsraum zweier im Hydraulikmodul aufgenommener Steuerventile einwirkt und dieses parallel beaufschlagt. Bei Verwendung eines Piezoaktors können zwei Steuerventile betätigt werden. Damit läßt sich ein
55 einfacherer Aufbau des Steuergerätes realisieren, da lediglich ein einfacher Stecker durch eine geringere Pin-Anzahl erforderlich wird. Am Steuergerät läßt sich dadurch eine einfachere Endstufe realisieren, ferner kommt es zu einer geringeren Verlustleistung am Steuergerät.

[0006] Die hydraulische Betätigung der im Hydraulikmodul aufgenommenen Ventile erlaubt es, den Piezoaktor räumlich entkoppelt von den Steuerventilen des Hydraulikmodules anzuordnen. Damit ist ein zusätzlicher Freiheitsgrad für die Konstruktion des Hydraulikmodules gegeben. Ferner lassen sich die Steuerventile parallel zueinander anordnen, wodurch die Bauhöhe des in den Injektorkörper zu integrierenden Hydraulikmodules positiv beeinflusst wird. Die parallele Anordnung der Steuerventile im Hydraulikmodul gestattet es zudem, die Ventile unabhängig voneinander zu fertigen und einzustellen. Toleranzen an einem der Steuerventile oder eine Änderung der Funktionsgrößen wie beispielsweise sich mit der Lebensdauer der Steuerventile einstellende Ventilhubveränderungen oder Änderungen in der Ventilvorspannkraft schlagen nicht auf funktionale Änderungen an anderen Steuerventil durch.

[0007] Neben der Ausführungsvariante des auswechselbar konfigurierten Hydraulikmodules als aktorbetätigtes Hydraulikmodul, läßt sich dieses auch als ein elektromagnetisch betätigbares Hydraulikmodul darstellen. Dazu sind im wesentlich in paralleler Anordnung zueinander im Hydraulikmodul zwei Elektromagnetspulen aufgenommen. Die Elektromagnetspulen, seien sie von Material des Hydraulikmodulkörpers umschlossen, oder seien sie in hochwertige weichmagnetische Einbauelemente innerhalb des Hydraulikmodules eingelassen, wirken auf je ein Steuerventil ein.

[0008] Beim Einsatz von auswechselbar im Injektor für Kraftstoffeinspritzung untergebrachten Hydraulikmodulen ist sicherzustellen, daß die Schnittstellen der Hydraulikmodule, seien sie aktorbetätigt oder elektromagnetisch betätigt, auf der der Einspritzdüse zugewandten Seite und auf der dieser abgewandten Seite ein leichtes Auswechseln vorzugsweise werkzeuglos gestatten. Damit läßt sich sowohl die das Hydraulikmodul beaufschlagende, den Kraftstoff auf ein höheres Druckniveau verdichtende Pumpeneinheit, als auch die Düsenadelkonfiguration, d.h. die Lagerung der Düsenadel als auch der Düsenraum im wesentlichen einheitlich gestalten. Dies beeinflußt die Produktionskosten vorteilhaft, da zur Variantengestaltung lediglich Anpassungen am Hydraulikmodul erforderlich sind, welches in einer mannigfaltigen Ausführungsweise in großen Stückzahlen produziert und bevorratet werden kann, da dieses Bauteil den Einspritzdruckverlauf eines Injektors maßgeblich bestimmt. Gegenüber dem aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen, bei dem zur Formung des Einspritzverlaufes weitere Modifikationen am Injektor vorzunehmen sind, die sich nicht ausschließlich auf die Auswechslung des Hydraulikmodules beziehen, läßt sich mit der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung den Anforderungen an die Formung eines Einspritzdruckverlaufes in großem Umfang Rechnung tragen.

Zeichnung

[0009] Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend näher erläutert.

[0010] Es zeigt:

Figur 1 Die Prinzipskizze eines Injektors, dessen auswechselbares Hydraulikmodul 2/2-Wegeventile mit Drosselementen enthält,

Figur 1a der mit dem gemäß Figur 1 konfigurierten Injektor erzielbare Einspritzdruckverlauf, aufgetragen über die Zeitachse,

Figur 2 eine Ausführungsvariante eines Hydraulikmodules, mit einem Steuerkolben des Injektorkörpers beaufschlagenden Stellerraum,

Figur 2a der sich mit dem Injektor gemäß Figur 2 einstellende Einspritzdruckverlauf an der Einspritzdüse,

Figuren 3, 4 und 5 Ausführungsvarianten eines Aktor betätigbaren Hydraulikmodules,

Figuren 3a, 4a und 5a die bei Einsatz der Hydraulikmodule gemäß der Figuren 3, 4 und 5 erzielbaren Einspritzdruckverläufe jeweils aufgetragen über die Zeitachse,

Figur 6 die Prinzipskizze eines elektromagnetisch betätigbaren Hydraulikmodules,

Figur 6a der sich bei Einsatz des Hydraulikmodules gemäß Figur 6 einstellende Einspritzdruckverlauf einer Einspritzdüse,

Figur 7 ein Ausführungsbeispiel eines elektromagnetisch betätigbaren Aktors mit parallel angeordnetem Steuerventil und

Figur 8 das in einen Injektor eingebaute elektromagnetisch betätigbare Hydraulikmodul.

Ausführungsvarianten

[0011] Figur 1 zeigt die Prinzipskizze eines Injektors, dessen auswechselbares Hydraulikmodul 2/2-Wegeventile mit zugeordnetem Drosselementen enthält.

[0012] Aus der Darstellung gemäß Figur 1 ist entnehmbar, daß der Injektor 1 ein Injektorgehäuse 2 enthält, in dessen vorderen Bereich eine Düsenadel 3 aufgenommen ist. Die Düsenadel 3 wird am unteren Ende von einem Düsenraum 4 umschlossen, in welchem eine Druckleitung 5 mündet. Die Druckleitung 5 steht in Verbindung mit einem Pumpenraum 8 einer hier lediglich schematisch wiedergegebenen Verdichtungseinheit 7. An den Düsenraum 4 anschließend ist ein die Düsenadel 3 in ihrem verjüngten Bereich umgebender ringförmiger Kanal im Injektorgehäuse 2 des Injektors 1 ausgebildet, welcher im Bereich der Einspritzdüsenöffnung in den Brennraum eines Zylinders einer Verbrennungskraftmaschine mündet.

[0013] Die Verdichtungseinheit 7 - hier lediglich schematisch wiedergegeben - umfaßt einen Pumpenraum 8, in welchem ein Kolbenelement 10 in vertikale Richtung bewegbar ist. Das Kolbenelement 10 weist eine tellerförmig konfigurierte Platte auf, welches sich auf einer den Zylinder der Verdichtungseinheit 7 umgebenden Druckfeder 9 abstützt. Das Kolbenelement 10 wird in der hier dargestellten Prinzipskizze gemäß Figur 1 durch ein rotierendes Nockenelement 11, welches exzentrisch an einer Welle aufgenommen ist, auf und abbewegt. Dadurch stellen sich im Pumpenraum 8 der Verdichtungseinheit 7 Druckpulsationen ein, so daß das im Pumpenraum 8 aufgenommene Kraftstoffvolumen einem höheren Druck ausgesetzt wird und mit höherem Druck in die Druckleitung 5 zum Düsenraum 4 eintritt.

[0014] Im Injektorgehäuse 2 ist eine die Düsenadel 3 beaufschlagende Düsenadelfeder 12 aufgenommen, welche sich am Injektorgehäuse 2 abstützt. Von einer strichpunktierter Linie umgeben ist das aus Figur 1 entnehmbare Hydraulikmodul 14 dargestellt, welches gemäß der Konfiguration aus Figur 1 über ein Aktorelement 13 betätigt wird. In bevorzugter Ausgestaltung des Aktorelementes 13 ist dieses als ein Piezoaktor beschaffen. Der Kolben des Piezoaktors 13 wirkt auf einen die beiden Steuerventile 16 bzw. 17 des Hydraulikmodules 14 parallel betätigbaren Kopplungsraum 15 ein, in welchem ein Steuervolumen aufgenommen ist. Die Steuerventile 16 und 17 des Hydraulikmodules 14 werden gemäß der Konfiguration aus Figur 1 als 2/2-Wegeventile ausgeführt, welche in zwei Stellpositionen schaltbar sind. In einer ersten Stellposition 22 nehmen die 2/2-Wegeventile 16 bzw. 17 ihre Schließstellung ein, während sie in der mit Positionszeichen 23 bezeichneten Schaltzustand ihre Durchflußöffnungsstellung einnehmen. Einem der beiden Steuerventile 16 bzw. 17 ist in Strömungsrichtung von der Druckleitung 5 gesehen ein Gleichdruckventil 18 zugeordnet. Mittels des dem zweiten Steuerventil 17 in seiner offenen Stellung, d.h. Durchflußstellung 23 zugeordneten Gleichdruckventiles 18 läßt sich eine in Figur 1a näher dargestellte Druckaufbauphase 28 realisieren, die durch ein gleichmäßiges Druckniveau gekennzeichnet ist, welches bei der Verwendung eines Gleichdruckventiles 18 unabhängig für alle Drehzahlen und Systemparameter abhängig vom am Gleichdruckventil einstellbaren Druckniveau liegt.

[0015] Neben der Verwendung eines Gleichdruckventiles, wie in der Ausführungsvariante gemäß Figur 1 dargestellt, läßt sich mit dem zweiten Steuerventil 17 auch ein Drosselement 19 vorschalten. Dies kann alternativ zum Gleichdruckventil in die von der Druckleitung 5 zum zweiten Steuerventil 17 führende Zuleitung eingelassen sein.

[0016] Dem zweiten Steuerventil 17 nachgeschaltet ist eine Ablaufleitung 25, die in ein Reservoir 14 mündet. Dem Abzweig zum zweiten Steuerventil 17 gegenüberliegend liegt ein Abzweig zum ersten Steuerventil 16, welches ebenfalls als 2/2-Wegeventil ausgeführt ist, welches von einer Schließstellung 22 in eine Offenstellung 23 und umgekehrt schaltbar ist. Beiden Steuerventilen 16 bzw. 17 sind Rückstellfedern 20 bzw. 21 zugeordnet, die in fertigungstechnisch besonders einfachere Ausführungsweise als Rückstellfedern ausgeführt sein können. Auch dem ersten Steuerventil 16 ist eine Ablaufleitung 25 nachgeordnet, die in ein Reservoir 24 mündet.

[0017] Sind die Steuerventile 16 bzw. 17 durch Beaufschlagung des Aktors 13, in ihre Schließstellung 22 bewegt, sind die Abzweige von der Druckleitung 5 verschlossen und der volle Druck steht im Düsenraum 4, der die Düsenadel 3 umgibt, an, so daß eine Einspritzung erfolgen kann. Mittels des ersten Steuerventiles 16 läßt sich durch kurzzeitiges Öffnen und Schließen eine Voreinspritzung 27 bzw. eine Nacheinspritzung 30 erzielen, während durch das der dem zweiten Steuerventil 17 vorgeschaltete Gleichdruckelement 18 - alternativ ein Drosselement 19 - der Absolutdruck der Druckaufbauphase 28 (Bootphase) eingestellt werden kann.

[0018] Aus der Darstellung gemäß der Figur 1a geht der mit einem gemäß Figur 1 konfigurierten Injektor realisierbare Einspritzdruckverlauf aufgetragen über die Zeitachse näher hervor. Mit Bezugszeichen 26 ist der Verlauf des Einspritzdruckes an der Spitze der Einspritzdüse gekennzeichnet. Die mit dem in Figur 1 prinzipiell dargestellten Hydraulikmodul erzielbare Einspritzung läßt sich im wesentlichen in eine Voreinspritzphase 27 auf einem relativ niedrigen Druckniveau unterteilen, an welche sich eine Druckaufbauphase 28 anschließt. Die Druckaufbauphase 28 ist im wesentlichen gekennzeichnet durch ein konstantes Druckniveau, welches im Vergleich zur sich an die Druckaufbauphase 28 anschließenden Haupteinspritzphase 29 wesentlich geringer liegt. Das im wesentlich gleichmäßig verlaufende Druckniveau der Druckaufbauphase 28 ist durch die Auslegung des Drosselementes 19 bzw. des am Gleichdruckventiles einstellbaren Öffnungsdruckes des Ventiles gegeben und durch diese Parameter beeinflussbar.

[0019] Werden beide Steuerventile 16 bzw. 17 gemäß der Konfiguration aus Figur 1 in ihre Schließstellung 22 bewegt, steht am Düsenraum 4 des Injektorgehäuses 2 der volle Druckgradient des in der Verdichtungseinheit 7 erzeugten

unter hohem Druck stehenden Kraftstoffes an, so daß die Einspritzung in den Verbrennungsraum erfolgen kann.

[0020] Der Haupteinspritzung nachgeschaltet ist eine Nacheinspritzung 30, deren Höchstdruck etwa vergleichbar dem sich einstellenden Höchstdruck während der Voreinspritzphase 27 ist, mit zunehmender Nacheinspritzmenge auch den Höchstdruck der Voreinspritz-Menge überschreiten kann.

[0021] Die Darstellung gemäß Figur 2 zeigt eine Ausführungsvariante eines Hydraulikmodules, mit einem Steuerkolben am Injektor beaufschlagenden Steuerraum innerhalb des Injektorgehäuses.

[0022] Im Unterschied im Zusammenhang mit Figur 1 beschriebenen Prinzipskizze eines erfindungsgemäß konfigurierten Injektors zum Einspritzen von unter hohem Druck stehenden Kraftstoff ist die im Injektorgehäuse 2 aufgenommene Düsennadel 3 gemäß Figur 2 mit einem Steuerkolben 33 versehen. Der Steuerkolben 33 der Düsennadel 3 ragt mit einer Fläche in einen Steuerraum 32 hinein, der im Injektorgehäuse 2 ausgebildet ist. Gemäß dieser Ausführungsvariante läßt sich nicht nur der Düsenraum 4 über die Druckleitung 5 mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagen, sondern über das zweite Steuerventil 17 eines modifizierten Hydraulikmodules 31 auch der Steuerraum 32, dem ablaufseitig eine Ablaufdrossel 34 nachgeschaltet sein kann. Dadurch lassen sich die in Figur 1 mit Bezugszeichen 35 bezeichneten Druckverläufe einstellen, da nun eine weitere Ansteuerungsmöglichkeit der Düsennadel 3 zur Verfügung steht. Demzufolge ist das aus Figur 2 hervorgehende Hydraulikmodul 31 dadurch modifiziert, daß zwar zwei Steuerventile 16 bzw. 17 aufgenommen sind, die als 2/2-Wegeventile ausgeführt sein können, wobei dem zweiten Steuerventil 17 jedoch kein Drosselement in Gestalt einer in Figur 1 gezeigten Drossel 19 bzw. eines Gleichdruckventiles 18 vorgeschaltet ist. Dadurch ist der Injektor, an dem ein modifiziertes Hydraulikmodul 31 eingesetzt wird, auch nicht in der Lage - vergleiche Darstellung des Einspritzdruckverlaufes gemäß Figur 2a - eine Druckaufbauphase während des Einspritzverlaufes zu erzeugen, die der Haupteinspritzung 29 vorzuschalten ist.

[0023] Der Aufbau der Verdichtungseinheit 7 die Ablaufleitungen sowie der Aufbau des Injektorgehäuses im Bereich der Einspritzdüse ist analog zur in Figur 1 bereits beschriebenen Ausführungsvariante eines erfindungsgemäß vorgeschlagenen Injektors.

[0024] Figur 2a zeigt den sich mit der Ausführungsvariante des Hydraulikmodules gemäß Figur 2 einstellenden Einspritzdruckverlauf, der im wesentlichen durch eine fehlende Druckaufbauphase 28 gekennzeichnet ist, wohingegen der Verlauf des Druckaufbaus während der Haupteinspritzphase 29 verschiedenen Gradienten 35 gehorchen kann. Im Vergleich zur Darstellung gemäß Figur 1a läßt sich mit der Ausführungsvariante des Piezoaktor betätigten Hydraulikmodules 31 gemäß der Prinzipskizze nach Figur 2 eine Nacheinspritzung 30 erzielen, die eine im Gegensatz zur Voreinspritzung 27 wesentlich höhere Druckspitze hat, die nahezu dem sich während der Haupteinspritzphase 29 einstellenden maximalen Einspritzdruck entspricht.

[0025] Aus den Figuren 3, 4 und 5 gehen Ausführungsvarianten eines Aktor betätigten Hydraulikmodules näher hervor.

[0026] Bei den in Figuren 3, 4 und 5 dargestellten Hydraulikmodulen 14, 31 bzw. 36 handelt es sich sämtlich um durch einen Aktor 13 vorzugsweise einen Piezoaktor, betätigbare Hydraulikmodule, an denen der Aktor 13 auf einen Kopplungsraum 15 bzw. 39 einwirkt, der an der Einspritzdüse 6 abgewandten Stirnseite der Hydraulikmodule 14, 31 bzw. 36 ausgebildet ist. Der Kopplungsraum 15 bzw. 39 stellt daher die Schnittstelle zum serienmäßig konfigurierten Injektorgehäuse 2 dar. Die der Einspritzdüse 6 zugewandte Stirnseite des Aktor betätigbaren Hydraulikmodules 14, 31 und 36 ist im wesentlichen durch den dort vorgesehenen hydraulischen Kopplungsraum 15 bzw. 39 gegeben, während die Einbaulage der Aktor betätigten Hydraulikmodule 14, 31 und 36 im Injektorgehäuse 2 durch die Lage der Ventilöffnungen der beiden Steuerventile 16 und 17 im Injektorgehäuse 2 definierbar ist.

[0027] Das in Figur 3 dargestellte Hydraulikmodul 14 entspricht im wesentlichen der in Figur 1 als beschriebenen Prinzipskizze; der in Figur 3a wiedergegebene Druckverlauf entspricht dem in Figur 1a dargestellten Druckverlauf mit Voreinspritzphase 27, Druckaufbauphase 28 (Bootphase), Haupteinspritzphase 29 und Nacheinspritzung 30 mit identisch zur Voreinspritzung 27 verlaufendem Druckmaximum.

[0028] Aus der Darstellung gemäß Figur 3 geht hervor, daß das Druckabblaseventil 18 eines Injektors 1 partiell von der Düsennadelfeder 12 umschlossen ist.

[0029] Aus der Darstellung gemäß Figur 4 geht das Hydraulikmodul 31 näher hervor, dessen Prinzipskizze bereits im Zusammenhang mit der Figurenbeschreibung zu Figur 2 erläutert ist; ferner ist in Figur 4a der sich einstellende Druckverlauf an einem Injektor wiedergegeben, in welchem als Hydraulikmodul das modifizierte Hydraulikmodul 31 eingesetzt ist, welches zwei zueinander im wesentlichen parallel angeordnete Steuerventile 16, 17 enthält, die vorzugsweise als 2/2-Wegeventile ausgeführt sind. Mit Bezugszeichen 22 ist die Schließstellung der beiden Ventilkörper der Steuerventile 16 und 17 dargestellt, während Position 15 den hydraulischen Kopplungsraum der beiden Steuerventile 16, 17 bezeichnet, über welchen diese über einen Piezoaktor 13 parallel betätigbar sind. Der in Figur 4a dargestellte Einspritzdruckverlauf entspricht im wesentlichen dem Einspritzdruckverlauf aus der Darstellung gemäß Figur 2a.

[0030] Aus der Darstellung gemäß Figur 5 geht ein weiter modifiziertes Hydraulikmodul in schematischer Darstellung hervor.

[0031] Im Unterschied zu den Hydraulikmodulen 14 und 31 enthält das weiter modifizierte Hydraulikmodul 36 ledig-

lich ein 2/2-Wegeventil 37, während das weitere Steuerventil als ein 2/3-Wegeventil 38 ausgeführt ist. Mit Bezugszeichen 25 ist eine dem 2/2-Wegeventil 37 zugeordnete Ablaufleitung bezeichnet, während Bezugszeichen 40 die Ablaufdrossel eines Steuerraumes bezeichnet, der in den unteren Bereich des weiter modifizierten Hydraulikmoduls 36 hineinragt. Mit Bezugszeichen 41 ist die Schließstellung der beiden Ventile 37, 38 bezeichnete Position wiedergegeben. Auch bei dem weiter modifizierten Hydraulikmodul 36 gemäß der Darstellung aus Figur 5 ist ein hydraulischer Kopp-

5 lungenraum 39 vorgesehen, durch welchen die beiden Ventile 37 bzw. 38 durch einen Aktor parallel angesteuert werden können.

[0032] Aus der Darstellung gemäß Figur 5a geht der mit dem weiter modifizierten Hydraulikmodul 36 erzielbare Einspritzdruckverlauf näher hervor.

10 **[0033]** An eine Einspritzphase 27, die ein relativ niedriges Druckmaximum aufweist, schließt sich eine Druckaufbauphase 28 (Bootphase) an. Das Ventil in Bohrung 38 bleibt teilweise geöffnet, wodurch nicht der volle Druck aufgebaut wird (3. Schaltstellung). An die Bootphase 28 schließt sich eine Haupteinspritzung 29 an. Da gemäß mit dem weiter modifizierten Hydraulikmodul 36 gemäß Figur 5 neben der Steuerung des Düsenraumes 4 ein Steuerraum 32 analog zur in Figur 2 ausgeführten Konfiguration zur Verfügung steht, lassen sich an der Düsennadel 3, welche mit dem weiter

15 modifizierten Hydraulikmodul 36 angesteuert wird, unterschiedliche Druckgradienten 35 gemäß Figur 5a zur Herbeiführung der Haupteinspritzung einstellen. An die Haupteinspritzphasen 29 schließt sich eine Nacheinspritzung 30 an, deren Druckmaximum in etwa dem sich bei der Haupteinspritzung 29 einstellenden Druckmaximum entspricht.

[0034] Aus der Darstellung gemäß Figur 6 geht die Prinzipskizze eines elektromagnetisch betätigbaren Hydraulikmoduls näher hervor.

20 **[0035]** Die Verdichtungseinheit 7 des Injektors 1 gemäß der Darstellung aus Figur 6 enthält einen Pumpenraum 8, in welchen ein Kolbenelement 10 eintaucht. Das Kolbenelement 10 ist einerseits durch eine Feder mit einer Rückstellkraft beaufschlagt und wird andererseits durch einen exzentrisch an einer umlaufenden Welle gelagerten Nocken 11 im Vertikalbewegung versetzt. Dadurch gelangt unter hohem Druck stehender Kraftstoff durch die Druckleitung 5 in den Düsenraum 4, welcher die Düsennadel 3 des Injektors 1 im Injektorgehäuse 2 umschließt.

25 **[0036]** Über die Druckleitung 5 wird ein Hydraulikmodul 42 beaufschlagt, welches zwei elektromagnetisch betätigbare 2/2-Wegeventile 43 bzw. 44 enthält. An diesen sind die diese betätigenden Magnetspulen 45 bzw. 46 schematisch skizziert. Das elektromagnetisch betätigbare Hydraulikmodul 42 gemäß der Darstellung gemäß Figur 6 entspricht im wesentlichen der bereits in der Prinzipskizze zu Figur 1 dargestellten Ausführungsvariante eines Aktor betätigten Hydraulikmoduls 14. Analog zur Darstellung des aktorbetätigten Hydraulikmoduls 14 gemäß Figur 1 ist der Darstellung

30 des Hydraulikmoduls 42 gemäß Figur 6 entnehmbar, daß dem zweiten 2/2-Steuerventil 44 entweder ein Gleichdruckventil 18 bzw. ein Drosselelement 19 zugeordnet werden kann.

[0037] An das erste 2/2-Wegeventil 43 schließt sich eine Ablaufleitung 25 an, ebenso wie an das zweite 2/2-Wegeventil 44 über welche das Hydraulikmodul 42 und damit die Druckleitung 5 in ein Reservoir 24 druckentlastbar ist.

35 **[0038]** Der aus Figur 6a hervorgehende Einspritzdruckverlauf 26 entspricht, da das Hydraulikmodul 42 dem Hydraulikmodul 14 gemäß Figur 1 im wesentlichen bis auf die Betätigungsvariante, dem in Figur 1a dargestellten Einspritzverlauf mit Voreinspritzphase 27, Druckaufbauphase 28 (Bootphase) und sich daran anschließender allmählicher Druckzunahme während der Haupteinspritzung 29. An das Ende der Haupteinspritzung 29 schließt sich eine Nacheinspritzung 30 an, deren Druckmaximum im wesentlichen mit dem Druckmaximum übereinstimmt, welches sich während der Voreinspritzphase 27 einstellt; mit zunehmender Nacheinspritzmenge kann dieses Maximum jedoch noch überschritten werden.

40 **[0039]** Figur 7 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines elektromagnetisch betätigbaren Aktors mit parallel angeordneten Steuerventilen.

[0040] Aus der Darstellung gemäß Figur 7 geht in schematischer Ansicht ein elektromagnetisch betätigbares Hydraulikmodul 42. Die beiden Steuerventile 43 bzw. 44 sind parallel zueinander leicht höhenversetzt im Hydraulikmodul 42 angeordnet. Die Magnetspulen 45, 46 arbeiten mit an den Ventilnadeln der Steuerventile 43 aufgenommenen Ankerplatten zusammen, welche durch die Bestromung der Magnetspulen 45, 46 erzeugte Vertikalbewegung an die Steuerkörper der Steuerventile 43 bzw. 44 weiterleiten. Dem zweiten 2/2-Wegeventil ist ein Ringraum 48 zugeordnet, der über eine Ablaufleitung 42 druckentlastbar ist und weiterhin mit dem mittig zur Symmetrielinie des Hydraulikmoduls 42 gemäß der Darstellung aus Figur 7 angeordneten Steuerraum in Verbindung steht.

50 **[0041]** Aus Figur 8 schließlich ist das in einem Injektorgehäuse aufgenommene elektromagnetisch betätigbare Hydraulikmodul in seiner eingebauten Lage entnehmbar.

[0042] Die Bauhöhe des Injektors 1 gemäß der Darstellung aus Figur 8 ist mit Bezugszeichen 50 gekennzeichnet, wobei die Verdichtungseinheit 7, die schematisch den Figuren 1, 2 und 6 entnommen werden kann, in der Darstellung gemäß Figur 8 fortgelassen wurde. Über die Verdichtungseinheit 7 läßt sich das Hydraulikmodul 42 mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagen.

55 **[0043]** Die Hydraulikmodule, seien sie elektromagnetisch betätigbar, wie das Hydraulikmodul 42 oder über einen Aktor betätigbar, wie die in den vorhergehenden Figuren beschriebenen Hydraulikmodule 14, 31 und 36 mit 2/2-Wegeventilen oder 2/3-Wegeventilen oder Gleichdruckelementen oder Drosselementen, sind an ihren der Einspritzdüse

6 zugewandten Stirnseite bzw. diese abgewandten Stirnseite standardisiert ausgeführt, so daß sich die Hydraulikmodule 14, 31, 36 und 42 leicht am im Injektorgehäuse 2 des Injektors 1 auswechseln lassen. Die Hydraulikmodule stellen die den Einspritzverlauf festlegenden Bauelemente eines Injektors 1 dar, wobei die verschiedenen mit unterschiedlichen Ausführungsvarianten der Hydraulikmodulen 14, 31 und 36 erzielbaren Einspritzdruckverläufe beispielhaft in den Figuren 3a, 4a und 5a wiedergegeben sind. Je nach Höhe des Druckniveaus in der Voreinspritzphase bzw. des Druckniveaus in der Druckaufbauphase 28 können diese Parameter durch die Dimensionierung der Hydraulikmodule 14, 31, 36 und 42 eingestellt werden, ebenso die sich einstellenden Druckgradienten 35 im Verlauf der Haupteinspritzphase 29. Ebenso läßt sich über die Modularität der eingesetzten Hydraulikmodule die Absoluthöhe des sich während der Nacheinspritzphase 30 einstellenden Druckes bestimmen. Durch Einbau unterschiedlicher Hydraulikmodule lassen sich an einem sonst baugleichen Injektor die unterschiedlichsten Einspritzdruckverläufe, d.h. geformte Einspritzverläufe realisieren, die sonst nur über unterschiedliche Ansteuerparameter mit entsprechendem Aufwand über Steuergeräte herbeizuführen sind. Damit bietet die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung eine vorteilhafte Möglichkeit, mit minimalen Änderungen an standardisierten Injektorgehäusen zwei unterschiedliche Einspritzdruckverläufe zu realisieren, so daß das gesamte Spektrum der Anforderungen an unterschiedliche Einspritzdruckverläufe erfüllt werden kann.

Patentansprüche

1. Injektor zum Einspritzen des Kraftstoffes in die Brennräume einer Verbrennungskraftmaschine, wobei der in einer Verdichtungseinheit (7) komprimierte Kraftstoff über eine Druckleitung (5) einem Düsennadel (3) des Injektors umgebenden Düsenraum (4) zuführbar ist, welcher mit der in die Brennräume der Verbrennungskraftmaschine ragenden Einspritzdüse (6) in Verbindung steht, wobei im Injektor (1) eine Fluidsteuerungseinheit enthalten ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Fluidsteuerungseinheit als im Gehäuse (2) des Injektors (1) auswechselbar angeordnetes Hydraulikmodul (14, 31, 36, 42) beschaffen ist, welches entweder aktor- oder elektromagnetisch betätigbar ist.
2. Injektor gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der aktor- oder elektromagnetisch betätigbare Hydraulikmodul (14, 31, 36) auf der der Düsennadel (3) abgewandten Seite des Hydraulikmoduls (14, 31, 36) mit einem hydraulischen Kopplungsraum (15, 39) versehen sind.
3. Injektor gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** im aktor- oder elektromagnetisch betätigbaren Hydraulikmodul (14, 31) über den hydraulischen Kopplungsraum (15) beaufschlagbare 2/2-Wegeventile (16, 17) aufgenommen sind, wobei einem der 2/2-Wegeventile (16, 17) ein Gleichdruckventil (18) vor- oder nachgeschaltet.
4. Injektor gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** einem der im aktor- oder elektromagnetisch betätigten, auswechselbaren Hydraulikmodul (14, 31) über den Kopplungsraum (15) beaufschlagbaren 2/2-Wegeventile (16, 17) ein Drossel-element (18, 19) zugeordnet ist.
5. Injektor gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** im aktor- oder elektromagnetisch betätigten, auswechselbaren Hydraulikmodul (36) ein 2/2-Wege-Ventil (37) sowie ein 2/3-Wegeventil (38) aufgenommen sind.
6. Injektor gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das auswechselbare elektromagnetisch betätigbare Hydraulikmodul (42) 2/2-Wegeventile (43, 44) enthält, die über Magnetspule (45, 46) betätigbar sind, wobei die 2/2-Wegeventile (43, 44) parallel zueinander im Hydraulikmodul (42) untergebracht sind.
7. Injektor gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** das auswechselbare, elektromagnetisch betätigbare Hydraulikmodul (42) auf der der Einspritzdüse (6) abgewandten Seite des Hydraulikmoduls (42) mit Magnetspulen (45, 46) bestückt ist.
8. Injektor gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** im elektromagnetisch betätigbaren, auswechselbaren Hydraulikmodul (42) 2/2-Wegeventile (43, 44) aufgenommen sind, von denen einem ein Gleichdruckventil (18) zugeordnet ist.
9. Injektor gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** im elektromagnetisch betätigbaren auswechselbaren Hydraulikmodul (42) einem der 2/2-Wegeventile (43, 44) ein Drossel-element zugeordnet ist.
10. Injektor gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die der Einspritzdüse (6) zugewandte Seite des Hy-

EP 1 211 411 A2

draulikmodules (14, 31, 36, 42) Ansteuerungseinrichtungen (32, 34, 12) der Düsennadel (3) gegenüberliegend positioniert ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

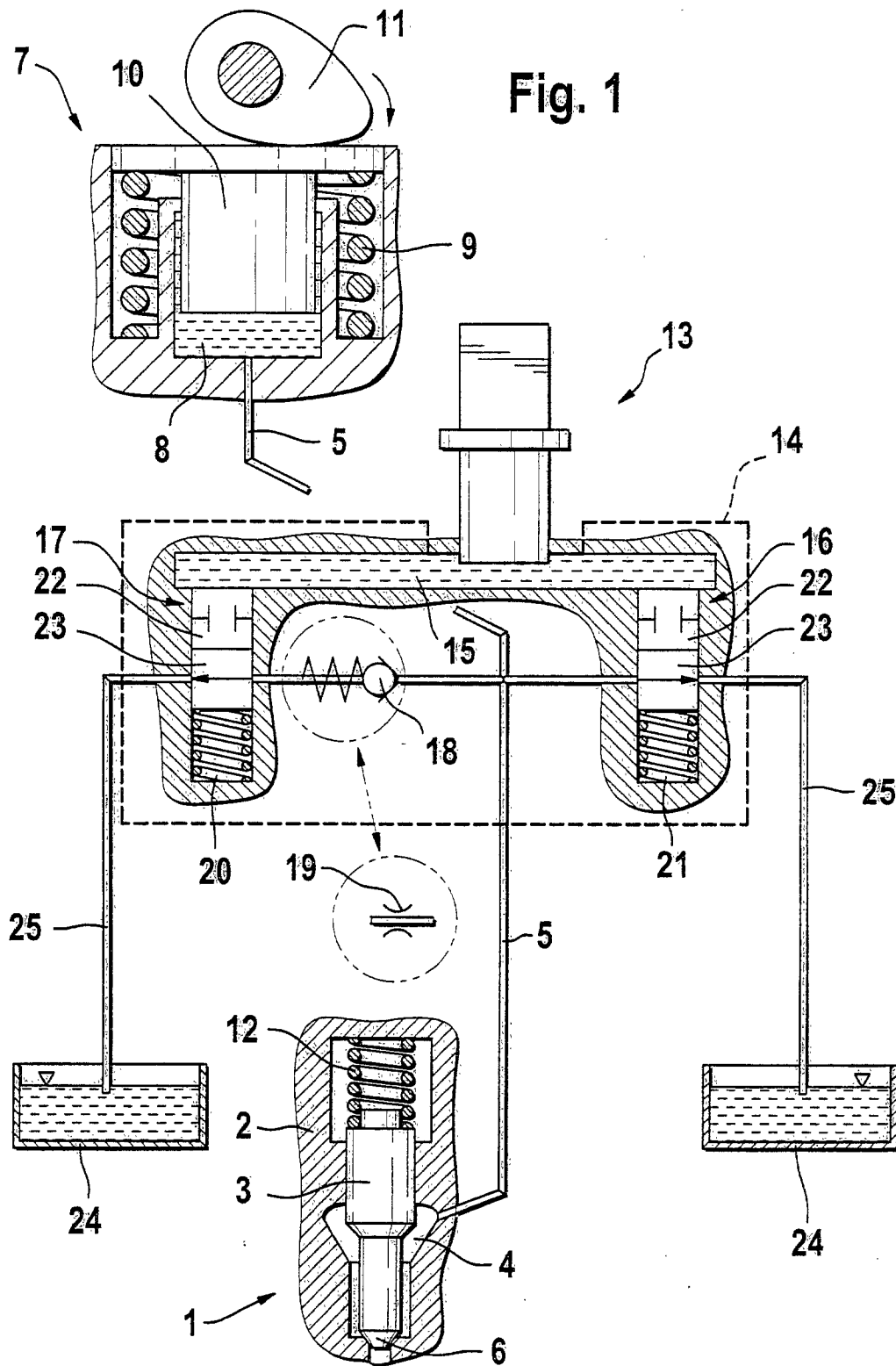
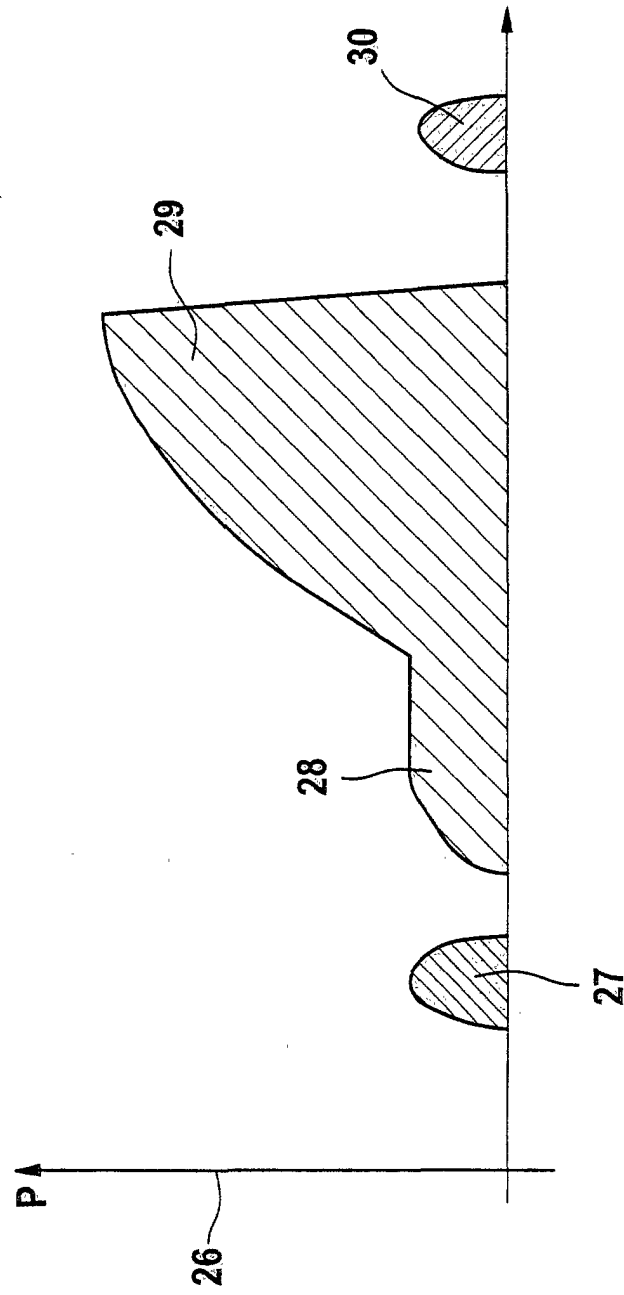


Fig. 1a



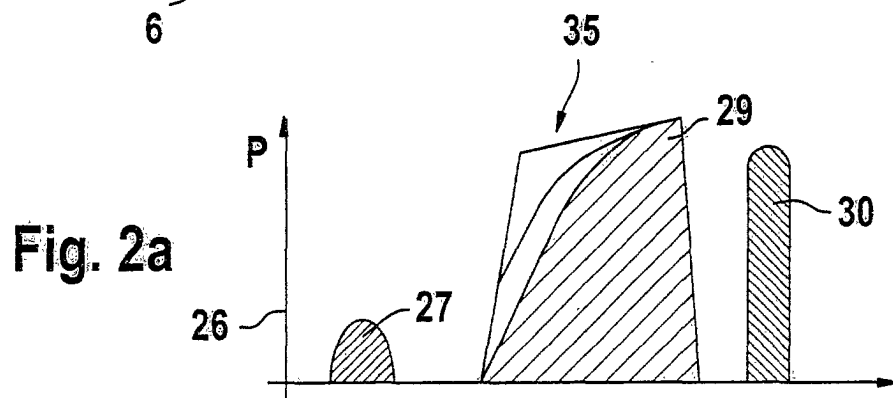
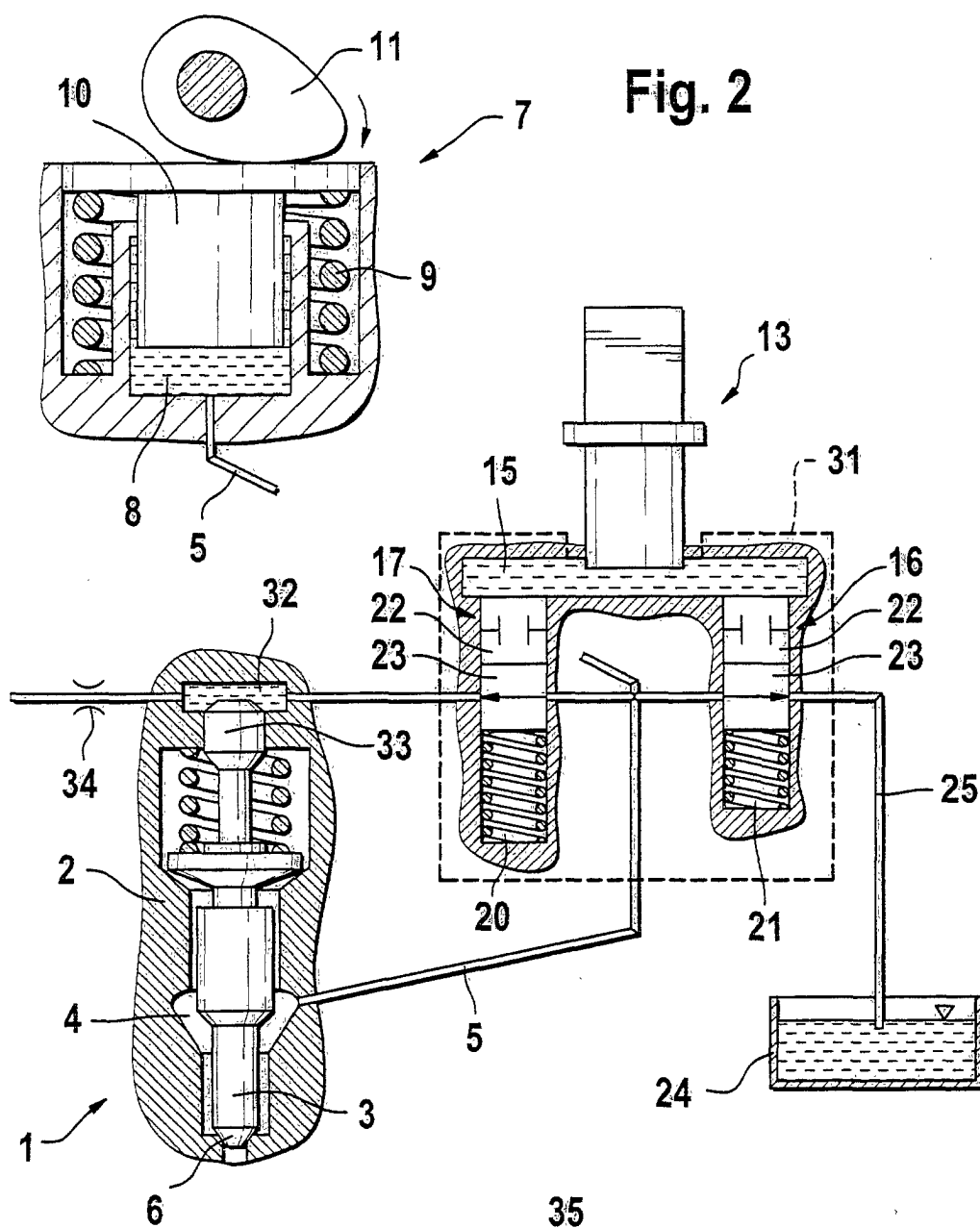


Fig. 3

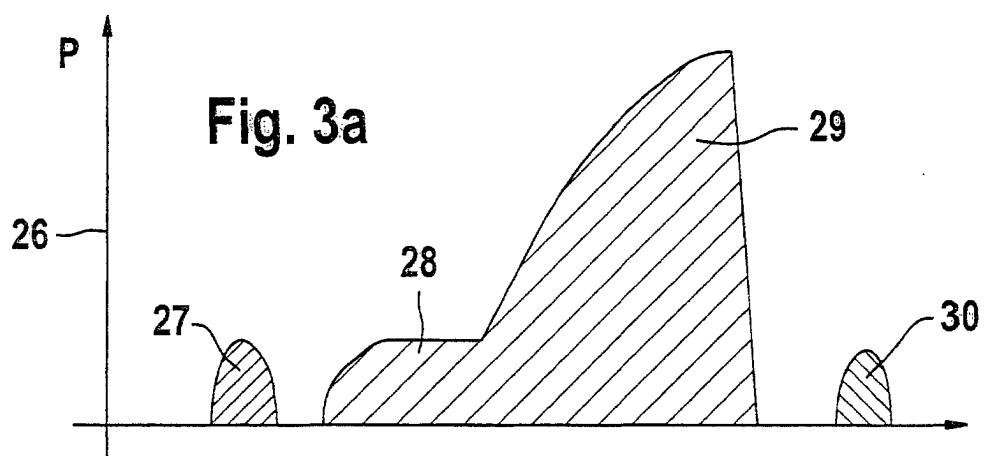
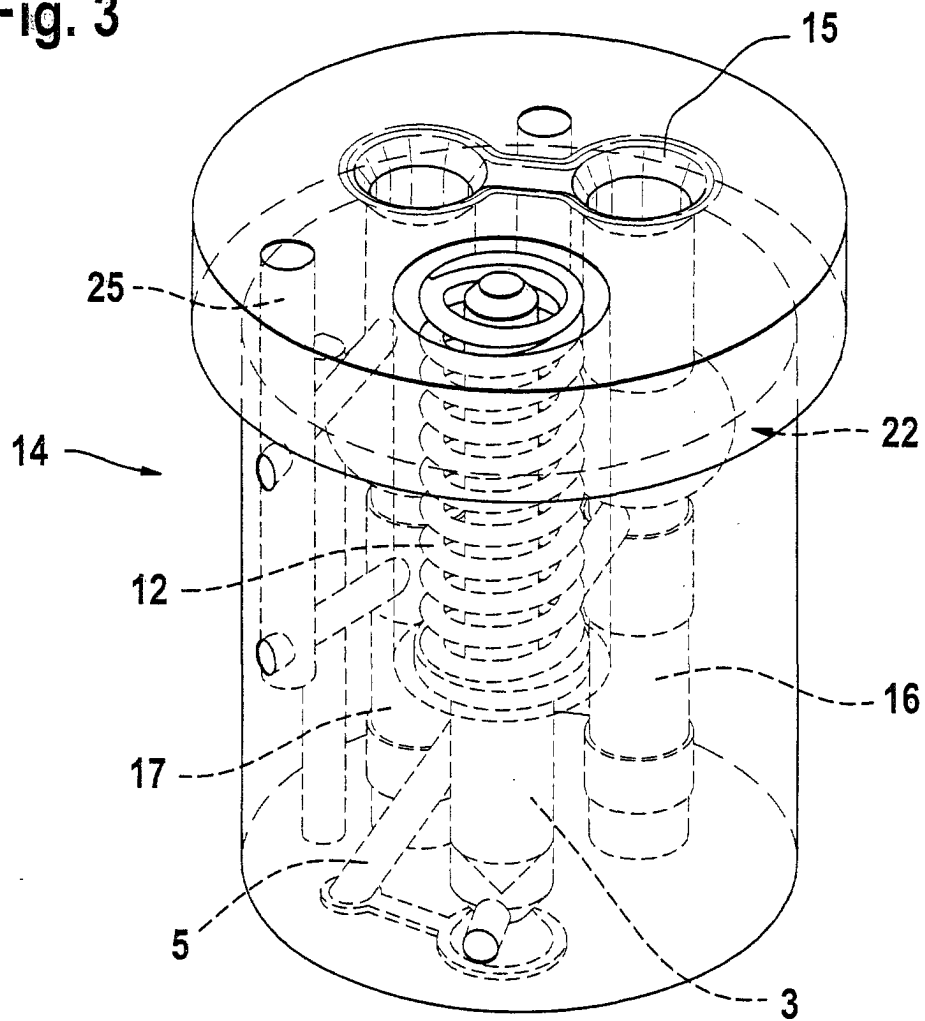


Fig. 4

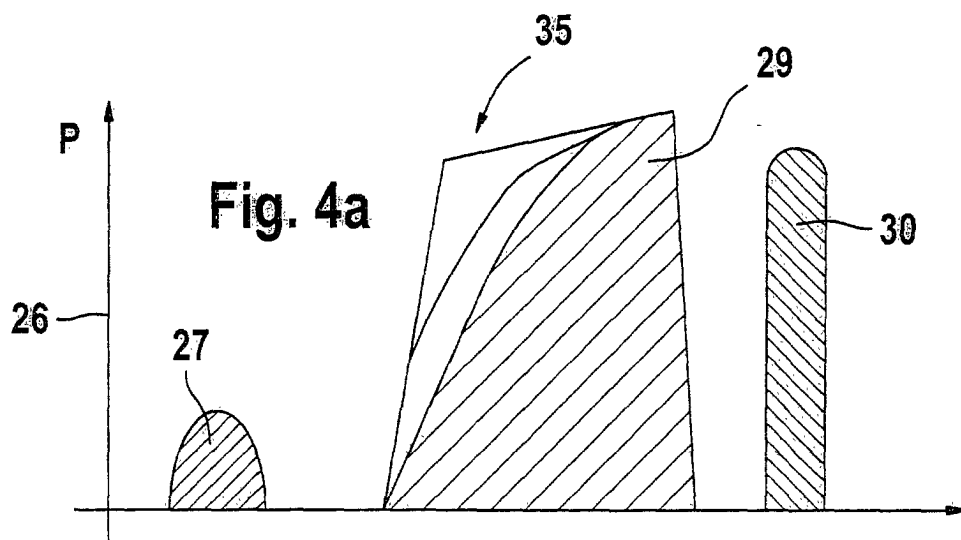
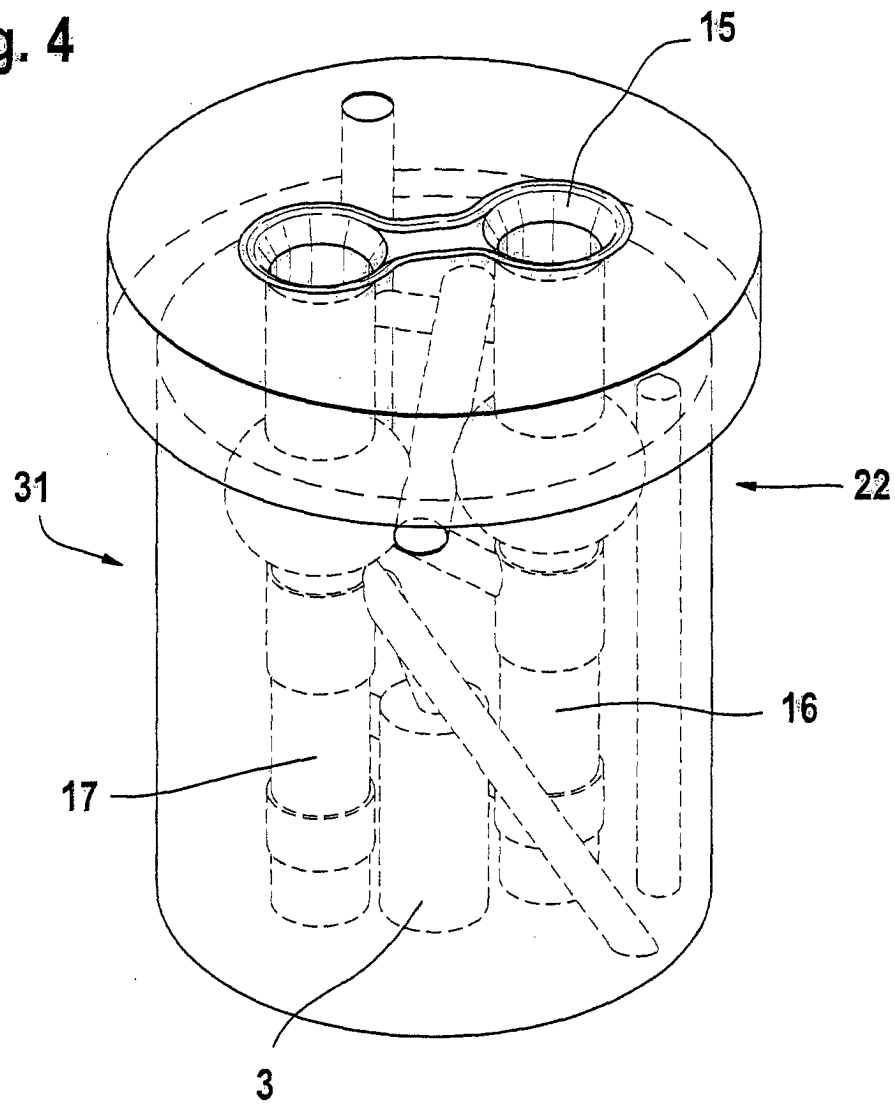
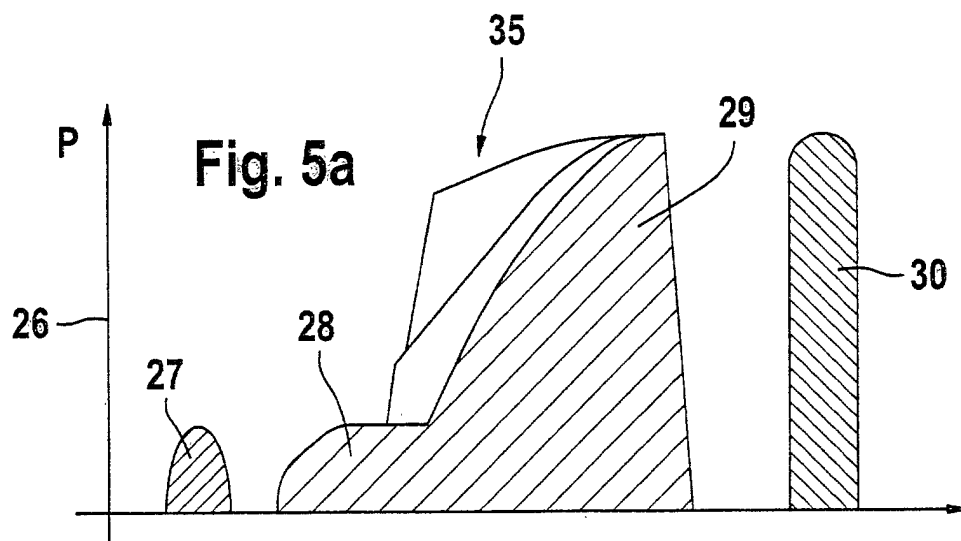
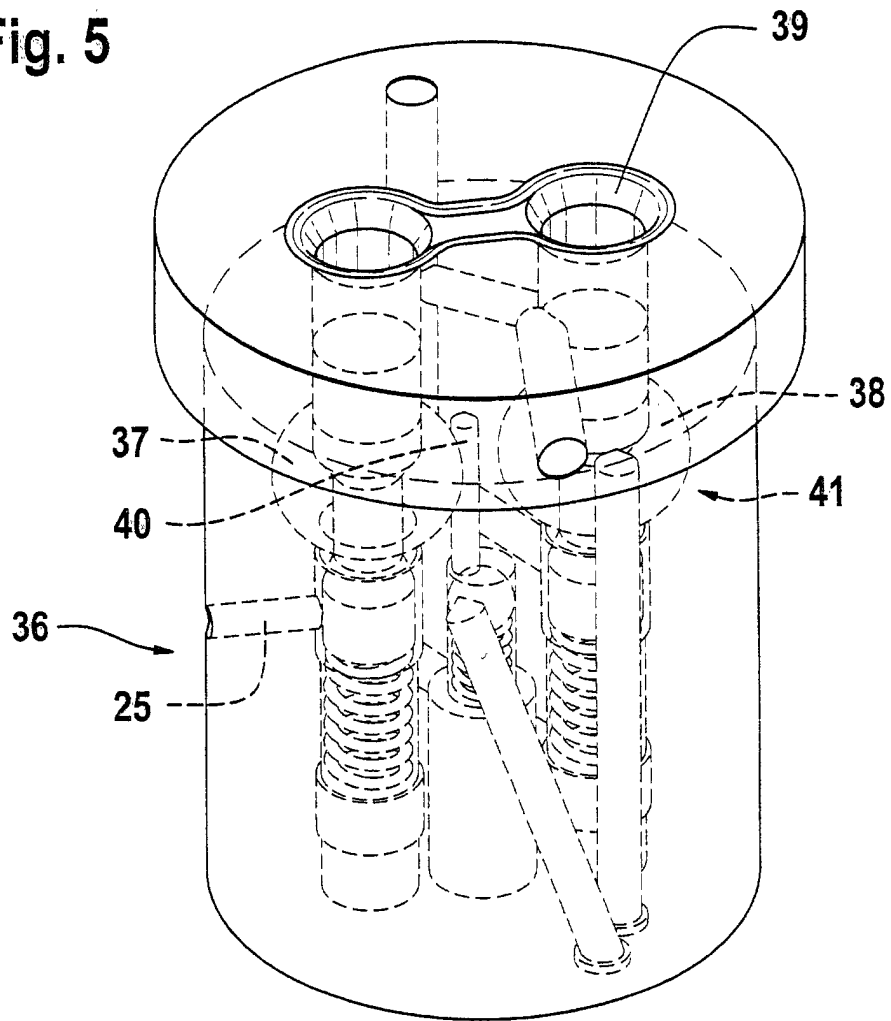


Fig. 5



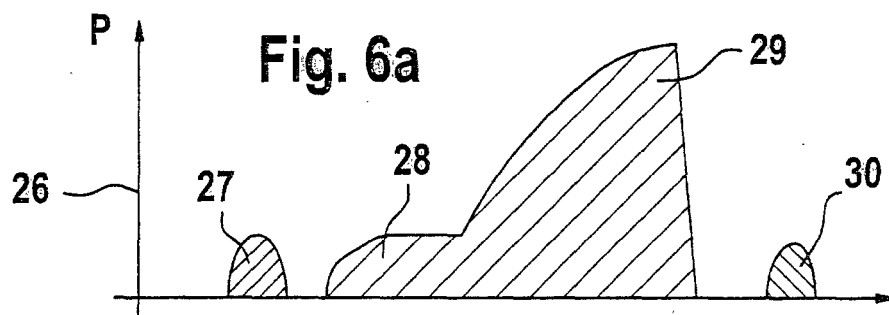
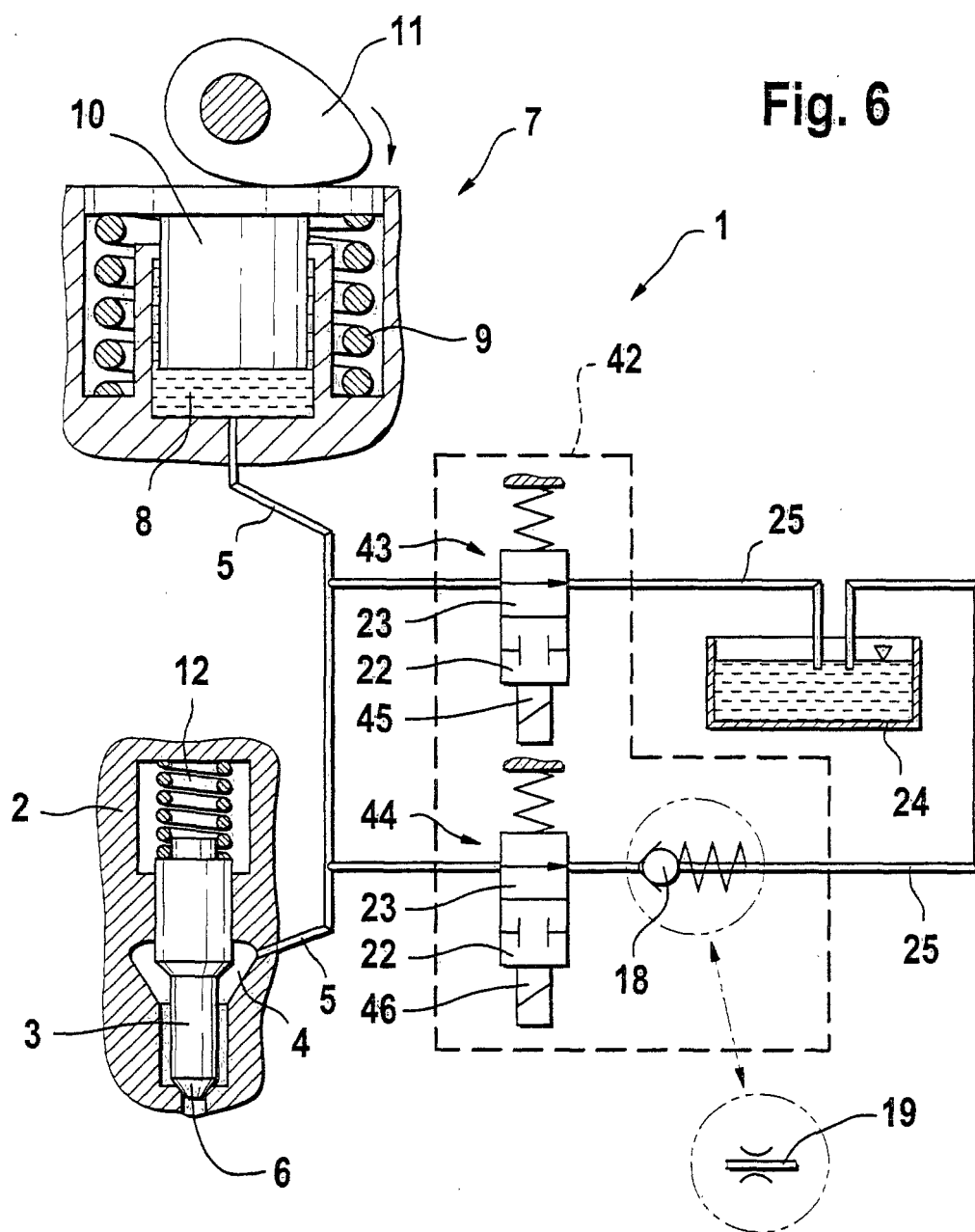


Fig. 7

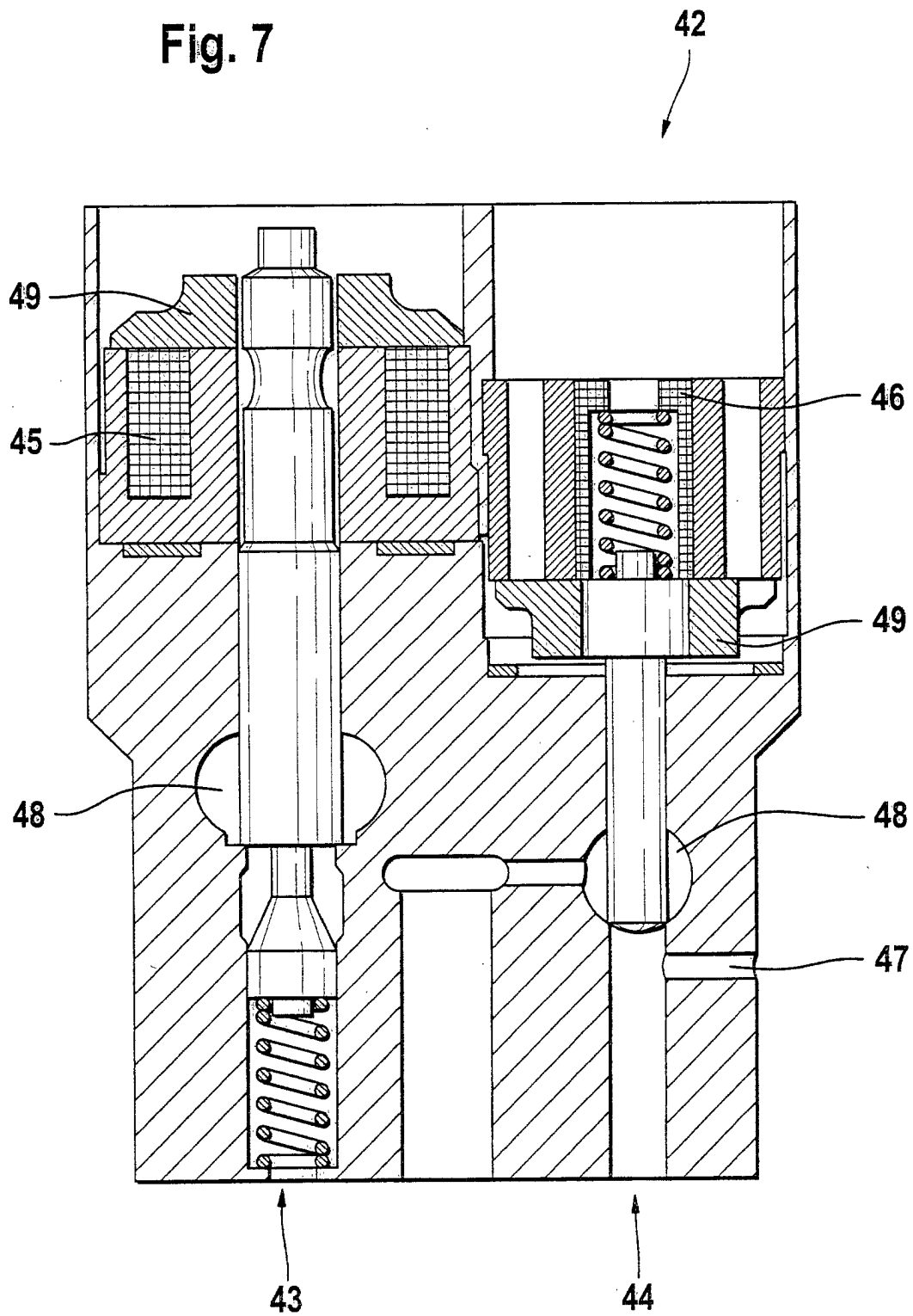


Fig. 8

