



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 252 436 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**17.05.2006 Patentblatt 2006/20**

(51) Int Cl.:  
**F02M 57/02 (2006.01) F02M 59/10 (2006.01)**  
**F02M 59/46 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **01911336.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE2001/000080**

(22) Anmeldetag: **11.01.2001**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2001/053696 (26.07.2001 Gazette 2001/30)**

(54) **EINSPRITZEINRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM EINSPRITZEN VON FLUID**

INJECTION DEVICE AND METHOD FOR INJECTING A FLUID

SYSTEME D'INJECTION ET PROCEDE POUR INJECTER UN FLUIDE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**

(72) Erfinder:  
• **MAHR, Bernd**  
**73207 Plochingen (DE)**  
• **KROPP, Martin**  
**71732 Tamm (DE)**  
• **MAGEL, Hans-Christoph**  
**72793 Pfullingen (DE)**

(30) Priorität: **20.01.2000 DE 10002272**  
**23.02.2000 DE 10008268**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**30.10.2002 Patentblatt 2002/44**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 562 046 EP-A- 0 829 640**  
**WO-A-01/29409 US-A- 5 143 291**  
**US-A- 5 967 413**

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

**EP 1 252 436 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

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Einspritzeinrichtung und ein Verfahren zum Einspritzen von Fluid nach dem Oberbegriff der unabhängigen Ansprüche.

Stand der Technik

**[0002]** Eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Einspritzen von Kraftstoff sind beispielsweise aus der EP 0 562 046 B 1 bekannt. Die Grundanforderung an ein solches System besteht darin, die Kraftstoffeinspritzung mit einem möglichst großen Einspritzdruck vorzunehmen. Ein hoher Einspritzdruck hat positive Einflüsse auf die Funktion eines Motors; zum Beispiel werden die Schadstoffemissionen und der Kraftstoffverbrauch herabgesetzt. Zur Realisierung des hohen Einspritzdruckes ist ein Druckverstärker vorgesehen, welcher durch eine hydraulische Übersetzung einen primären, etwa von einem Druckspeicher zur Verfügung gestellten Druck in den erwünschten hohen Einspritzdruck umsetzt. Durch die geeignete Wahl der mit Kraft beaufschlagten Flächen und die Gegenkräfte elastischer Mittel kann eine geeignete Druckverstärkung eingestellt werden.

**[0003]** Die Ansteuerung von Druckverstärker und Einspritzdüse kann so erfolgen, dass zwei 2/2-Ventile vorgesehen sind, die jeweils von zwei getrennten Stellelementen angesteuert werden. Für jedes Stellelement ist dabei eine separate Ansteuerlektronik vorzusehen. Durch geeignete Abstimmung der Ansteuerlektroniken lassen sich Schaltabfolgen erreichen, mit denen unterschiedliche Einspritzvorgänge realisiert werden können. Allerdings ist die beschriebene apparative Lösung aufwendig.

**[0004]** Eine Druckverstärkung ist insbesondere im Zusammenhang mit einem Common-Rail-System nützlich. Bei der Speichereinspritzung "Common-Rail" sind die primäre Druckerzeugung und die Einspritzung entkoppelt. Der Einspritzdruck wird unabhängig von der Motordrehzahl und der Einspritzmenge erzeugt und im "Rail" (Kraftstoffspeicher) für die Einspritzung bereitgestellt. Auf diese Weise lässt sich grundsätzlich ein günstiger Einspritzverlauf realisieren, da insbesondere Einspritzdruck und Einspritzmenge für jeden Betriebspunkt des Motors unabhängig voneinander festgelegt werden können. Allerdings ist der Druck im Common-Rail zur Zeit noch auf ca. 1600 bar begrenzt, so dass aus Emissionsgründen und Gründen des Kraftstoffverbrauchs eine Erhöhung des Druckes erwünscht ist. Zur Zeit sind Druckverstärker mit einem Übersetzungsverhältnis von 1:7 bekannt. Ein Druckverstärker in Kombination mit einem Common-Rail-System könnten somit besonders gute Ergebnisse liefern.

**[0005]** In der nachveröffentlichten internationalen Patentanmeldung WO 01/29409 A1 wird bereits vorgeschlagen, eine Einspritzeinrichtung mit Einspritzdüsen und mit einem Druckverstärker durch zwei gemeinsam betätigbare 2/2-Ventile anzusteuern, wobei die beiden

2/2-Ventile von einem gemeinsamen Stellelement über einen gemeinsamen hydraulischen Kopplungsraum betätigt werden. Die beiden 2/2-Ventile sind dabei derart hydraulisch mit dem Druckverstärker verbunden, dass die Schaltzustände der beiden 2/2-Ventile den Druckverstärker ansteuern, so dass die Ansteuerung der Einspritzdüsen immer über den Druckverstärker erfolgt.

Vorteile der Erfindung

**[0006]** Die erfindungsgemäße Einspritzeinrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren haben den Vorteil, dass sich mit einem einzigen Stellelement über zwei 2/2-Ventile unterschiedliche Einspritzraten für die Einspritzungen erzielen lassen, was insbesondere im Zusammenhang mit der Verwendung der Erfindung bei einem Common-Rail-System nützlich ist.

**[0007]** Mit der Erfindung ist es möglich, den apparativen Aufwand bei der Verwendung von zwei Ventilen weiter zu verringern. Ein einziger Kopplungsraum reicht aus, da sich die 2/2-Ventile in geeigneter Weise aufeinander abstimmen lassen. Beispielsweise kann erreicht werden, dass die Ventile durch eine geeignete Einstellung hydraulischer Druckflächen und elastischer Mittel zu unterschiedlichen Zeitpunkten bzw. zu unterschiedlichen Aktivierungszuständen (Teilhub/Vollhub) auf die Betätigung durch das Weiterhin zeigt die US-5 143 291 einen Injektor mit einem mittels eines Solenoids betätigten Vorsteuerventil, welches ein Tellerventil und ein Entleerungsventil betätigt. Ein Druckverstärker zum Verstärken des primären Drucks ist vorgesehen. Die EP-0 829 640 A2 zeigt einen Injektor, welcher einen ersten Solenoid und einen zweiten Solenoid aufweist, um jeweils ein Ventil zu betätigen. Weiterhin offenbart diese Druckschrift ebenfalls einen Druckverstärker.

**[0008]** Stellelement reagieren. Der hydraulische Kopplungsraum kann auch einer Kraft-Weg-Übersetzung und dem Ausgleich von Toleranzen, z.B. Längenänderungen dienen.

**[0009]** Vorzugsweise wird der primäre Druck von einem Common-Rail zur Verfügung gestellt. Es ist somit möglich, die Vorteile eines Common-Rail-Systems mit der druckverstärkten Einspritzeinrichtung zu kombinieren. Der Common-Rail-Druck, welcher zur Zeit auf ca. 1600 bar begrenzt ist, kann druckverstärkt werden; somit werden Emissionen und der Kraftstoffverbrauch reduziert.

**[0010]** Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Einspritzsystem hubgesteuert ist. Es liegt somit ein Steuerraum vor, über dessen Entlastung sich die Einspritzdüse öffnen lässt. Auf diese Weise ist es möglich, bei einem vergleichsweise geringen Druck im Zuführbereich der Einspritzdüse, die Einspritzdüse gleichwohl zu öffnen und so eine Einspritzung - etwa eine Voreinspritzung - mit geringem Druck vorzunehmen, zum Beispiel bei Rail-Druck.

**[0011]** Vorzugsweise verschließt das erste 2/2-Ventil in einem ersten Zustand einen Steuerraum für eine Hub-

steuerung, und das erste 2/2-Ventil öffnet in einem zweiten Zustand den Steuerraum für die Hubsteuerung. Eine Betätigung des ersten 2/2-Ventils reicht somit aus, um eine Einspritzung zu veranlassen.

**[0012]** Bevorzugt trennt das zweite 2/2-Ventil in einem ersten Zustand einen Rückraum des Druckverstärkers von einem Rücklaufsystem, und das zweite 2/2-Ventil koppelt in einem zweiten Zustand den Rückraum des Druckverstärkers mit dem Rücklaufsystem. Der Rückraum stellt somit einen Steuerraum für den Druckverstärker dar. Durch ein Öffnen des zweiten 2/2-Ventils wird folglich der Rückraum des Druckverstärkers entlastet, was zu einer Druckverstärkung durch den Druckverstärker führt. Dieser Druck wird der Einspritzdüse zugeführt, so daß eine Einspritzung mit hohem Druck erfolgen kann. Diese erfolgt bei höherem Druck als die Einspritzung aufgrund der Betätigung des ersten 2/2-Ventils. Folglich können die Vorteile beider Einspritzvorgänge miteinander kombiniert werden.

Vorteilhafterweise sind das erste 2/2-Ventil und das zweite 2/2-Ventil so aufeinander abgestimmt, daß durch teilweises Betätigen des Stellelementes zunächst das erste 2/2-Ventil aus seinem ersten Zustand in seinen zweiten Zustand überführbar ist und daraufhin durch weiteres Betätigen des Stellelementes das zweite 2/2-Ventil aus seinem ersten Zustand in seinen zweiten Zustand überführbar ist. Somit läßt sich z.B. die durch das erste 2/2-Ventil erfolgende Hubsteuerung für eine Voreinspritzung bei niedrigem Rail-Druck nutzen, während die Betätigung des ersten Ventils mit nachfolgender Betätigung des zweiten 2/2-Ventils für eine Haupteinspritzung mit erhöhtem Druck genutzt wird. Es ist somit eine getrennte Ansteuerung der Einspritzdüse (Hubsteuerung) und des Druckaufbaus durch den Druckverstärker möglich. Dies erlaubt eine vielfältige Formung des Einspritzdruckverlaufes.

**[0013]** Vorteilhafterweise ist ein Steuerraum für die Hubsteuerung über eine erste Drossel mit dem ersten 2/2-Ventil verbunden, und der Steuerraum für die Hubsteuerung ist über eine zweite Drossel mit dem Zuführbereich der Einspritzdüse verbunden. Durch den Durchflußunterschied dieser Drosseln läßt sich die Öffnungsgeschwindigkeit der Düsennadel bei der hubgesteuerten Einspritzung bestimmen.

**[0014]** Vorzugsweise ist ein Arbeitsdruckraum des Druckverstärkers mit einem Hochdruckraum des Druckverstärkers über ein Rückschlagventil verbunden, über welches der Hochdruckraum befüllbar ist. Eine solche Befüllung des Hochdruckraums ist bei jedem Einspritzzyklus erforderlich, damit Fluid für die Hochdruckeinspritzung zur Verfügung steht. Ein Rückschlagventil verhindert, daß der hohe Druck aus dem Hochdruckraum des Druckverstärkers in den Arbeitsdruckraum des Druckverstärkers gelangt; andererseits ermöglicht das Rückschlagventil die Befüllung des Hochdruckraumes aus dem Arbeitsdruckraum.

**[0015]** Vorteilhafterweise ist zusätzlich zu dem Rückschlagventil eine damit in Reihe geschaltete Drossel vor-

gesehen. Durch diese Maßnahme wird bei einem unerwünschten, erhöhten Leakagestrom im Injektor, z.B. durch Nadelklemmen, eine Druckdifferenz zwischen dem Arbeitsdruckraum und dem Hochdruckraum erzeugt.

**[0016]** Bevorzugt ist ein Arbeitsdruckraum des Druckverstärkers über ein Rückschlagventil mit einem Rückraum des Druckverstärkers verbunden, über welches der Rückraum entlastbar ist. Dadurch nimmt der Druckverstärkerkolben bei einer Druckdifferenz zwischen dem Arbeitsdruckraum und dem Hochdruckraum seinen Maximalhub ein und verschließt in dieser Position die Verbindungsleitung zum Injektor. Auf diese Weise wird der entsprechende Injektor im Schadensfall abgeschaltet.

**[0017]** Besonders vorteilhaft ist auch, wenn ein Rückraum des Druckverstärkers aus dem Arbeitsdruckraum befüllbar ist. Dies kann beispielsweise über eine Drossel erfolgen. Ein schlagartiges Ansteigen des Druckes im Rückraum wird aufgrund der Drossel nicht gestattet. Jedoch ist es möglich den Rückraum über die Drossel zu befüllen, so daß der Druckverstärker für den nächsten Einspritzvorgang bereit ist.

**[0018]** Es kann vorteilhaft sein, wenn das Stellelement zwischen dem Druckverstärker und der Ventileinrichtung angeordnet ist. Auf diese Weise kann beispielsweise das erste 2/2-Ventil in die Nähe der Einspritzdüse rücken, was eine unnötige Vergrößerung des Steuerraums vermeidet.

Es kann aber auch nützlich sein, wenn das Stellelement zwischen dem ersten 2/2-Ventil und dem zweiten 2/2-Ventil angeordnet ist. Insbesondere kann das Stellelement so angeordnet sein, daß seine Bewegung senkrecht zur Längsausdehnung der Einspritzeinrichtung verläuft. Auch dies hat Vorteile im Hinblick auf die Minimierung der Volumina des Steuerraums der Hubsteuerung und auch des Druckverstärkers.

**[0019]** Es kann ebenfalls vorteilhaft sein, daß das Stellelement oberhalb von Ventileinrichtung und Druckverstärker angeordnet ist. Diese Variante bietet die Möglichkeit einer sehr kompakten Bauform.

**[0020]** Vorzugsweise ist das Stellelement ein Piezoaktor. Piezoaktoren haben sich als elektronisch ansteuerbare Stellelemente bewährt, insbesondere da sie in ihrem Aufbau kompakt sind und zuverlässig arbeiten. Ferner ist die Stellfunktion durch Veränderung der Parameter (Spannung, Impulsdauer) der Ansteuerung veränderbar.

**[0021]** Es kann allerdings auch nützlich sein, daß das Stellelement und die Ventileinrichtung durch ein Magnetventil mit zwei Ventilkörpern verwirklicht sind, wobei ein erster Ventilkörper mit einem Ventildichtsitz und ein zweiter Ventilkörper mit einem Ventildichtsitz koaxial ineinander angeordnet sind. Vorteilhafterweise ist dabei der erste Ventilkörper durch ein Verbindungsglied, das sich innerhalb des zweiten Ventilkörpers befindet, mit dem Stellelement verbunden ist. Besonders zu bevorzugen ist, daß die Führung des ersten Ventilkörpers außerhalb des zweiten Ventilkörpers liegt. Die Erfindung ist also

nicht auf den Einsatz eines Piezoaktors beschränkt. Vielmehr ist eine kompakte und zuverlässige Variante auch auf der Grundlage der angegebenen Ausführungsformen mit Magnetventil realisierbar.

**[0022]** Dabei ist besonders bevorzugt, daß das erste 2/2-Ventil und das zweite 2/2-Ventil über einen gemeinsamen hydraulischen Kopplungsraum von dem Stellelement betätigt werden. Es ist also auch an dieser Stelle ein verringerter apparativer Aufwand zu verzeichnen; das erfindungsgemäße Verfahren kann einfach gestaltet werden.

**[0023]** Vorzugsweise wird das Betätigen des ersten 2/2-Ventils zur Voreinspritzung verwendet. Es kann somit mit geringem Druck und geringer Einspritzmenge eine Einspritzung vorgenommen werden.

**[0024]** Besonders nützlich ist es, wenn das Öffnen eines der 2/2-Ventile durch einen geringeren Hub des Stellelementes bewirkt wird als das Öffnen des anderen der 2/2-Ventile. Insbesondere bei einem Piezoaktor kann die Variation des Hubs durch die Eingangsgrößen der elektronischen Ansteuerung (Spannung, Impulsdauer) erreicht werden. Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird durch teilweises Betätigen des Stellelementes ein erstes Ventil geöffnet, wobei eine Voreinspritzung bei geringem Druck beginnt, und daraufhin durch Rückstellen des Stellelementes das erste Ventil geschlossen, so daß die Einspritzung beendet wird. Mit der Erfindung ist es also möglich, eine Voreinspritzung unabhängig von eventuell weiteren Vorgängen während des Einspritzverlaufs vorzunehmen.

**[0025]** Das erfindungsgemäße Verfahren ist besonders dadurch vorteilhaft, daß durch teilweises Betätigen des Stellelementes ein Steuerraum entlastet wird, so daß die Einspritzdüse öffnet und eine Einspritzphase bei geringem Druck beginnt, daraufhin durch weiteres Betätigen des Stellelementes ein Rückraum des Druckverstärkers mit einem Rücklaufsystem durch Öffnen des zweiten 2/2-Ventils verbunden wird, daraufhin eine Druckerhöhung des Einspritzdruckes durch den Druckverstärker erfolgt, so daß nun eine Einspritzphase bei hohem Druck stattfindet und daraufhin durch Rückstellen des Stellelementes das erste 2/2-Ventil und das zweite 2/2-Ventil schließen, so daß die Einspritzung beendet wird. Es ist somit möglich eine günstige Abfolge von Voreinspritzung und Haupteinspritzung sowie eine "boot"-förmige Haupteinspritzung bereitzustellen, indem ein einziges Stellelement über vorzugsweise einen einzigen Kopplungsraum mit zwei 2/2-Ventilen kommuniziert. Die Vorteile einer hubgesteuerten Voreinspritzung werden mit den Vorteilen eines ansteigenden Druckverlaufes bei der Haupteinspritzung kombiniert.

Es kann auch nützlich sein, daß durch Betätigen des Stellelementes ein Rückraum des Druckverstärkers mit einem Rücklaufsystem durch Öffnen des zweiten 2/2-Ventils verbunden wird und eine Druckverstärkung durch den Druckverstärker erfolgt und daß durch weiteres Betätigen des Stellelementes ein Steuerraum entlastet wird,

so daß die Einspritzdüse öffnet und eine Einspritzphase bei hohem Druck vorliegt. Bei dieser Variante kann in vorteilhafter Weise eine Nacheinspritzung auf hohem Druckniveau erfolgen: durch Rückschalten aus der zweiten Schaltstellung in die erste Schaltstellung wird nur die Einspritzdüse geschlossen, wobei der Druckverstärker aktiv bleibt. Erneutes Schalten in die zweite Schaltstellung öffnet dann die Einspritzdüse für eine Nacheinspritzung bei hohem Druck.

**[0026]** Bevorzugt wird der Hochdruckraum des Druckverstärkers über ein Rückschlagventil befüllt, über welches er mit dem Arbeitsdruckraum verbunden ist. Da im Arbeitsdruckraum ein ausreichendes Fluidreservoir vorhanden ist, ist es nützlich, dieses zur Befüllung des Hochdruckraumes über ein Rückschlagventil zu nutzen. Umgekehrt kann durch das Rückschlagventil der hohe Druck aus dem Hochdruckraum nicht in den Arbeitsdruckraum des Druckverstärkers übertreten; der Druck wird vollständig zur Ansteuerung der Einspritzdüse genutzt.

**[0027]** Vorzugsweise wird ein Rückraum des Druckverstärkers aus dem Arbeitsdruckraum des Druckverstärkers befüllt. Dies kann beispielsweise über eine Drossel erfolgen. Die Drossel gestattet somit eine Befüllung und somit eine Bereitstellung des Druckverstärkers für den nächsten Einspritzvorgang; sie vermeidet aber eine unerwünschte Übertragung einer schnellen Druckänderung aus dem Arbeitsdruckraum des Druckverstärkers in den Rückraum.

**[0028]** Das Verfahren ist besonders dann vorteilhaft, wenn durch den zeitlichen Verlauf der Ansteuerung des Stellelementes und/oder durch die Auslegung der Ventilschaltkräfte eine Einspritzverlaufsformung vorgenommen wird. Das System bietet somit zahlreiche Variationsmöglichkeiten, welche sowohl durch die Auslegung der Komponenten fest installiert werden können oder auch durch die Ansteuerung des Stellelementes im Prozeß verändert werden können.

**[0029]** Die Erfindung zeichnet sich dadurch besonders aus, daß durch die Verwendung von zwei 2/2-Ventilen, die von einem gemeinsamen Stellelement über einen gemeinsamen Kopplungsraum betätigt werden, eine Einspritzeinrichtung mit Druckverstärker in zuverlässiger Weise gesteuert werden kann. Es ist daher nicht mehr erforderlich getrennte elektronische und hydraulische Ansteuerungen für Druckverstärker und Einspritzdüse vorzusehen. Hierdurch ergibt sich eine vorteilhafte Verminderung des apparativen Aufwandes. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung lassen sich die Vorteile einer hubgesteuerten Voreinspritzung mit den Vorteilen eines ansteigenden Druckverlaufes bei der Haupteinspritzung in vorteilhafter Weise kombinieren.

Zeichnung

**[0030]** Die Erfindung wird nun mit Bezug auf die Zeichnung anhand spezieller Ausführungsformen beispielhaft erläutert.

Figur 1 zeigt eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Einspritzeinrichtung;

Figur 2 zeigt eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Einspritzeinrichtung;

Figur 3 zeigt eine dritte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Einspritzeinrichtung;

Figur 4 zeigt einen Hydraulikschaltplan mit wichtigen Systemkomponenten;

Figur 5 zeigt eine vierte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Einspritzeinrichtung.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

**[0031]** In Figur 1 ist eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Einspritzeinrichtung 10 dargestellt. Eine Einspritzdüse 12 dient der Einspritzung von Kraftstoff in den Brennraum eines Motors, insbesondere eines Dieselmotors. Der Einspritzdüse 12 wird Kraftstoff mit einem Druck aus einem Druckverstärker 16 zur Verfügung gestellt. Die Einspritzdüse 12 wird von einem ersten 2/2-Ventil 18 angesteuert. Der Druckverstärker 16 wird von einem zweiten 2/2-Ventil 20 gesteuert. Beide 2/2-Ventile 18, 20 werden von einem Piezoaktor 22 über einen gemeinsamen hydraulischen Kopplungsraum 24 betrieben. Im geschlossenen Zustand des ersten 2/2-Ventils 18 baut sich in einem Steuerraum 44 ein Druck auf, welcher im Normalfall dem Druck eines Druckspeichers (Common-Rail) 26 entspricht; dieses stellt den primären Druck für die Einspritzeinrichtung 10 zur Verfügung. Der Druck im Steuerraum 44 übt eine Schließkraft auf die Einspritzdüse 12 aus, wodurch die Einspritzdüse geschlossen wird. Durch Öffnen des ersten 2/2-Ventils 18 wird der Steuerraum 44 entlastet, die Schließkraft verringert sich, und die Einspritzdüse 12 kann durch diese Hubsteuerung öffnen. Das zweite 2/2-Ventil 20 sperrt im geschlossenen Zustand eine Verbindung zwischen dem Rücklaufsystem 34 der Einspritzeinrichtung und einem Rückraum 46 des Druckverstärkers 16. Öffnet das zweite 2/2-Ventil 20, so kann eine Entlastung des Rückraums 46 erfolgen und somit eine Druckverstärkung durch den Druckverstärker 16. Der Arbeitsdruckraum 32 und der Hochdruckraum 36 des Druckverstärkers 16 sind über ein Rückschlagventil 38 und eine Drossel 56 miteinander verbunden. Somit läßt sich der Hochdruckraum 36 über das Rückschlagventil 38 aus dem Arbeitsdruckraum 32 zur Vorbereitung auf die nächste Druckverstärkung wieder befüllen, während die Drossel 56 verhindert, daß der Befüllungspfad bei einer Einspritzung als Bypass wirkt. Ein weiteres Rückschlagventil 48 ist vorgesehen, über welches der Arbeitsdruckraum 32 mit dem Rückraum 46 des Druckverstärkers 16 verbunden ist. Das Rückschlagventil 48 verhindert die Ausbildung eines Überdruckes im Rückraum 46 des Druckverstärkers. Eine parallel zu dem Rückschlagventil 48 geschaltete Drossel 50 gestat-

tet die Wiederbefüllung des Rückraums 46, vermeidet aber eine unerwünschte schlagartige Druckübertragung zwischen Arbeitsdruckraum 32 und Rückraum 46. Zur Festlegung der Öffnungsgeschwindigkeit der Düsennadel der Einspritzdüse 12 sind zwei weitere Drosseln 52, 54 als Zulaufdrossel 52 bzw. Ablaufdrossel 54 des Steuerraums 44 vorgesehen. Es ist zu bemerken, daß insbesondere das Rückschlagventil 48 und die Drossel 56 zwar im Hinblick auf die Eigensicherheit des Systems erhebliche Vorteile mit sich bringen, jedoch grundsätzlich für die Funktionsfähigkeit des Systems nicht entscheidend sein müssen.

**[0032]** Der Betrieb der Einspritzeinrichtung 10 kann beispielsweise so erfolgen, daß der Piezoaktor 22 zunächst in einer Weise aktiviert wird, daß nur ein geringer Hub (Teilhub) erfolgt. Dieser Hub wird so gewählt, daß das erste 2/2-Ventil 18 öffnet, das zweite 2/2-Ventil 20 jedoch noch geschlossen bleibt. Durch das Öffnen des ersten 2/2-Ventils 18 wird der Steuerraum 44 über die Drossel 54 entlastet, und es erfolgt ein hubgesteuertes Öffnen der Einspritzdüse 12. Zu diesem Zeitpunkt liegt im Normalfall der Druck des Common-Rail 26 über den Arbeitsdruckraum 32 des Druckverstärkers 16, die Drossel 56 und das Rückschlagventil 38 an der Einspritzdüse 12 an. Es erfolgt eine Einspritzung mit niedrigem Einspritzdruck. Nachfolgend erfolgt ein größerer Hub des Piezoaktors 22, so daß auch das zweite 2/2-Ventil 20 öffnet. Dies hat eine Entlastung des Rückraums 46 des Druckverstärkers 16 zur Folge, da dieser über das zweite 2/2-Ventil 20 mit dem Rücklaufsystem 34 verbunden wird. Folglich kommt es zu einer Druckverstärkung durch den Druckverstärker 16. Es folgt eine Erhöhung des Einspritzdruckes und somit eine Einspritzphase mit hohem Einspritzdruck. Bei Deaktivierung des Piezoaktors 22 gehen die 2/2-Ventile 18, 20 wieder in ihre Ausgangsstellung zurück - zunächst das zweite 2/2-Ventil 20 und daraufhin das erste 2/2-Ventil 18. Bei einer teilweisen Deaktivierung bis zu einem Teilhub geht nur das zweite Ventil in seine Ausgangslage zurück. Es erfolgt eine Wiederbefüllung des Druckverstärkers 16. Der Rückraum 46 des Druckverstärkers 16 wird zur Rückstellung beispielsweise über die Drossel 50 mit Fluid aus dem Arbeitsdruckraum 26 des Druckverstärkers 16 befüllt. Der Hochdruckraum 36 des Druckverstärkers 16 wird über die Drossel 56 und das Rückschlagventil 38 aus dem Arbeitsdruckraum 32 des Druckverstärkers 16 befüllt. Die Ansteuerung des ersten 2/2-Ventils 18 mit geringem Hub des Piezoaktors 22 kann also in günstiger Weise zur Voreinspritzung mit geringem Druck genutzt werden.

**[0033]** In Figur 2 ist der Piezoaktor 22 seitlich an der Einspritzeinrichtung 10 angeordnet. Auf diese Weise kann für das erste 2/2-Ventil 18 und das zweite 2/2-Ventil 20 eine 180°-Anordnung gewählt werden. Eine solche Anordnung hat Vorteile im Hinblick auf die Minimierung der Volumina des effektiven Steuerraums für die Hubsteuerung sowie des Druckverstärkers 16. Komponenten, die jenen in Figur 1 entsprechen, sind mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet.

**[0034]** In Figur 3 ist eine weitere Anordnung der Komponenten der Einspritzeinrichtung dargestellt. Hier ist der Piezoaktor 22 über den Druckverstärker 16 angeordnet, was zu einer sehr kompakten Bauform führt. Wiederum sind Komponenten, die jenen in den Figuren 1 und 2 entsprechen, mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet.

**[0035]** In Figur 4 ist ein Hydraulikschaltplan dargestellt. Zur Erzeugung des Systemdruckes wird z. B. eine mengengeregelte Hochdruckpumpe verwendet. Der Kraftstoff wird auf einen regelbaren ersten Systemdruck von ca. 300 bar bis ca. 1500 bar komprimiert und in einem Druckspeicher (Common-Rail) 26 gespeichert. Die Einspritzung wird durch Nadelhubsteuerung über das Ventil 18 gesteuert, welches schematisch durch seine verschiedenen Schaltzustände dargestellt ist. Zusätzlich befindet sich zwischen dem Common Rail 26 und dem Injektor 14 ein Druckverstärker 16 zur Erhöhung des Einspritzdruckes. Der Druckverstärker 16 wird von einem 2/2-Ventil 20 angesteuert, welches ebenfalls schematisch durch seine verschiedenen Schaltzustände dargestellt ist. Zur Wiederbefüllung des Hochdruckraums 36 des Druckverstärkers 16 steht ein Bypass mit einem Rückschlagventil 38 zur Verfügung.

**[0036]** Prinzipiell können mit der dargestellten Anordnung Einspritzungen mit verschiedenen Drücken erfolgen. Ist das Ventil 20 geschlossen, so steht der gesamte Injektor 14 unter Raildruck; der Druckverstärker 16 ist in seiner Ausgangsstellung. Durch die Ansteuerung (Hubsteuerung) des Injektors 12 mit dem Ventil 18 kann eine Einspritzung mit Raildruck wie bei einem Common-Rail-System des Standes der Technik erfolgen. Soll eine Einspritzung mit erhöhtem Einspritzdruck erfolgen, so wird das Ventil 20 angesteuert. Somit wird der Druckverstärker 16 betätigt.

**[0037]** Das besondere an der erfindungsgemäßen Anordnung besteht darin, daß beide Ventile 18, 20 mit demselben Aktor 22 angesteuert werden. Der Aktor 22 hat drei Stellungen - eine Ruhestellung und zwei Schaltstellungen. Die Einnahme der verschiedenen Stellungen wird durch Variation der Ansteuerung des Aktors 22 erreicht.

**[0038]** Auf der linken Seite (a) der schematischen Ventildarstellung in Figur 4 ist ein Verfahrensablauf dargestellt, der eine Bootinjektion ermöglicht.

- In Ruhestellung (RS) haben beide Ventile 18, 20 keinen Durchfluß. Über den Bypass-Pfad mit dem Rückschlagventil 38 liegt der Raildruck am Injektor 14 an. Die Einspritzdüse 12 ist aufgrund des Druckes im Steuerraum 44 geschlossen. der Druckverstärker 16 befindet sich in seiner Ausgangsposition.
- Wird der Aktor 22 in die erste Schaltstellung (S1) gebracht, so schaltet das Ventil 18, welches den Injektor 14 ansteuert, auf Durchfluß. Das Ventil 20, welches den Druckverstärker 16 ansteuert, bleibt geschlossen. Folglich wird eine Einspritzung mit

Raildruck eingeleitet. Hier muß nur der Steuerraum 44 des Injektors angesteuert werden, und es genügt ein kleiner Ventilhub. Daher ist es möglich eine Einspritzung mit schneller Schaltzeit vorzunehmen, so daß das hier beschriebene Verfahren vorteilhaft für eine Voreinspritzung genutzt werden kann.

- In der zweiten Schaltstellung (S2) des Aktors 22 sind beide Ventile 18, 22 auf Durchfluß geschaltet. Somit sind sowohl der Steuerraum 44 des Injektors 14 als auch der Rückraum 46 des Druckverstärkers 16 entlastet. Folglich wird der Raildruck von dem Druckverstärker verstärkt, und es erfolgt eine Einspritzung mit erhöhtem Einspritzdruck.

**[0039]** Wird das System also gemäß der Variante (a) in Figur 4 zunächst in die erste Schaltstellung (S1) gebracht und nach einer gewissen Verzögerung in die zweite Schaltstellung (S2) weitergeschaltet, so ergibt sich eine Bootinjektion.

**[0040]** Eine weitere Ausführungsform der Erfindung ist in Figur 4 auf der rechten Seite (b) dargestellt.

- Die Ruhestellung (RS) entspricht derjenigen im Ausführungsbeispiel, welches auf der linken Seite (a) dargestellt ist.
- In der ersten Schaltstellung (S1) wird das Ventil 20, welches den Druckverstärker 16 ansteuert, auf Durchfluß geschaltet. Damit ist der Druckverstärker 16 aktiviert.
- In der zweiten Schaltstellung (S2) werden beide Ventile 18, 20 geöffnet, so daß zusätzlich der Injektor 14 angesteuert wird.

**[0041]** Bei dieser Variante (b) kann in vorteilhafter Weise eine Nacheinspritzung auf hohem Druckniveau erfolgen: durch Rückschalten aus der zweiten Schaltstellung (S2) in die erste Schaltstellung (S1) wird nur die Einspritzdüse 12 geschlossen, wobei der Druckverstärker 16 aktiv bleibt. Erneutes Schalten in die zweite Schaltstellung (S2) öffnet dann die Einspritzdüse 12 für eine Nacheinspritzung bei hohem Druck.

**[0042]** In Figur 5 ist eine Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Als Aktor 22 ist ein dreistufiger Magnetaktor vorgesehen. Die Ventile 18, 20 sind koaxial angeordnet.

**[0043]** In der ersten Schaltstellung, die durch die Ansteuerung mit einer niedrigen Schaltspannung eingenommen wird, wird nur der kleine Hub (h1) durchlaufen, bis der erste Ventilkörper 60 an einem zweiten Ventilkörper 62 anschlägt. Dabei bewegt sich nur der erste Ventilkörper 60, so daß ein Durchfluß am Ventilsitz 64 des Ventils 18 erfolgt. Der zweite Ventilkörper 62 verharrt in seinem Ventilsitz 66, so daß das Ventil 20 im geschlossenen Zustand bleibt. In dieser Phase wirken die Federn 68, 70 des Aktors 22 gegenläufig, und es ergibt sich eine

verminderte Federkraft. Durch diese geringe effektive Federkraft, die geringe bewegte Masse (es bewegt sich nur der erste Ventilkörper 60) und den geringen Hub wird eine geringe Schaltzeit ermöglicht. Dies ist besonders für eine Voreinspritzung von Vorteil. Die zweite Schaltstellung wird eingenommen, indem der Aktor 22 mit einer höheren Steuerspannung angesteuert wird. Damit wird zusätzlich der Hub (h<sub>2</sub>) durchlaufen, und der Ventilsitz 66 des Ventils 20 schaltet ebenfalls auf Durchfluß. Die Führung 80 des ersten Ventilkörpers 60 liegt außerhalb des zweiten Ventilkörpers 62.

**[0044]** Für die Erfindung kann es sich als besonders vorteilhaft erweisen, daß der Ventilkolben 60 gegenüber dem Ventilkörper 62 ein gewisses Spiel aufweisen darf. Dies ermöglicht eine zweiteilige und damit einfachere Fertigung des die Ventile 18, 20 darstellenden Doppelventils.

**[0045]** Die vorhergehende Beschreibung der Ausführungsbeispiele gemäß der vorliegenden Erfindung dient nur zu illustrativen Zwecken und nicht zum Zwecke der Beschränkung der Erfindung. Im Rahmen der Erfindung sind verschiedene Änderungen und Modifikationen möglich, ohne den Umfang der Erfindung sowie ihre Äquivalente zu verlassen.

#### Patentansprüche

1. Einspritzeinrichtung mit einer Einspritzdüse (12), einem Druckverstärker (16) zum Verstärken eines primären Druckes, einer Ventileinrichtung (18; 20) zum Betätigen des Druckverstärkers (16) und der Einspritzdüse (12), wobei die Ventileinrichtung mindestens ein erstes 2/2-Ventil (18) und ein zweites 2/2-Ventil (20) aufweist, welche über einen gemeinsamen hydraulischen Kopplungsraum (24) von einem gemeinsamen Stellelement (22) betätigt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste 2/2-Ventil (18) über einen Steuerraum (44) die Einspritzdüse (12) betätigt und das zweite 2/2-Ventil (20) über einen Rückraum (46) den Druckverstärker (16) betätigt.
2. Einspritzeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der primäre Druck von einem Common-Rail (26) zur Verfügung gestellt wird.
3. Einspritzeinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** sie hubgesteuert ist.
4. Einspritzeinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das erste 2/2-Ventil (18) in einem ersten Zustand den Steuerraum (44) für eine Hubsteuerung von einem Rücklaufsystem (34) abkoppelt und daß das erste 2/2-Ventil (18) in einem zweiten Zustand den Steuerraum (44) für die Hubsteuerung mit dem Rücklaufsystem (34) koppelt.
5. Einspritzeinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das zweite 2/2-Ventil (20) in einem ersten Zustand den Rückraum (46) des Druckverstärkers (16) von einem Rücklaufsystem (34) trennt und daß das zweite 2/2-Ventil (20) in einem zweiten Zustand den Rückraum (46) des Druckverstärkers (16) mit dem Rücklaufsystem (34) koppelt.
6. Einspritzeinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** beide 2/2-Ventile (18, 20) so aufeinander abgestimmt sind, daß durch teilweise Betätigung des Stellelementes (22) ein 2/2-Ventil (18, 20) aus seinem ersten Zustand in seinen zweiten Zustand überführbar ist und durch weitere Betätigung des Stellelementes (22) daraufhin das andere 2/2-Ventil (18, 20) aus seinem ersten Zustand in seinen zweiten Zustand überführbar ist.
7. Einspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Steuerraum (44) für die Hubsteuerung über eine erste Drossel (54) mit dem ersten 2/2-Ventil (18) verbunden ist und daß der Steuerraum (44) für die Hubsteuerung über eine zweite Drossel (52) mit dem Zuführbereich der Einspritzdüse (12) verbunden ist.
8. Einspritzeinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Arbeitsdruckraum (32) des Druckverstärkers (16) mit einem Hochdruckraum (36) des Druckverstärkers (16) über ein Rückschlagventil (38) verbunden ist, über welches der Hochdruckraum (36) befüllbar ist.
9. Einspritzeinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Zuführbereich der Einspritzdüse (12) über ein Rückschlagventil (38) mit einem Druckspeicher (26) verbunden ist.
10. Einspritzeinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Rückraum (46) des Druckverstärkers (16) aus dem Arbeitsdruckraum (32) befüllbar ist.
11. Einspritzeinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Stellelement ein Piezoaktor (22) ist.
12. Einspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Stellelement und die Ventileinrichtung durch ein Magnetventil mit zwei Ventilkörpern (60, 62) verwirklicht sind, wobei ein erster Ventilkörper (60) mit einem

Ventildichtsitz (64) und ein zweiter Ventilkörper (62) mit einem Ventildichtsitz (66) koaxial ineinander angeordnet sind.

13. Einspritzeinrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** der erste Ventilkörper (60) durch ein Verbindungsglied, das sich innerhalb des zweiten Ventilkörpers (62) befindet, mit dem Stellement verbunden ist.
14. Einspritzeinrichtung nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Führung (80) des ersten Ventilkörpers (60) außerhalb des zweiten Ventilkörpers liegt.
15. Verfahren zum Einspritzen von Fluid, bei dem ein Stellelement (22) aktiviert wird, eine Ventileinrichtung (18, 20) von dem Stellelement (22) betätigt wird, ein Druckverstärker (16) zum Verstärken eines primären Druckes durch die Ventileinrichtung (18, 20) betätigt wird und eine Einspritzdüse (12) durch die Ventileinrichtung (18, 20) betätigt wird, wobei ein erstes 2/2-Ventil (18) und ein zweites 2/2-Ventil (20) der Ventileinrichtung (18, 20) über einen gemeinsamen hydraulischen Kopplungsraum (24) von einem gemeinsamen Stellelement (22) betätigt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste 2/2-Ventil (18) die Einspritzdüse und das zweite 2/2-Ventil (20) den Druckverstärker betätigt, und dass durch das Öffnen des ersten 2/2-Ventils (18) eine Einspritzung mit geringem Druck und durch das Öffnen des zweiten 2/2-Ventils (20) eine Einspritzung mit Druckerhöhung erfolgt.
16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Betätigen des ersten 2/2-Ventils (18) zur Voreinspritzung verwendet wird.
17. Verfahren nach Anspruche 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Öffnen eines der 2/2-Ventile (18, 20) durch geringeren Hub des Stellelementes (22) bewirkt wird als das Öffnen des anderen der 2/2-Ventile (18, 20).
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, daß** durch Betätigen des Stellelementes (22) ein Steuerraum (44) entlastet wird, so daß die Einspritzdüse (12) öffnet und eine Einspritzphase bei geringem Druck vorliegt, daraufhin durch weiteres Betätigen des Stellelementes (22) ein Rückraum (46) des Druckverstärkers (16) mit einem Rücklaufsystem (34) durch Öffnen des zweiten 2/2-Ventils (20) verbunden wird, daraufhin eine Druckverstärkung durch den Druckverstärker (16) erfolgt, so daß eine Einspritzphase bei hohem Druck stattfindet und daraufhin durch Rückstellen des Stellelementes (22) das erste 2/2-Ventil (18) und das zweite 2/2-Ventil (20) schließen; so daß die Ein-

spritzung beendet wird.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, daß** durch Betätigen des Stellelementes (22) ein Rückraum (46) des Druckverstärkers (16) mit einem Rücklaufsystem (34) durch Öffnen des zweiten 2/2-Ventils (20) verbunden wird und eine Druckverstärkung durch den Druckverstärker (16) erfolgt und daß durch weiteres Betätigen des Stellelementes (22) ein Steuerraum (44) entlastet wird, so daß die Einspritzdüse (12) öffnet und eine Einspritzphase bei hohem Druck vorliegt.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Hochdruckraum (36) des Druckverstärkers (16) über ein Rückschlagventil (38) befüllt wird, über welches er mit einem Arbeitsdruckraum (32) des Druckverstärkers (16) verbunden ist.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Rückraum (46) des Druckverstärkers (16) aus dem Arbeitsdruckraum (32) des Druckverstärkers (16) befüllt wird.
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, daß** durch den zeitlichen Verlauf der Ansteuerung des Stellelementes (22) und/oder durch die Auslegung der Ventilschaltkräfte eine Einspritzverlaufsformung vorgenommen wird.

#### Claims

1. Injection device with an injection nozzle (12), with a pressure intensifier (16) for intensifying a primary pressure, and with a valve device (18; 20) for actuating the pressure intensifier (16) and the injection nozzle (12), the valve device having at least one first 2/2-way valve (18) and one second 2/2-way valve (20) which are actuated by a common actuating element (22) via a common hydraulic coupling space (24), **characterized in that** the first 2/2-way valve (18) actuates the injection nozzle (12) via a control space (44) and the second 2/2-way valve (20) actuates the pressure intensifier (16) via a back space (46).
2. Injection device according to Claim 1, **characterized in that** the primary pressure is made available by a common rail (26).
3. Injection device according to one of the preceding claims, **characterized in that** it is stroke-controlled.
4. Injection device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the first 2/2-way valve

- (18), in a first state, decouples the control space (44) for stroke control from a return system (34), and **in that** the first 2/2-way valve (18), in a second state, couples the control space (44) for stroke control to the return system (34).
5. Injection device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the second 2/2-way valve (20), in a first state, separates the back space (46) of the pressure intensifier (16) from a return system (34), and **in that** the second 2/2-way valve (20), in a second state, couples the back space (46) of the pressure intensifier (16) to the return system (34).
  6. Injection device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the two 2/2-way valves (18, 20) are coordinated with one another in such a way that, as a result of a partial actuation of the actuating element (22), one 2/2-way valve (18, 20) can be transferred out of its first state into its second state, and, as a result of a further actuation of the actuating element (22), the other 2/2-way valve (18, 20) can thereupon be transferred out of its first state into its second state.
  7. Injection device according to one of Claims 4 to 6, **characterized in that** a control space (44) for stroke control is connected to the first 2/2-way valve (18) via a first throttle (54), and **in that** the control space (44) for stroke control is connected to the supply region of the injection nozzle (12) via a second throttle (52).
  8. Injection device according to one of the preceding claims, **characterized in that** a working-pressure space (32) of the pressure intensifier (16) is connected to a high-pressure space (36) of the pressure intensifier (16) via a non-return valve (38), via which the high-pressure space (36) can be filled.
  9. Injection device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the supply region of the injection nozzle (12) is connected to a pressure accumulator (26) via a non-return valve (38).
  10. Injection device according to one of the preceding claims, **characterized in that** a back space (46) of the pressure intensifier (16) can be filled from the working-pressure space (32).
  11. Injection device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the actuating element is a piezoelectric actuator (22).
  12. Injection device according to one of Claims 1 to 11, **characterized in that** the actuating element and the valve device are implemented by a solenoid valve having two valve bodies (60, 62), a first valve body (60) with a valve-sealing seat (64) and a second valve body (62) with a valve-sealing seat (66) being arranged coaxially one in the other.
  - 5 13. Injection device according to Claim 12, **characterized in that** the first valve body (60) is connected to the actuating element by means of a connecting member which is located within the second valve body (62).
  - 10 14. Injection device according to Claim 12 or 13, **characterized in that** the guide (80) of the first valve body (60) lies outside the second valve body.
  - 15 15. Method for the injection of fluid, in which an actuating element (22) is activated, a valve device (18, 20) is actuated by the actuating element (22), a pressure intensifier (16) for intensifying a primary pressure is actuated by the valve device (18, 20), and an injection nozzle (12) is actuated by the valve device (18, 20), a first 2/2-way valve (18) and a second 2/2-way valve (20) of the valve device (18, 20) being actuated by a common actuating element (22) via a common hydraulic coupling space (24), **characterized in that** the first 2/2-way valve (18) actuates the injection nozzle and the second 2/2-way valve (20) actuates the pressure intensifier, and **in that** an injection with low pressure takes place as a result of the opening of the first 2/2-way valve (18), and an injection with a pressure rise takes place as a result of the opening of the second 2/2-way valve (20).
  - 20 25 30 35 40 45 50 55 16. Method according to Claim 15, **characterized in that** the actuation of the first 2/2-way valve (18) is used for preinjection.
  17. Method according to Claim 15 or 16, **characterized in that** the opening of one of the 2/2-way valves (18, 20) is brought about by a lower stroke of the actuating element (22) than the opening of the other of the 2/2-way valves (18, 20).
  18. Method according to one of Claims 15 to 17, **characterized in that**, as a result of the actuation of the actuating element (22), a control space (44) is relieved, so that the injection nozzle (12) opens and there is an injection phase at low pressure, thereupon, as a result of the further actuation of the actuating element (22), a back space (46) of the pressure intensifier (16) is connected to a return system (34) as a result of the opening of the second 2/2-way valve (20), thereupon a pressure intensification by means of the pressure intensifier (16) occurs, so that an injection phase at high pressure takes place, and thereupon, as a result of the resetting of the actuating element (22), the first 2/2-way valve (18) and the second 2/2-way valve (20) close, so that injection is terminated.

19. Method according to one of Claims 15 to 18, **characterized in that**, as a result of the actuation of the actuating element (22), a back space (46) of the pressure intensifier (16) is connected to a return system (34) as a result of the opening of the second 2/2-way valve (20), and pressure intensification by means of the pressure intensifier (16) occurs, and **in that**, as a result of the further actuation of the actuating element (22), a control space (44) is relieved, so that the injection nozzle (12) opens and there is an injection phase at high pressure.
20. Method according to one of Claims 15 to 19, **characterized in that** a high-pressure space (36) of the pressure intensifier (16) is filled via a non-return valve (38), via which the said high-pressure space is connected to a working-pressure space (32) of the pressure intensifier (16).
21. Method according to one of Claims 15 to 20, **characterized in that** the back space (46) of the pressure intensifier (16) is filled from the working-pressure space (32) of the pressure intensifier (16).
22. Method according to one of Claims 15 to 21, **characterized in that** injection-profile forming is carried out by means of the time profile of the activation of the actuating element (22) and/or by means of the design of the valve-switching forces.

## Revendications

1. Dispositif d'injection avec une buse d'injection (12), un amplificateur de pression (16) pour amplifier une pression primaire, un dispositif de soupapes (18 ; 20) pour actionner l'amplificateur de pression (16) et la buse d'injection (12), le dispositif de soupapes présentant une première soupape 2/2 (18) et une deuxième soupape 2/2 (20), actionnées par un élément de réglage (22) commun par l'intermédiaire d'une chambre de couplage (24) hydraulique commune, **caractérisé en ce que** la première soupape 2/2 (18) actionne la buse d'injection (12) par l'intermédiaire d'une chambre de commande (44) et la deuxième soupape 2/2 (20) actionne l'amplificateur de pression (16) par l'intermédiaire d'une chambre de retour (46).
2. Dispositif d'injection selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la pression primaire est fournie par une rampe commune (26).
3. Dispositif d'injection selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'** il est à commande linéaire.
4. Dispositif d'injection selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la première soupape 2/2 (18), dans un premier état, découple la chambre de commande (44) d'un système de reflux (34) pour une commande linéaire, et la première soupape 2/2 (18), dans un deuxième état, accouple la chambre de commande (44) au système de reflux (34) pour la commande linéaire.
5. Dispositif d'injection selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la deuxième soupape 2/2 (20), dans un premier état, sépare la chambre de retour (46) de l'amplificateur de pression (16) d'un système de reflux (34), et la deuxième soupape 2/2 (20), dans un deuxième état, accouple la chambre de retour (46) de l'amplificateur de pression (16) au système de reflux (34).
6. Dispositif d'injection selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les deux soupapes 2/2 (18, 20) sont adaptées l'une à l'autre de sorte à pouvoir transférer, par actionnement partiel de l'élément de réglage (22), une soupape 2/2 (18, 20) de son premier état dans son deuxième état puis, par un nouvel actionnement de l'élément de réglage (22), l'autre soupape 2/2 (18, 20) de son premier état dans son deuxième état.
7. Dispositif d'injection selon l'une quelconque des revendications 4 à 7, **caractérisé en ce que** pour la commande de course une chambre de commande (44) est reliée par un premier étrangleur (54) à la première soupape 2/2 (18), et pour la commande linéaire la chambre de commande (44) est reliée par un deuxième étrangleur (52) à la zone d'alimentation de la buse d'injection (12).
8. Dispositif d'injection selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'** une chambre de pression de travail (32) de l'amplificateur de pression (16) est reliée à une chambre haute pression (36) de l'amplificateur de pression (16) par un clapet anti-retour (38) qui permet de remplir la chambre haute pression (36).
9. Dispositif d'injection selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la zone d'alimentation de la buse d'injection (12) est reliée par un clapet anti-retour (38) à un accumulateur de pression (26).

10. Dispositif d'injection selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'** une chambre de retour (46) de l'amplificateur de pression (16) peut être remplie depuis la chambre de pression de travail (32). 5
11. Dispositif d'injection selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'élément de réglage est un actionneur piézoélectrique (22). 10
12. Dispositif d'injection selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** l'élément de réglage et le dispositif de soupapes sont réalisés sous la forme d'une soupape magnétique avec deux corps de soupape (60, 62) dont un premier corps de soupape (60) muni d'un siège d'étanchéité de soupape (64) et un deuxième corps de soupape (62) muni d'un siège d'étanchéité de soupape (66) sont disposés coaxialement l'un dans l'autre. 15 20
13. Dispositif d'injection selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** le premier corps de soupape (60) est relié à l'élément de réglage par un organe de jonction situé à l'intérieur du deuxième corps de soupape (62). 25 30
14. Dispositif d'injection selon la revendication 13 ou 14, **caractérisé en ce que** le guidage (80) du premier corps de soupape (60) se situe à l'extérieur du deuxième corps de soupape. 35
15. Procédé d'injection d'un fluide, selon lequel on active un élément de réglage (22) qui actionne, un dispositif de soupapes (18, 20), un amplificateur de pression (16) est actionné par le dispositif de soupapes (18, 20) pour amplifier une pression primaire, une première soupape 2/2 (18) et une deuxième soupape 2/2 (20) du dispositif de soupapes (18, 20) étant actionnées par élément de réglage (22) commun par l'intermédiaire d'une chambre de couplage (24) hydraulique commune, **caractérisé en ce que** la première soupape 2/2 (18) actionne la buse d'injection et la deuxième soupape 2/2 (20) l'amplificateur de pression, et l'ouverture de la première soupape 2/2 (18) effectue une injection à une faible pression et l'ouverture de la deuxième soupape 2/2 (20) une injection à une pression plus haute. 40 45
16. Procédé selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** l'actionnement de la première soupape 2/2 (18) est utilisé pour la pré-injection. 50
17. Procédé selon la revendication 15 ou 16, **caractérisé en ce que** l'ouverture de l'une des soupapes 2/2 (18, 20) est obtenue par une course plus réduite de l'élément de réglage (22) que l'ouverture de l'autre des soupapes 2/2 (18, 20). 55
18. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 à 17, **caractérisé en ce que** l'actionnement de l'élément de réglage (22) décharge une chambre de commande (44), la buse d'injection (12) s'ouvre et on a une phase d'injection à faible pression, puis un autre actionnement de l'élément de réglage (22) relie une chambre de retour (46) de l'amplificateur de pression (16) à un système de reflux (34) par l'ouverture de la deuxième soupape 2/2 (20), puis une amplification de pression s'effectue par l'amplificateur de pression (16), pour ainsi avoir une phase d'injection à haute pression, puis par le retour de l'élément de réglage (22) la première soupape 2/2 (18) et la deuxième soupape 2/2 (20) se ferment et l'injection est terminée. 10 15 20 25 30 35 40 45
19. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 à 18, **caractérisé en ce que** l'actionnement de l'élément de réglage (22) relie une chambre de retour (46) de l'amplificateur de pression (16) à un système de reflux (34) par l'ouverture de la deuxième soupape 2/2 (20), et une amplification de pression s'effectue par l'amplificateur de pression (16), et un autre actionnement de l'élément de réglage (22) décharge une chambre de commande (44), la buse d'injection (12) s'ouvre et on a une phase d'injection à haute pression. 50
20. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 à 19, **caractérisé en ce qu'** une chambre haute pression (36) de l'amplificateur de pression (16) est remplie par l'intermédiaire d'un clapet anti-retour (38) qui la relie à une chambre de pression de travail (32) de l'amplificateur de pression (16). 55
21. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 à 20, **caractérisé en ce que** la chambre de retour (46) de l'amplificateur de pression (16) est remplie à partir de la chambre de pression de travail (32) de l'amplificateur de pression (16). 60
22. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 à 22, **caractérisé en ce qu'** on forme une courbe d'injection par l'évolution dans 65

le temps de la commande de l'élément de réglage (22) et/ou par l'expression des forces de commutation des soupapes.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

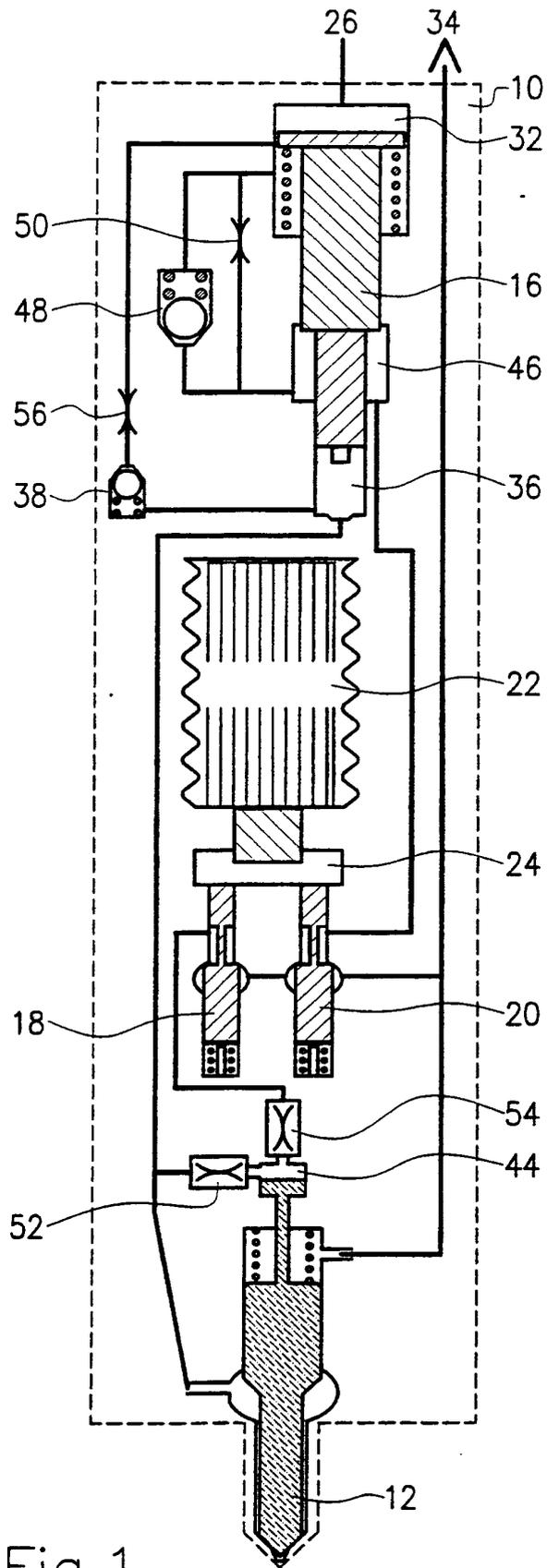


Fig.1

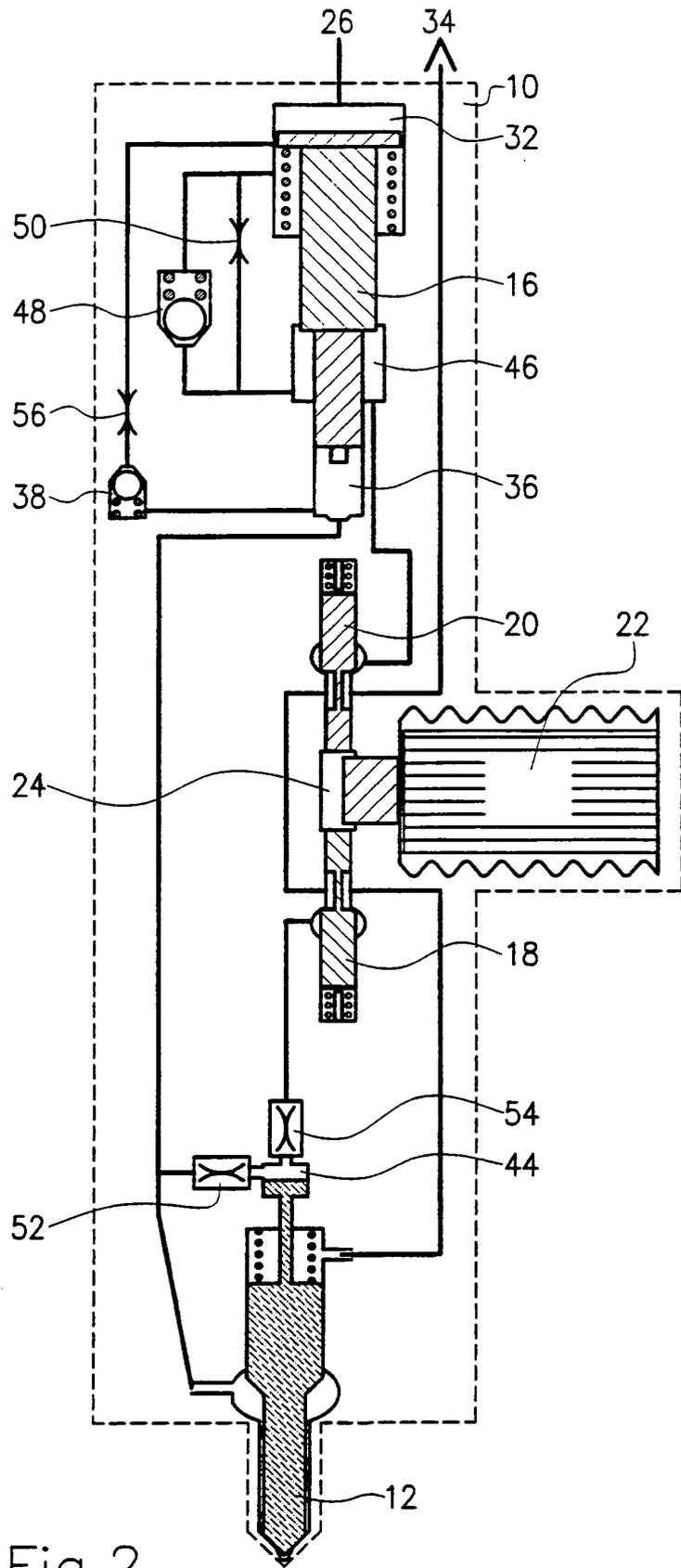


Fig.2

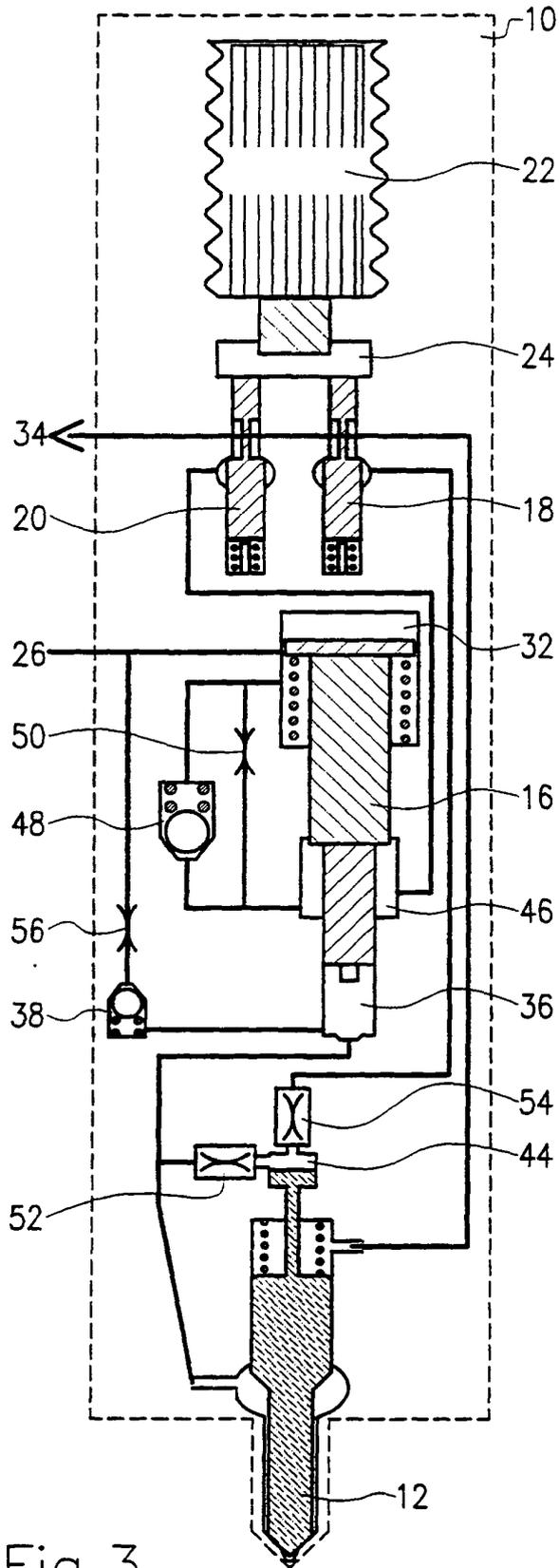


Fig.3

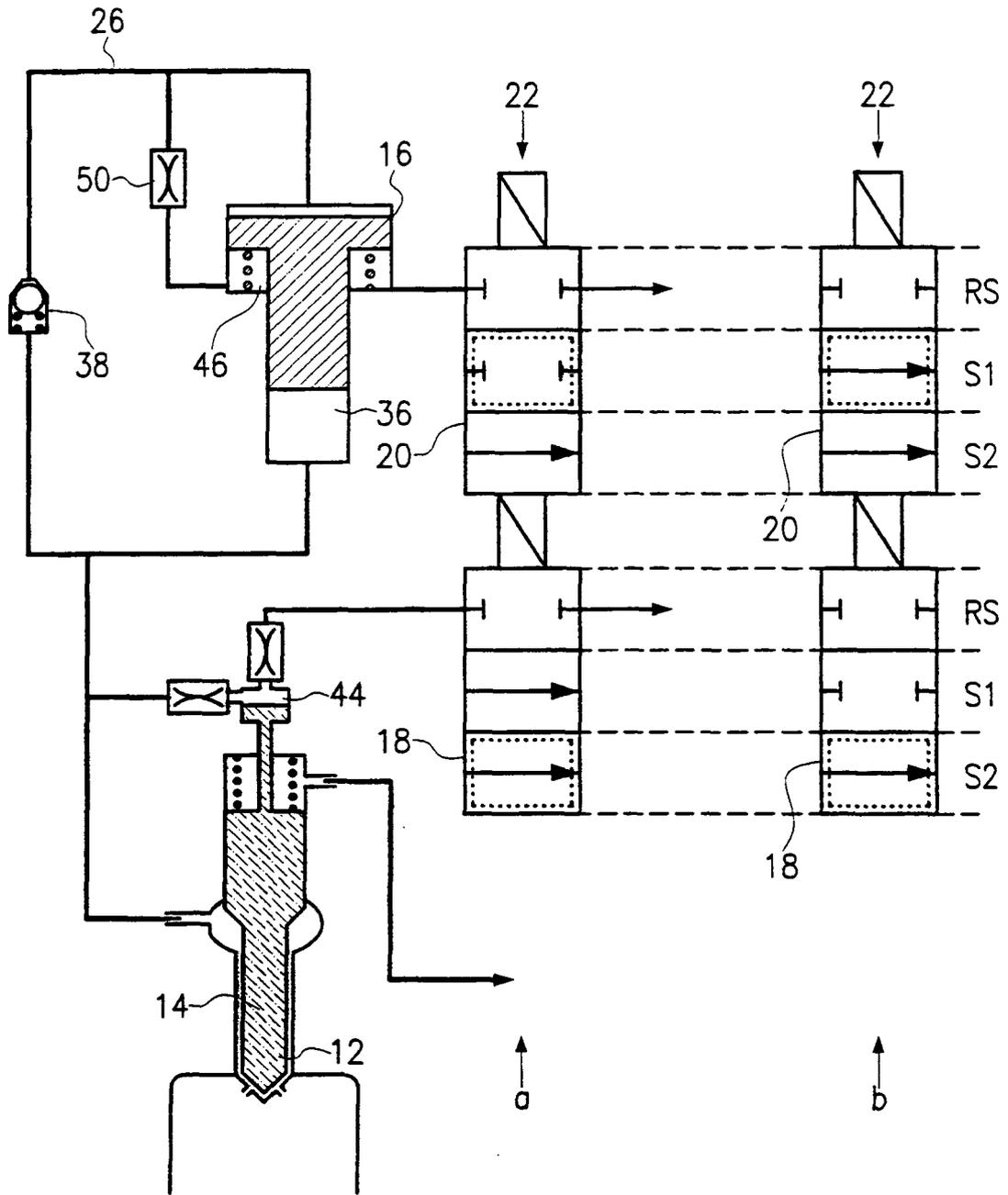


Fig.4

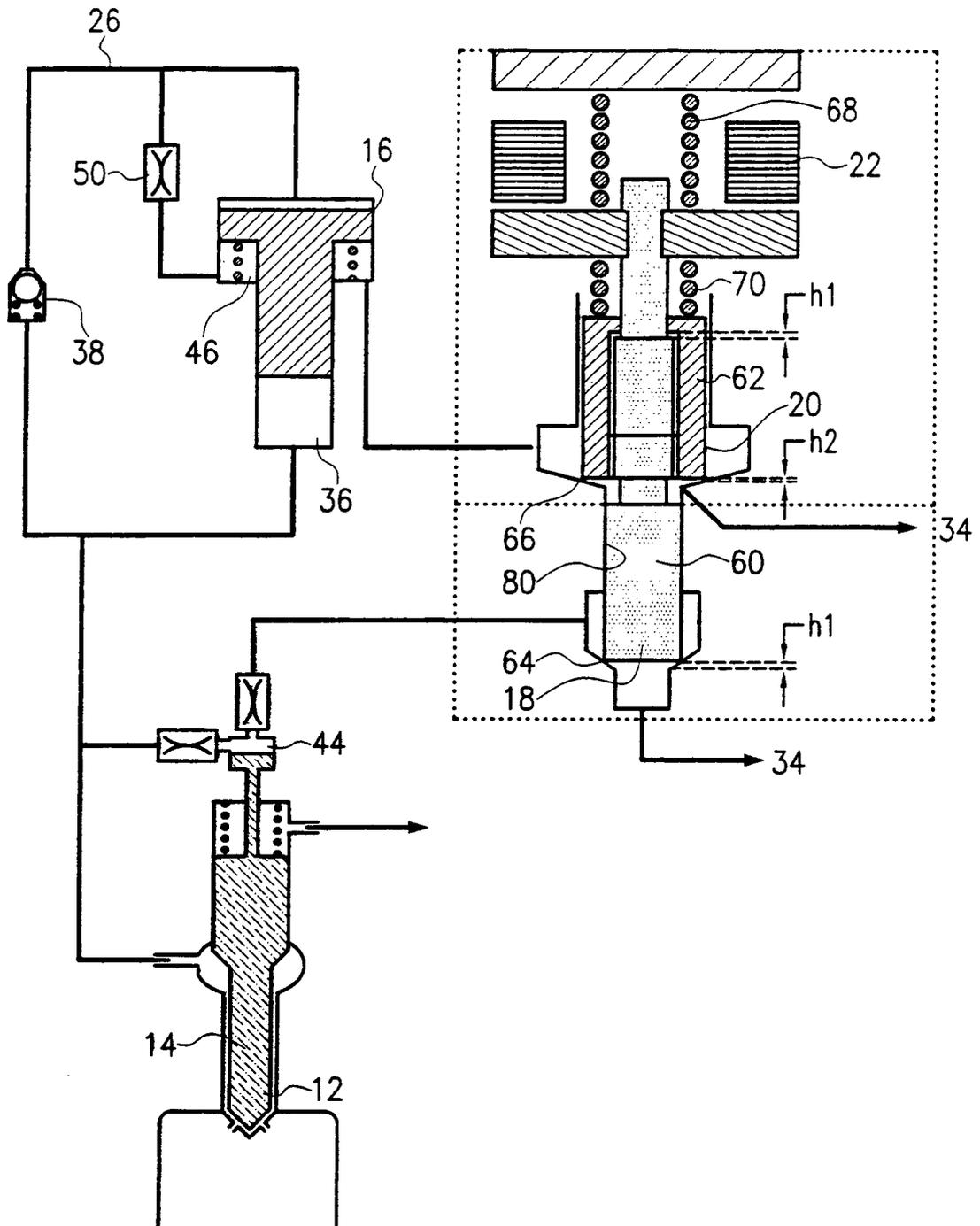


Fig.5