



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 483 499 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
12.04.2006 Patentblatt 2006/15

(51) Int Cl.:
F02M 63/00 (2006.01) **F02M 45/12** (2006.01)
F02M 59/46 (2006.01) **F02M 55/02** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **03701469.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2003/000013

(22) Anmeldetag: **07.01.2003**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2003/074865 (12.09.2003 Gazette 2003/37)

(54) **EINRICHTUNG ZUR DRUCKMODULIERTEN FORMUNG DES EINSPRITZVERLAUFES**
INSTALLATION FOR THE PRESSURE-MODULATED FORMATION OF THE INJECTION BEHAVIOR
SYSTEME POUR MODULER EN PRESSION LE COMPORTEMENT D'INJECTION

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CZ DE FR GB IT

(72) Erfinder: **HLOUSEK, Jaroslav**
5440 Golling (AT)

(30) Priorität: **04.03.2002 DE 10209527**

(74) Vertreter: **Hörschler, Wolfram Johannes et al**
Isenbruck, Bösl, Hörschler, Wichmann, Huhn
Theodor-Heuss-Anlage 12
68165 Mannheim (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.12.2004 Patentblatt 2004/50

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 147 026 **EP-A- 1 199 467**
DE-A- 10 036 868 **DE-A- 19 910 589**
DE-A- 19 921 878

EP 1 483 499 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

Technisches Gebiet

[0001] Der Begriff "Einspritzverlauf" kennzeichnet den Verlauf der in den Brennraum eingespritzten Kraftstoffmenge in Abhängigkeit vom Kurbel- bzw. Nockenwellenwinkel. Die wesentlichen Größen sind die Einspritzdauer und die Einspritzmenge. Diese stellen den Verlauf der Einspritzung in Grad-/Kurbelwellenwinkel, Nockenwellenwinkel oder ms dar, während die Einspritzventile geöffnet sind und Kraftstoff in das Innere des Brennraumes gelangt.

Stand der Technik

[0002] DE 198 37 332 A1 bezieht sich auf eine Steuereinheit zur Steuerung des Druckaufbaus in einer Pumpeneinheit. Die Steuereinheit weist ein Steuerventil und eine mit diesem verbundene Ventülbetätigungsseinheit auf. Das Steuerventil ist als in Strömungsrichtung nach innen öffnendes I-Ventil ausgebildet, das einen in einem Gehäuse der Steuereinheit axial verschiebbar gelagerten Ventilkörper aufweist, der bei geschlossenem Steuerventil von innen auf einen Ventilsitz des Steuerventiles sitzt. Es ist eine Drosselanordnung vorgesehen, durch die der Durchfluß durch das Steuerventil bei um einen kleinen Hub h geöffnetem Steuerventil gedrosselt wird. Bei um diesen Hubweg geöffneten Steuerventil ist der Ventilsitz nach wie vor geöffnet, ein weiterer Ventilsitz jedoch geschlossen, so dass das geförderte Medium über die Drosselbohrungen durch das Steuerventil fließen muss. Aufgrund des derart gedrosselten Durchflusses durch das Steuerventil wird in einem Hochdruckbereich des Systems ein niedrigerer Druck aufgebaut. Bei vollständig geschlossenem Steuerventil hingegen ist sowohl der erste Ventilsitz als auch der weitere Ventilsitz geschlossen, wodurch die Bypassverbindung unterbrochen wird. Dies führt zum Aufbau eines hohen Druckes von der Pumpeneinheit zum Niederdruckbereich des Systems in dem Hochdruckbereich des Systems.

[0003] DE 42 38 727 A1 bezieht sich auf ein Magnetventil. Das Magnetventil dient zur Steuerung des Durchganges einer Verbindung zwischen einem zumindest zeitweise auf Fluidhochdruck gebrachten Hochdruckraum, insbesondere eines Pumpenarbeitsraumes einer Kraftstoffeinspritzpumpe und einem Niederdruckraum. Es ist ein in ein Ventilgehäuse eingesetzter Ventilkörper und eine darin angeordnete Bohrung vorgesehen, in der ein Ventilschließglied in Form eines Kolbens von einem Elektromagneten entgegen der Kraft einer Rückstellfeder verschiebbar ist. Der Kolben verjüngt sich, ausgehend von einer kreiszylindrischen Mantelfläche über eine Kegelfläche zu einem verringerten Durchmesser, wobei die Kegelfläche mit einem kegelförmigen, einen die kreiszylindrische Mantelfläche des Kolbens umgebenden Hochdruckraum mit einem den verringerten Durchmesser des Kolbens umgebenden verbindenden Ventilsitz am Ven-

tilkörper zusammenwirkt. Dessen Kegelwinkel ist kleiner als der Kegelwinkel der Kegelfläche des Kolbens, so dass der Kolben über eine am Übergang zwischen seiner zylinderförmigen Mantelfläche und der Kegelfläche entstandenen Dichtkante mit dem Ventilsitz zusammenwirkt. Der Dichtkante ist in Überströmrichtung vom Hochdruckraum zum Niederdruckraum eine mit Beginn des Öffnungshubes wirksam werdende Drosselstelle nachgeschaltet. Die Drosselstelle wird durch eine Drosselstrecke im Überdeckungsbereich zwischen eckiger Fläche des Kolbens und der Ventilsitzfläche gebildet, wobei der Winkel der Kegelfläche des Kolbens geringfügig, vorzugsweise 0,5 bis 1° größer ist als der Winkel der Ventilsitzfläche, so dass der Durchtrittsquerschnitt zwischen der Kegelfläche des Kolbens und der Ventilsitzfläche über den gesamten Umfang in Überströmrichtung zum Niederdruckraum zu Beginn des Öffnungshubes stetig abnimmt. Aufgrund der hohen Strömungsgeschwindigkeiten des Kraftstoffes zwischen den Einspritzphasen - seien es Vor-, Haupt- oder Nacheinspritzphasen, können mit dieser Lösung Kavitationsschäden unterbunden werden.

[0004] Weitere Einrichtungen zum Einspritzen von Kraftstoff sind aus den Druckschriften DE 199 10 589 A1, EP 1 199 467 A2 (Stand der Technik nach Artikel 54(3) EPÜ) und EP 0 147 026 A2 bekannt.

Darstellung der Erfindung

[0005] Die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 erlaubt es, neben den Steuerparametern Einspritzbeginn, Einspritzmenge, Einspritzdruck und der Anzahl der Einspritzungen, die in diesem Zusammenhang als übliche Steuerparameter eines Common-Rail-Einspritzsystems genannt werden, die erste Phase des Einspritzvorganges (die sogenannte "bootphase") hinsichtlich der Länge und des Druckniveaus zu steuern. Abhängig von der Drehzahl und der Last der selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine kann sich durch die Beeinflussung der Bootphase die NO_x -Emissionen sehr günstig beeinflusst werden. Die der Haupteinspritzung vorgelagerte Bootphase dient der Konditionierung des während der Haupteinspritzphase umzusetzenden Gemisches hinsichtlich einer optimalen, d.h. möglichst vollständigen Verbrennung mit optimaler Abgaszusammensetzung.

[0006] Die Möglichkeit, die Bootphase hinsichtlich ihrer Dauer unabhängig von den Steuerparametern Einspritzbeginn, Einspritzmenge und Einspritzdruck etc. zu beeinflussen, erlaubt eine Anpassung des Einspritzverlaufes während der Bootphase auch an den eingesetzten Kraftstoff. Bei stationären Dieselmotoren oder Dieselmotoren zum Antrieb von Schiffen wird häufig Schweröl als Kraftstoff eingesetzt, dessen Zerstäubungsverhalten beispielsweise im Vergleich zu Dieselöl, welches in die Brennräume von Pkw-Dieselmotoren eingespritzt wird, wesentlich ungünstiger ist. Die Aufbereitung des Gemisches durch eine gesteuerte Einspritzung von Kraftstoff

ermöglicht eine bessere von der Kraftstoffqualität unabhängige Aufbereitung des verdichteten Gemisches, so dass sich während der Verbrennungsphase im Brennraum hinsichtlich der Emissionen günstige Verhältnisse einstellen. In besonders vorteilhafter Weise lassen sich dadurch die günstigere NO_x-Emissionen bei gleichem Kraftstoffverbrauch der Verbrennungskraftmaschinen erzielen. Dieses Konzept ermöglicht auch die Kombination der mehrfachen Einspritzung (Voreinspritzphasen) zur Erzielung einer Gemischvorwärmung und einer Nacheinspritzphase zur Rauchwertsenkung mit der Formung des Einspritzverlaufes.

[0007] Der Verwendung von Schweröl als Kraftstoff für Dieselmotoren trägt die vorgeschlagene Lösung überdies dadurch Rechnung, dass die Betätigungsorgane, z.B. Magnetspulen von Elektromagneten oder Piezoaktoren mit hydraulischen Übersetzern, durch Membrane vom Kraftstoff getrennt werden. Die Membrane schirmen z.B. die Ankerplatten und Magnete vom Kraftstoff ab, der zur Verbesserung seiner Fließeigenschaften auf Temperaturen von bis zu 140°C und darüber vorgeheizt werden kann.

Zeichnung

[0008] Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend eingehender beschrieben.

[0009] Es zeigt:

- Figur 1 Ein Steueraggregat mit einer in Serie geschalteten Kombination aus einem 3/2-Wege-Ventil und ein 2/2-Wege-Ventil,
- Figur 2 das Steueraggregat gemäß Figur 1, befestigt an einem Hochdrucksammelraum (Common Rail),
- Figur 3 das Steueraggregat gemäß Figur 1, einem Injektor (DHK) unmittelbar zugeordnet,
- Figur 4 eine geteilt ausgeführte Ausführungsvariante des Steueraggregates gemäß Figur 1, wobei ein Teil des Steueraggregates dem Hochdrucksammelraum und der andere Teil des Steueraggregates dem Injektor (DHK) zugeordnet ist und
- Figuren 5.1, 5.2 die Verläufe von Düsenadelhub und Einspritzdruck, jeweils aufgetragen über der Zeitachse,
- Figur 5.3 unterschiedliche Ansteuerzeiten eines 3/2-Wege-Ventils,
- Figur 5.4 die Ansteuerzeit eines dem vollen

Druckaufbau ermöglichenden 2/2-Wege-Ventils,

Figur 6 die Verläufe von Druck, Nadelhub und von Ansteuerzeiten eines 3/2- und eines 2/2-Wege-Ventiles und

Figur 7 die Verläufe von Druck, Nadelhub und Ansteuerzeiten eines 3/2- und eines 2/2-Wege-Ventiles bei mehrfacher Einspritzung, kombiniert mit dem "Boot-rate-shaping".

Ausführungsvarianten

[0010] Figur 1 zeigt ein Steueraggregat mit einer in Serie geschalteten Kombination eines 3/2-Wege-Ventils und eines 2/2-Wege-Ventils.

[0011] Die Figur 1 entnehmbare Steuereinheit 6 ist mittels eines Hochdruckzulaufes 1 über einen hier nicht dargestellten Hochdrucksammelraum (Common Rail) oder eine andere Hochdruckquelle mit unter hohem Druck stehendem Kraftstoff beaufschlagt. Die Steuereinheit 6 umfasst einen drucklosen Ablauf 3 sowie einen hochdruckseitigen Ablauf 2. Die Steuereinheit 6 ist modular aufgebaut und umfasst ein Oberteil 7, indem eine erste Betätigungseinrichtung 4 sowie eine zweite Betätigungseinrichtung 5 nebeneinander aufgenommen sind. Unterhalb des Oberteiles 7 der Steuereinheit 7 befindet sich ein Mittelteil 8, an welches sich ein Unterteil 9 anschließt.

[0012] Die Steuereinheit 6 umfasst ein erstes Ventil 10 sowie ein zweites Ventil 11. Das erste Ventil 10 ist als ein 3/2-Wege-Ventil ausgeführt, dessen Druckraum 28 über den Hochdruckzulauf 1 mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagt ist. Dem gegenüber ist das zweite Ventil 11 als ein 2/2-Wege-Ventil ausgeführt. Das erste Ventil 10 wird durch die erste Betätigungseinrichtung 4 gesteuert, welche in der Darstellung gemäß Figur 1 als Elektromagnet ausgestaltet ist. Die Magnetspule 13 des Elektromagneten ist im Oberteil 7 der Steuereinheit 6 aufgenommen. Eine Betätigungsanordnung 21, 22 zur Druckentlastung eines Stellraumes 24 des ersten Ventiles 10 beaufschlagt ein Schließelement 20, welches seinerseits eine Ablaufdrossel 23 zur Druckentlastung des Stellraumes 24 des ersten Ventiles 10 freigibt oder verschliesst. In der in Figur 1 dargestellten Ausführungsvariante der Steuereinheit 6 ist die erste Betätigungseinrichtung 4 als Elektromagnet ausgebildet. Alternativ ist die Ausgestaltung der ersten Betätigungseinrichtung 4 als Piezoaktor möglich, dem zur Vergrößerung des Stellweges ein hydraulischer Übersetzer nachgeschaltet werden kann. Die Betätigungsanordnung 21, 22 - in der Darstellung gemäß Figur 1 als Ankerplatte 21 und mit dieser verbundenen Zapfen 22 ausgestaltet - ist über eine Rückstellfeder 12 beaufschlagt, welche die Ankerplatte 21 der Betätigungsanordnung 21, 22 in einem Abstand von der unteren Stirnfläche der Magnetspule 13 der ersten Betätigungseinrichtung 4 hält. Der Zapfen 22

der Betätigungsanordnung 21, 22 umfasst eine Anlagefläche 19, die das hier kugelförmig gestaltete Schließelement 20 teilweise umschließt und in den den Ablauf des Steuerraumes 24 verschließenden Sitz innerhalb des Mittelteiles 8 drückt. Mit Bezugszeichen 18 ist die Symmetrielinie der ersten Betätigungseinrichtung 4 und des ersten Ventiles 10 bezeichnet

[0013] Unterhalb der ersten Betätigungseinrichtung 4 ist im Oberteil 7 der Steuereinheit 6 ein erster Hohlraum 15 ausgebildet, der zur Aufnahme der Ankerplatte 21 der Betätigungsanordnung 21, 22 dient. Im Bereich oberhalb der Trennfuge des Oberteiles 7 und des Mittelteiles 8 der Steuereinheit 6 ist der erste Hohlraum 15 mittels eines flexiblen Membranelementes 17 gegen den Eintritt von Kraftstoff abgedichtet. Beim Einsatz der Steuereinheit 6 an Großdieselmotoren, wie sie z.B. als stationäre Dieselmotoren oder zum Antrieb von Schiffen Einsatz finden, wird als Kraftstoff Schweröl eingesetzt, welches zur Verbesserung seiner Fließeigenschaften auf Temperaturen von bis zu 140°C und darüber vorgeheizt wird. Um die erste Betätigungseinrichtung 4 - und analog die zweite Betätigungseinrichtung 5, welche das zweite Ventil 11 betätigt - vor Beschädigungen und eintretenden zähflüssigen Kraftstoff zu schützen, sind der erste Hohlraum 15 und analog der zweite Hohlraum 16 der zweiten Betätigungseinrichtung 5 mittels flexibler Membranelemente 17 im Bereich der Trennfuge zum Mittelteil 8 der Steuereinheit 6 gegen den Eintritt heißen Kraftstoffes geschützt.

[0014] Die eine bei Druckentlastung des Steuerraumes 24 des ersten Ventiles 10, welches bevorzugt als 3/2-Wege-Ventil ausgebildet ist, abgesteuerte Steuermenge dringt in den den Zapfen 22 der Betätigungsanordnung 21, 22 umgebenden Ringraum ein und strömt von dort in eine im Mittelteil 8 horizontal verlaufende Überströmbohrung 25 ein. Von der horizontal verlaufenden Überströmbohrung 25 im Mittelteil 8 der Steuereinheit 6 zweigt sowohl eine sich in vertikale Richtung im Mittelteil 8 erstreckende Überströmbohrung 26 als auch eine Abströmleitung 34 ab. Über die Abströmleitung 34 kann das abgesteuerte, aus dem Steuerraum 24 abströmende Kraftstoffvolumen in den drucklosen Ablauf 3 eingeleitet werden, von welchem das abgesteuerte Kraftstoffvolumen in den Kraftstofftank zurückströmt.

[0015] Das erste Ventil 10 umfasst einen Ventilkörper 27, dessen obere Stirnseite den Steuerraum 24 begrenzt. Der Steuerraum 24 wird darüber hinaus vom Unterteil 9 der Steuereinheit 6 sowie einem Teilbereich der unteren Fläche des Mittelteiles 8 der Steuereinheit 6 begrenzt, in welchem die Ablaufdrossel 23 untergebracht ist, die durch das hier kugelförmig konfigurierte Schließelement 20 verschließ- bzw. freigebbar ist. Der Ventilkörper 27 des ersten Ventiles 10 umfasst darüber hinaus in dem Bereich, der vom ringförmig konfigurierten Druckraum 28 umschlossen ist, eine Zulaufdrosselstelle 30, die mit einer an der oberen Stirnseite des Ventilkörpers 27 mündenden Längsbohrung in Verbindung steht. Über den Hochdruckzulauf 1, die Zulaufdrosselstelle 30

sowie die erwähnte in Figur 1 gestrichelt eingezeichnete Längsbohrung ist sichergestellt, dass der Steuerraum 24 des ersten Ventiles 10 stets mit einem Steuervolumen beaufschlagt ist. Darüber hinaus umfasst der Ventilkörper 27 des ersten Ventiles 10 eine mit einer entsprechenden Sitzfläche des Unterteiles 9 zusammenwirkenden Kegelsitz 29. In Figur 1 ist der Kegelsitz 29 des Ventilkörpers 27 in eine zu diesem korrespondierende Sitzfläche des Unterteiles 9 der Steuereinheit 6 eingefahren und verschließt sowohl den drucklosen Ablauf 3 als auch die unterhalb des ringförmig verlaufenden Druckraumes 28 abzweigende Querbohrung 32 zum Druckraum 36 des zweiten Ventiles 11, welches bevorzugt als 2/2-Wege-Ventil ausgestaltet ist. Der Ventilkörper 27 des ersten Ventiles 10 umfasst ferner einen Ansatz 31, der unterhalb des Kegelsitzes 29 angeordnet ist und entsprechend des Hubweges des Ventilkörpers 27 im Unterteil 9 der Steuereinheit 6 den drucklosen Ablauf 3 verschließt bzw. freigibt. Bei Druckentlastung des Steuerraumes 24 durch Bestromung der ersten Betätigungseinrichtung 4 wird der Steuerraum 24 druckentlastet, demzufolge fährt der Ventilkörper 27 in vertikale Richtung nach oben auf, bis dessen obere Stirnseite an der Anlagefläche 18 des Mittelteiles 8 anliegt. Entsprechend dieser vertikalen Hubbewegung fährt der Kegelsitz 29 aus seiner Sitzfläche im Unterteil 9 der Steuereinheit 6 auf und der Ansatz 31 teilweise in die unterhalb des Druckraumes 28 sich anschließende Bohrung gerade soweit ein, dass über den ringförmigen Druckraum 28 der Hochdruckzulauf 1 und die dem Druckraum 36 des zweiten Ventiles 11 beaufschlagende Querbohrung 32 mit Hochdruck versorgt ist.

[0016] Die ebenfalls im Oberteil 7 der Steuereinheit 6 untergebrachte zweite Betätigungseinrichtung 5, welche in der Ausführungsvariante gemäß Figur 1 ebenfalls als Magnetventil als Elektromagnet ausgeführt ist, betätigt einen Ventilkörper 35 des zweiten Ventiles 11. Unterhalb der Magnetspule 13 der zweiten Betätigungseinrichtung 5 ist ein zweiter im Oberteil 7 ausgebildeter Hohlraum 16 enthalten, der über das Membranelement 17 gegen das Zuströmen von vorgeheiztem Brennstoff abgesichert ist. Bei einströmenden und daraufhin erkaltendem Brennstoff wäre der Betrieb wegen der kleinen Hubwege, die von den Elektromagneten zur Betätigung des ersten Ventiles 10 bzw. des zweiten Ventiles 11 erforderlichen Stellwege in der geforderten Präzision nicht mehr realisierbar, wenn als Brennstoff vorgeheiztes Schweröl verwendet wird, was bei stationären Großdieselmotoren sowie bei Dieselmotoren, die zum Antrieb schon Schiffen dienen, durchaus üblich ist.

[0017] Der über die Querbohrung 32 beaufschlagte Druckraum 36 des zweiten Ventiles 11 mündet in einen Hochdruckablauf 2, der mit einem in Figur 1 nicht dargestellten Düsenraum eine Einspritzvorrichtung wie einer Düsenhalterkombination oder einem Injektor in Verbindung steht. An dem dem Hochdruckablauf 2 zuweisenden Ende des Ventilkörpers 35 des zweiten Ventiles 11 ist ein Kegelsitz 39 ausgebildet, der mit einer korrespondierenden Sitzfläche im Unterteil 9 der Steuereinheit 6 zu-

sammenwirkt. Im unteren Bereich des Ventilkörpers 35 ist mit dem Druckraum 36 in Verbindung stehend eine Drosselstelle 37 ausgebildet, die mit einer Längsbohrung 38 innerhalb des Ventilkörpers 35 in Verbindung steht.

[0018] Die erste Betätigungseinrichtung 4 sowie die zweite Betätigungseinrichtung 5 werden mittels eines Ansteuerbauteiles 40 angesteuert, welches über Ansteuerleitungen 14 jeweils mit den Magnetspulen 13 der ersten Betätigungseinrichtung 4 bzw. der zweiten Betätigungseinrichtung 13 in Verbindung steht.

[0019] Die Betriebsweise der in Figur 1 dargestellten Ausführungsvariante stellt sich wie folgt dar:

[0020] Der Ventilkörper 27 des hydraulischen 3/2-Wege-Ventiles 10 wird mittels der als Elektromagnet ausgeführten ersten Betätigungseinrichtung 4 gesteuert. Das Öffnen und Schließen des Ventilkörpers 27 wird durch die Druckentlastung des Steuerraumes 24 über die erste Betätigungseinrichtung 4 gesteuert. Der Druckabfall oder der Druckanstieg ist abhängig von den Durchmessern der Zulaufdrosselstelle 30 im unteren Teil des Ventilkörpers 27 bzw. der Auslegung der Ablaufdrossel 23 oberhalb des Steuerraumes 24. Ist die Magnetspule 13 der ersten Betätigungsvorrichtung 4 unbestromt, schließt der Ventilkörper 27 durch Einfahren seines Kegelsitzes 29 in die korrespondierende Sitzfläche innerhalb des Unterteiles 9 der Steuereinheit 6 den Hochdruckzulauf 1 über die Querbohrung 22 zum Druckraum 36 des zweiten Ventiles 11 ab. Der Hochdruckablauf 2 des zweiten Ventiles 11 ist in diesem Zustand mit dem drucklosen Ablauf 3 unterhalb des ersten Ventiles 10 verbunden. Über diesen strömt auch die aus dem Steuerraum 24 bei dessen Druckentlastung abgesteuerte Steuervolumenmenge über die horizontal verlaufende Überströmbohrung 25 bzw. die Abströmleitung 34 auf die Niederdruckseite der Steuereinheit 6 ab. In diesem Zustand verbleibt eine Düsennadel einer Einspritzeinrichtung, vergleiche Figuren 2 und 3 geschlossen. Bei der über das Ansteuerbauteil 40 initiierten Aktivierung der ersten Betätigungseinrichtung 4, d.h. Erregung der Magnetspule 13 wird der Ventilkörper 27 bis zum Anschlag 18 bewegt. Durch entsprechend des Hubweges erfolgreiches Einfahren des Ansatzes 31 in die unterhalb des Druckraumes 28 sich anschließende Bohrung erfolgt ein Schließen des drucklosen Ablaufes 13, wobei der Hochdruckzulauf 1 über den Druckraum 28 mit dem Druckraum 36 des zweiten Steuerventiles 11 verbunden wird. Nunmehr erfolgt der Beginn des Einspritzvorganges. Der Einspritzdruck wird über die den Ventilkörper 35 des zweiten Ventiles 11 betätigende zweite Betätigungseinrichtung 5 gesteuert, deren Magnetspule über eine Ansteuerleitung 14 vom Ansteuerbauteil 40 aktiviert wird. Im geschlossenen Zustand des zweiten Ventiles 11, d.h. bei nicht aktivierter Magnetspule 13 der zweiten Betätigungseinrichtung 5 wird der Zulauf zur Einspritzdüse über die im Ventilkörper 35 ausgebildete Drosselstelle 37 gedrosselt. Mit der geschilderten Ansteuerabfolge, d.h. einem Bestromen der Magnetspule 13 der ersten Betätigungseinrichtung 4 und einem daraufhin erfolgenden Druckentlasten des Steu-

erraumes 24 wird zwar der Hochdruckablauf 1 über den Druckraum 28 und über die Querbohrung 32 mit dem Druckraum 36 des zweiten Ventiles 11 verbunden, jedoch erfolgt in dieser Phase der Einspritzung lediglich eine gedrosselte Beaufschlagung des Hochdruckzulaufes 2 zur Einspritzdüse (vergleiche Darstellung in Figur 2). Abhängig von der Betätigung der zweiten Betätigungseinrichtung 5 über das Ansteuerbauteil 40 kann eine entdrosselte Beaufschlagung des zum Düsenraum 59 einer Düsenhalterkombination 56 (vergleiche Darstellung gemäß Figur 2) je nach Ansteuerung, d.h. Hubweg des Ventilkörpers 35 des zweiten Ventiles 11 innerhalb des Unterteiles 9 der Steuereinheit 6 erfolgen. Beim Öffnen des zweiten Ventiles 11 wird die Einspritzdüse an der Düsenhalterkombination (vergleiche Figuren 2 und 3) ungedrosselt mit dem über dem Hochdruckzulauf 1, den Druckraum 28 des ersten Ventiles 10, der Querbohrung 32, der dem Druckraum 36 des zweiten Ventiles 11 verbunden. Zur Beendigung der Einspritzung wird der zur Düsenhalterkombination oder zum Injektor 56 (vergleiche Darstellung gemäß Figur 2) führende Hochdruckablauf 2 durch Betätigung des Ventilkörpers 27 des vorzugsweise als 3/2-Wege-Ventiles ausgebildeten ersten Ventiles 10, d.h. Einfahren des Kegelsitzes 29 in die im Unterteil 9 befindliche Sitzfläche geöffnet, wodurch der Hochdruckablauf 2 mit dem drucklosen Ablauf 3 zur Druckentlastung der Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff 56 druckentlastet wird. Danach wird das zweite Ventil 11 über die Rückstellfeder 12, die von der Magnetspule 13 umschlossen im Oberteil 7 der Steuereinheit 6 aufgenommen ist, geschlossen.

[0021] Figur 2 zeigt die Steuereinheit gemäß Figur 1 befestigt an einem Hochdrucksammelraum (Common Rail).

[0022] In der Darstellung gemäß Figur 2 ist die Steuereinheit 6 lediglich durch das Oberteil 7, dem Mittelteil 8 und das Unterteil 9 repräsentiert. Der Hochdrucksammelraum 50 ist im wesentlichen rohrförmig konfiguriert. Entlang einer Stoßfuge 51 sind der Hochdrucksammelraum 50 (Common Rail) und die Steuereinheit 6 miteinander verbunden. Oberhalb der Steuereinheit 6 sind die Ansteuerleitungen 14 der ersten Betätigungsvorrichtung 4 sowie der zweiten Betätigungsvorrichtung 5 im Oberteil 7 der Steuereinheit 6 dargestellt, über welche mittels des Ansteuerbauteiles 40 die Magnetspulen zur Betätigung des ersten Ventiles 10 bzw. des zweiten Ventiles 11 angesteuert werden.

[0023] Der Hochdrucksammelraum 50 (Common Rail) steht über einem Kraftstoffvorlauf 53 mit dem Tank 55 in Verbindung und umfasst eine Hochdruckkraftstoffpumpe 52, welche den Kraftstoff aus dem Tank 55 auf ein beliebiges Druckniveau z.B. zwischen 600 und 1800 bar bringt.

[0024] Der drucklose Ablauf 3 an der Steuereinheit 6 steht über eine Rücklaufleitung 54 ebenfalls mit dem Tank 55 in Verbindung, so dass die aus dem Steuerraum 24 des ersten Ventiles 10 abgesteuerte Kraftstoffmenge wieder in das Kraftstoffreservoir zurückzufließen ver-

mag. Am Hochdruckablauf 2 der Steuereinheit 6 steht, durch Druckbeaufschlagung des Druckraumes 36 des zweiten Ventiles 11 bewirkt, Hochdruck an, der entsprechend des weiteren Verlaufes des Hochdruckablaufes 2 am Steuerraum 59 der Düsenhalterkombination 56 ansteht. Mit Bezugszeichen 56 ist eine Düsenhalterkombination bezeichnet, die eine Düsennadel 58 umfasst, die innerhalb der Düsenhalterkombination 56 über eine Druckfeder beaufschlagt ist. Je nach Druckbeaufschlagung des Düsenraumes 59 werden am brennraumseitigen Ende der Düsenhalterkombination 56 angeordnete Einspritzöffnungen 57 mit Kraftstoff versorgt oder verschlossen. Der Federraum der Düsenhalterkombination 56 steht über einen weiteren drucklosen Ablauf 60 mit dem Rücklauf 54 in den Kraftstofftank 55 in Verbindung, so dass überschüssiges Kraftstoffvolumen ebenfalls in den Tank 55 zurückströmen kann. In der Darstellung gemäß Figur 2 ist die Steuereinheit 6 unmittelbar dem Hochdrucksammelraum 50 (Common Rail) zugeordnet, wodurch sich eine kurze Baulänge des Hochdruckzulaufes 1 vom Hochdrucksammelraum 50 (Common Rail) zur Steuereinheit 6 erreichen läßt.

[0025] Der Darstellung gemäß Figur 3 ist die Steuereinheit gemäß Figur 1 zu entnehmen die unmittelbar oberhalb eines Injektors (DHK) angeordnet ist.

[0026] Die mit Bezugszeichen 70 bezeichnete integrierte Version einer Steuereinheit 6 im oberen Bereich einer Düsenhalterkombination 56 oder einer anders konfigurierten Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff in die Brennräume einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine, wird analog zur Darstellung gemäß Figur 2 über Ansteuerleitungen 14 mittels eines Ansteueroteles 40 angesteuert. Der Hochdrucksammelraum 50 wird analog zur Darstellung gemäß Figur 2 über eine Hochdruckkraftstoffpumpe 52 mit einem unter hohem Druck stehenden Kraftstoffvolumen beaufschlagt, welches die Hochdruckkraftstoffpumpe 52 ihrerseits über einen Vorlauf 53 aus dem Tank 55 fördert. In dem Tank 55 mündet ein druckloser Ablauf 60 der Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff 56, die hier als Düsenhalterkombination ausgebildet ist. Vom drucklosen Ablauf 3 der Steuereinheit 6, die in der Ausführungsvariante gemäß Figur 3 in den Federraum der Düsenhalterkombination 56 mündet, strömt das Leckölvolumen über den drucklosen Ablauf 60 und den Rücklauf 54 in den Tank 55 zurück. Durch die integrierte Version 70 der Steuereinheit 6 oberhalb einer Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff 56, ergibt sich in vorteilhafter Weise ein besonders kurzer Hochdruckablauf 2, über welchen der Düsenraum 59, der die Düsennadel 58 umschließt, mit Hochdruck beaufschlagbar ist. Auch die Steuereinheit 6 in ihrer integrierten Version 70 weist ein Oberteil 7, das Mittelteil 8 sowie das erste Ventil 10 sowie das in Figur 3 nicht dargestellte zweite Ventil 11 aufnehmende Unterteil 9 auf.

[0027] Figur 4 ist eine geteilt ausgeführte Ausführungsvariante der Steuereinheit zu entnehmen, wobei ein Teil der Steuereinheit am Hochdrucksammelraum

(Common Rail) und der andere Teil der Steuereinheit dem Injektor unmittelbar zugeordnet ist.

[0028] Die geteilte Ausführungsvariante der Steuereinheit 6 ist mit Bezugszeichen 80 bezeichnet. In dieser Ausführungsvariante umfasst die Steuereinheit 80 zwei Komponenten, wobei das erste Ventil 10 und die dieses betätigende erste Betätigungsvorrichtung 4 im Oberteil 7.1, im Mittelteil 8.1 sowie im Unterteil 9.1 aufgenommen ist. Der Hochdrucksammelraum 50 (Common Rail) steht unmittelbar mit dem Unterteil 9.1 des Steuergerätes 80 in Verbindung. Vom Unterteil 9.1 der geteilten Steuereinheit 6, d.h. vom Druckraum 28 des ersten Ventiles 10, zweigt eine Verbindungsleitung 81 ab, über welche der Druckraum 36 des zweiten Ventiles 11, welcher im zweiten Teil des geteilt ausgefüllten Steuergerätes 80 enthalten ist, mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagt wird.

[0029] Das zweite Ventil 11, bevorzugt als 2/2-Wegeventil ausgeführt, ist im Oberteil 7.2, Mittelteil 8.2 und Unterteil 9.2 der geteilt ausgeführten Ausführungsvariante des Steuergerätes 80 untergebracht. Vom Druckraum 36 des zweiten Ventiles 11 zweigt der Hochdruckablauf 2 ab, der den Düsenraum 59 der Düsenhalterkombination 56 mit Hochdruck beaufschlagt. Entsprechend der Hubbewegung der Düsennadel 58 entgegen der Federvorspannung, werden die Einspritzöffnungen 57 am brennraumseitigen Ende der Düsenhalterkombination 56 entweder mit Kraftstoff beaufschlagt oder verschlossen. Mit Bezugszeichen 60 ist ein druckloser Ablauf bezeichnet, über welchen überschüssiges Kraftstoffvolumen in einen hier nicht dargestellten Tank zurückströmt.

[0030] Figur 5.1 bzw. 5.2 zeigen die Verläufe des Düsennadelhubes und des Einspritzdruckes, jeweils aufgetragen über die Zeitachse.

[0031] Der Darstellung gemäß Figur 5.1 ist der Nadelhubweg 23 aufgetragen über der Zeitachse 84 zu entnehmen. Wie der Darstellung gemäß Figur 5.1 entnommen werden kann, lassen sich mit der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung sowohl kurze Bootphasen 87 einer Haupteinspritzung 90 vorschalten als auch länger bemessene Bootphasen 88. Den Kurven der Figur 5.2 ist das Druckniveau 92 zu entnehmen, welches während der der Haupteinspritzung 90 vorgeschalteten Bootphase 86, sei sie als kurze Bootphase 87, sei sie als lange Bootphase 88 bemessen, erreicht wird. Das Druckniveau 92 während der Bootphase 86 ist mit der in Figur 1 dargestellten Drossel 37 im Verhältnis zum Systemdruck 91, d.h. dem Höchstdruck einstellbar und abhängig von Durchhub und Drosselgröße.

[0032] Im Vergleich zum während der Haupteinspritzphase 90 herrschenden Druckniveau 89, bei welchem das Maximalniveau vorliegt, verläuft der Einspritzdruck während der Bootphasen 86 auf einem geringeren Druckniveau 92. Innerhalb der Bootphase kommt eine kleine Kraftstoffmenge zur Einspritzung in den Brennraum, welche im wesentlichen zur Verbesserung der Verwirbelung der verdichtenden Luft innerhalb des Brennraumes dient und eine Konditionierung des Luftgemisch-

sches zur Herbeiführung einer sich anschließenden optimalen Verbrennung während der Haupteinspritzphase 90 zum Ziel hat. Der Verlauf der Haupteinspritzphase 90 ist durch ein Druckmaximum 89 gekennzeichnet, eine abfallende Druckflanke 93 sowie eine steil ansteigende Druckflanke 94 zu Beginn der Haupteinspritzphase 90. Das während der Haupteinspritzphase 90 sich einstellende Höchstdruckniveau 91 entspricht im wesentlichen dem Druckmaximum 89, welches sich innerhalb des Hochdrucksammelraumes 50 (Common Rail) einstellt.

[0033] Figur 5.3 zeigt unterschiedliche Ansteuerzeiten eines 3/2-Wege-Ventils, welche die Einspritzdauer und die Einspritzmenge definieren.

[0034] Bezugszeichen 95 markiert einen ersten Einspritzbeginn des ersten Ventiles 10, welches als 3/2-Wege-Ventil gestaltet ist, während mit Bezugszeichen 103 das Ende einer ersten Einspritzdauer 98 identifiziert ist. Der 1. Einspritzbeginn 95 wird durch den Ansteuerzeitpunkt des das ersten Ventiles 10 ansteuernden Elektromagneten 13 ausgelöst. Je nach Ansteuerzeitpunkt, lassen sich auch ein zweiter Einspritzbeginn 96 bzw. ein dritter Einspritzbeginn 97 darstellen, wodurch sich - unter Beibehaltung des Einspritzendes 103 - unterschiedlich lange Einspritzdauern 98, 99, 100 realisieren lassen, durch die die dem Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine zugeführte Kraftstoffmenge bestimmt wird.

[0035] Das Druckniveau, welches bei der Ansteuerung des ersten Ventiles 10 durch den Elektromagneten 13 erreicht wird, ist mit Bezugszeichen 101 gekennzeichnet.

[0036] Figur 5.4 zeigt die Ansteuerzeit des zweiten Ventiles 11, welches als 2/2-Wege-Ventil ausgebildet ist. Dieses wird durch den Elektromagneten 13 zum Zeitpunkt 102 geöffnet und zum Zeitpunkt 103 geschlossen. Während des durch Bezugszeichen 100 gekennzeichneten Zeitraumes sind beide Ventile geöffnet, so dass sich während dieser Phase das Druckmaximum 89 gemäß Figur 5.3 einstellt, an dem sich die beiden Druckniveaus 101 bzw. 105 am 3/2-Wege-Ventil und am 2/2-Wege-Ventil, d.h. am ersten Ventil 10 und am zweiten Ventil 11 überlagern. Entsprechend des Ansteuerzeitpunktes 90 kann die der Haupteinspritzphase 50 vorgelegerte Bootphase 86 als kurze Bootphase 87 oder als lange Bootphase 88 geformt werden, in der beim Öffnen des 3/2-Wege-Ventiles ausgebildeten ersten Ventiles 10 anstehende erste Druckniveau 101 herrscht.

[0037] Werden gemäß Figur 5.4 das erste Ventil 10 und das zweite Ventil 11 gleichzeitig geöffnet und geschlossen, gemäß des Kurvenzuges 104, so stellt sich eine Haupteinspritzung ohne Vorschaltung einer Bootphase 86 wie in Figur 5.2 ein.

[0038] Figur 6 zeigt die Verläufe von Druck und Nadelhub und die Ansteuerzeiten eines 3/2-Wege-Ventiles und eines 2/2-Wege-Ventiles bei mehrfacher Einspritzung mit Boot-rate-shaping.

[0039] In Figur 6 sind die oben genannten Parameter in bezug auf den Oberen Totpunkt (O.T.) 106 eines Kolbens im Zylinder einer Verbrennungskraftmaschine wiedergegeben. Dem oberen Kurvenzug von Figur 7 ist ent-

nehmbar, dass eine Haupteinspritzphase 90 mit vorgeschalteter Bootphase 86 eine Voreinspritzung 108 sowie eine Nacheinspritzung 109 zugeordnet sind. Während der Voreinspritzung 108 ist die Düsenadel, welche beispielsweise das Einspritzventilglied eines Injektors darstellt, teilweise geöffnet, vergleiche Bezugszeichen 110; während des mit 111 gekennzeichneten Zeitraumes steht die Düsenadel gemäß des Nadelhubwegverlaufes 83 in Figur 7 vollständig offen. Mit dem 2/2-Wege-Ventil 11 kann die Länge der Bootphase 86 synchron zum 1. Ventil 10 bei Einspritzbeginnänderungen gesteuert werden.

[0040] Während der Voreinspritzung 108 wird das erste Ventil 10, ausgebildet als 3/2-Wege-Ventil während der Dauer 112 kurz geöffnet und anschließend wieder geschlossen wodurch eine geringe Menge Kraftstoff zur Vorkonditionierung in den Brennraum der Verbrennungskraftmaschine eingespritzt wird. Zum mit Bezugszeichen 95 gekennzeichneten Zeitpunkt öffnet das 3/2-Wege-Ventil für die Dauer der Haupteinspritzphase 113 und schließt zum Zeitpunkt 103 wieder. Während der Nacheinspritzphase 109 wird das 3/2-Wege-Ventil, d.h. das erste Ventil 10 für die Dauer 114 geöffnet. Verschieben zu den Öffnungszeitpunkt 95 bzw. dem Schließzeitpunkt 103 des ersten Ventiles 10 wird das 2/2-Wege-Ventil, d.h. das zweite Ventil 11 zum Zeitpunkt 116 geöffnet und erst zum Zeitpunkt 117 geschlossen, der gemäß des in Figur 7 dargestellten verschobenen Öffnungsdauerverlaufes des 2/2-Wege-Ventiles 115 mit dem Ende der Nacheinspritzphase 114 zusammenfallen kann.

[0041] Durch die Verschiebung des Öffnungs- bzw. Schließzeitpunktes 116 bzw. 117 des 2/2-Wege-Ventiles, d.h. des zweiten Ventiles 11 läßt sich ein Boot-rate-Shaping erreichen, d.h. der Einspritzdruckverlauf und damit die Einspritzmenge nach bestimmten Bedingungen und Kriterien formen. Ferner geht aus den in Figur 7 wiedergegebenen Kurvenverläufen vor, dass eine Haupteinspritzphase 90, sei sie mit oder ohne Bootphase 86 sowohl eine Voreinspritzung 108 sowie auch eine Nacheinspritzung 109 vor- bzw. nachgeschaltet werden können.

Bezugszeichenliste

[0042]

- | | |
|----|-------------------------------|
| 1 | Hochdruckzulauf |
| 2 | Hochdruckablauf |
| 3 | druckloser Ablauf |
| 4 | erste Betätigungseinrichtung |
| 5 | zweite Betätigungseinrichtung |
| 6 | Steuereinheit |
| 7 | Oberteil |
| 8 | Mittelteil |
| 9 | Unterteil |
| 10 | erstes Ventil (3/2) |
| 11 | zweites Ventil (2/2) |

12 Rückstellfeder
 13 Magnetspule
 14 Ansteuerleitung
 15 erster Hohlraum
 16 zweiter Hohlraum
 17 Membranelement
 18 Anschlagfläche
 19 Anlagefläche
 20 Schließelement
 21 Platte
 22 Zapfen
 23 Ablaufdrossel
 24 Steuerraum
 25 horizontale Überströmbohrung
 26 vertikale Überströmbohrung
 27 Ventilkörper (3/2)
 28 Druckraum
 29 Kegelsitz
 30 Zulaufdrossel
 31 Ansatz
 32 Querböhrung
 33 Leckölablauf
 34 Abströmleitung
 35 Ventilkörper (2/2)
 36 Druckraum
 37 Bohrung
 38 Längsbohrung
 39 Sitz
 40 Ansteuerteil

50 Hochdrucksammelraum (Common Rail)
 51 Stoßfuge
 52 Hochdruckkraftstoffpumpe
 53 Vorlauf
 54 Rücklauf
 55 Tank
 56 Düsenhalterkombination (DHK)/Injektor
 57 Spritzöffnung
 58 Düsennadel
 59 Düsenraum
 60 druckloser Ablauf

70 integrierte Version

80 geteilte Version (Rail DHK)
 81 Verbindungsleitung
 82 83 Nadelhubweg
 84 Zeitachse
 85 Einspritzdruckverlauf
 86 Bootphase
 87 kurze Bootphase
 88 lange Bootphase
 89 Druckmaximum
 90 Haupteinspritzphase
 91 Höchstdruck
 92 Bootdruck
 93 fallende Druckflanke
 94 ansteigende Druckflanke

95 erster Einspritzbeginn 3/2-WV
 96 zweiter Einspritzbeginn 3/2-WV
 97 dritter Einspritzbeginn 3/2-WV
 98 erste Einspritzdauer 3/2-WV
 5 99 zweite Einspritzdauer 3/2-WV
 100 dritte Einspritzdauer 3/2-WV
 101 erstes Druckniveau 3/2-WV
 102 Öffnungszeitpunkt 2/2-WV
 103 Schließzeitpunkt 2/2-WV
 10 104 gleichzeitiges Öffnen 3/2-WV, 2/2-WV ohne Boot
 105 zweites Druckniveau 2/2-WV
 106 oberer Totpunkt Motorkolben
 107 Spritzbeginn vor O.T.
 15 108 Voreinspritzung
 109 Nacheinspritzung
 110 Teilweise Öffnung Düsennadel
 111 Düsennadel vollständig geöffnet
 112 Öffnungsdauer Voreinspritzung
 20 113 Öffnungsdauer Haupteinspritzung
 114 Öffnungsdauer Nacheinspritzung
 115 Verschobene Öffnungsdauer 2/2-WV
 116 Öffnungszeitpunkt 2/2-WV
 117 Schließzeitpunkt 2/2-WV

Patentansprüche

- 30 1. Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine mit einer Steuereinheit (6, 80), die eine federgesteuerte Einspritzeinrichtung (56) beaufschlagt, die eine Düsennadel (58) umfasst und die Steuereinheit (6, 80) ein erstes Ventil (10) und ein
- 35 zweites Ventil (11) enthält, die jeweils einen Druckraum (28, 36) umfassen, die über eine Druckleitung (32, 81) miteinander in Verbindung stehen, wobei das erste Ventil (10) und das zweite Ventil (11) in Serie geschaltet sind, wobei das erste Ventil (10) die Druckbeaufschlagung des Druckraumes (36) des zweiten Ventils (11) steuert und die Höhe (91, 92) des Einspritzdruckes während der Einspritzphasen (86, 87, 88; 90) durch das zweite Ventil (11) gesteuert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (6, 80) Betätigungseinrichtungen (4, 5) für das erste Ventil (10) und das zweite Ventil (11) enthält, die jeweils über ein Membranelement (17) vom Kraftstoff getrennt sind.
- 40 2. Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Ventil (10) ein 3/2-Wege-Ventil ist, dessen Druckraum (28) über einen Hochdruckzulauf (1) beaufschlagt und ist unterhalb des Druckraumes (28) ein verschließbarer, druckloser Ablauf (3) sowie die Druckleitung (32, 81) abzweigt.
- 55 3. Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff gemäß

- Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das über das erste Ventil (10) beaufschlagbare zweite Ventil (11) als 2/2-Wege-Ventil ausgebildet ist, von dessen Druckraum (36) ein Hochdruckablauf (3) zum Düsenraum (59) der Einspritzeinrichtung (56) verläuft.
4. Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membranelemente (17) an einem Oberteil (7, 7.1, 7.2) der Steuereinheit (6) oberhalb einer Trennfuge zu einem Mittelteil (8, 8.1, 8.2) des Steuerteiles (6, 80) aufgenommen sind.
5. Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Ventil (10) einen Ventilkörper (27) enthält, dessen Kegelsitz (29) die Druckleitung (32) und den drucklosen Ablauf (3) verschließt.
6. Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ventilkörper (27) eine Zulaufdrossel (30) enthält, die über einen Kanal mit einem durch eine Betätigungseinrichtung (4) druckentlastbaren Steuerraum (24) in Verbindung steht.
7. Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ventilkörper (27) einen Ansatz (31) umfasst, der entsprechend des Hubweges des Ventilkörpers (27) den drucklosen Ablauf (3) verschließt bzw. freigibt.
8. Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hubweg des Ventilkörpers (27) des ersten Ventils (10) durch eine Anschlagfläche (18) begrenzt ist, die durch ein Mittelteil (8) der Steuereinheit (6, 80) gebildet wird.
9. Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine bei Druckentlastung des Steuerraumes (24) über eine Ablaufdrossel (23) abgesteuerte Steuermenge über eine Überströmbohrung (25), eine Abströmleitung (34) in den drucklosen Ablauf (3) abgeleitet wird.
10. Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff gemäß Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Ventil (11) einen Ventilkörper (35) aufweist, der einen Kegelsitz (39) enthält, oberhalb dessen eine Drosselstelle (37) angeordnet ist, die mit einer dem Hochdruckablauf (2) zuweisenden Längsbohrung (38) in Verbindung steht.
11. Einrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (6, 80) am Hochdrucksammelraum (50) aufgenommen ist.
12. Einrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (6) unmittelbar oberhalb der Einspritzeinrichtung (56) angeordnet ist.
13. Einrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (80) geteilt ausgebildet ist, wobei der das erste Ventil (10) aufnehmende Teil (7.1, 8.1, 9.1) am Hochdrucksammelraum (50) und der das zweite Ventil (11) aufnehmende Teil (7.2, 8.2, 9.2) der Einspritzeinrichtung (56) zugeordnet ist.
14. Einrichtung gemäß Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckräume (28, 36) des ersten Ventiles (10) und des zweiten Ventiles (11) über eine Leitungsverbindung (81) in Verbindung stehen.
15. Einrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** je einem Zylinder einer selbst zündenden Verbrennungskraftmaschine eine Steuereinheit (6, 80) und eine Einspritzvorrichtung (56) zugeordnet sind.

Claims

1. Device for the injection of fuel into the combustion chamber of a compression-ignition internal combustion engine, having a control unit (6, 80) which acts on a spring-controlled injection device (56) which comprises a nozzle needle (58), and the control unit (6, 80) comprises a first valve (10) and a second valve (11) which in each case comprise a pressure space (28, 36) which are connected to one another via a pressure line (32, 81), the first valve (10) and the second valve (11) being connected in series, the first valve (10) controlling the application of pressure to the pressure space (36) of the second valve (11), and the level (91, 92) of the injection pressure during the injection phases (86, 87, 88; 90) being controlled by the second valve (11), **characterized in that** the control unit (6, 80) comprises actuating devices (4, 5) for the first valve (10) and the second valve (11) which are separated from the fuel in each case via a diaphragm element (17).
2. Device for the injection of fuel according to Claim 1, **characterized in that** the first valve (10) is a 3/2-way valve, the pressure space (28) of which is acted on via a high-pressure feed line (1), and a closable, pressureless outlet (3) and the pressure line (32, 81) branch off below the pressure space (28).
3. Device for the injection of fuel according to Claim 1, **characterized in that** the second valve (11) which

can be acted on via the first valve (10) is configured as a 2/2-way valve, a high-pressure outlet (3) extending to the nozzle space (59) of the injection device (56) from the pressure space (36) of the said 2/2-way valve.

4. Device for the injection of fuel according to Claim 1, **characterized in that** the diaphragm elements (17) are held on an upper part (7, 7.1, 7.2) of the control unit (6) above a joint to a centre part (8, 8.1, 8.2) of the control part (6, 80).
5. Device for the injection of fuel according to Claim 2, **characterized in that** the first valve (10) comprises a valve body (27), the conical seat (29) of which closes the pressure line (32) and the pressureless outlet (3).
6. Device for the injection of fuel according to Claim 5, **characterized in that** the valve body (27) comprises an inlet throttle (30) which is connected via a channel to a control space (24) which can be relieved of pressure by an actuating device (4).
7. Device for the injection of fuel according to Claim 5, **characterized in that** the valve body (27) comprises a projection (31) which closes or opens the pressureless outlet (3) in accordance with the stroke travel of the valve body (27).
8. Device for the injection of fuel according to Claim 5, **characterized in that** the stroke travel of the valve body (27) of the first valve (10) is delimited by a stop face (18) which is formed by a centre part (8) of the control unit (6, 80).
9. Device for the injection of fuel according to Claim 6, **characterized in that** a control amount which is discharged via an outlet throttle (23) during the pressure relief of the control space (24) is led away into the pressureless outlet (3) via a cross-over hole (25) and an outflow line (34).
10. Device for the injection of fuel according to Claim 3, **characterized in that** the second valve (11) has a valve body (35) which comprises a conical seat (39), above which a throttle point (37) is arranged which is connected to a longitudinal hole (38) which points towards the high-pressure outlet (2).
11. Device according to Claim 1, **characterized in that** the control unit (6, 80) is accommodated on the high-pressure collecting space (50).
12. Device according to Claim 1, **characterized in that** the control unit (6) is arranged directly above the injection device (56).

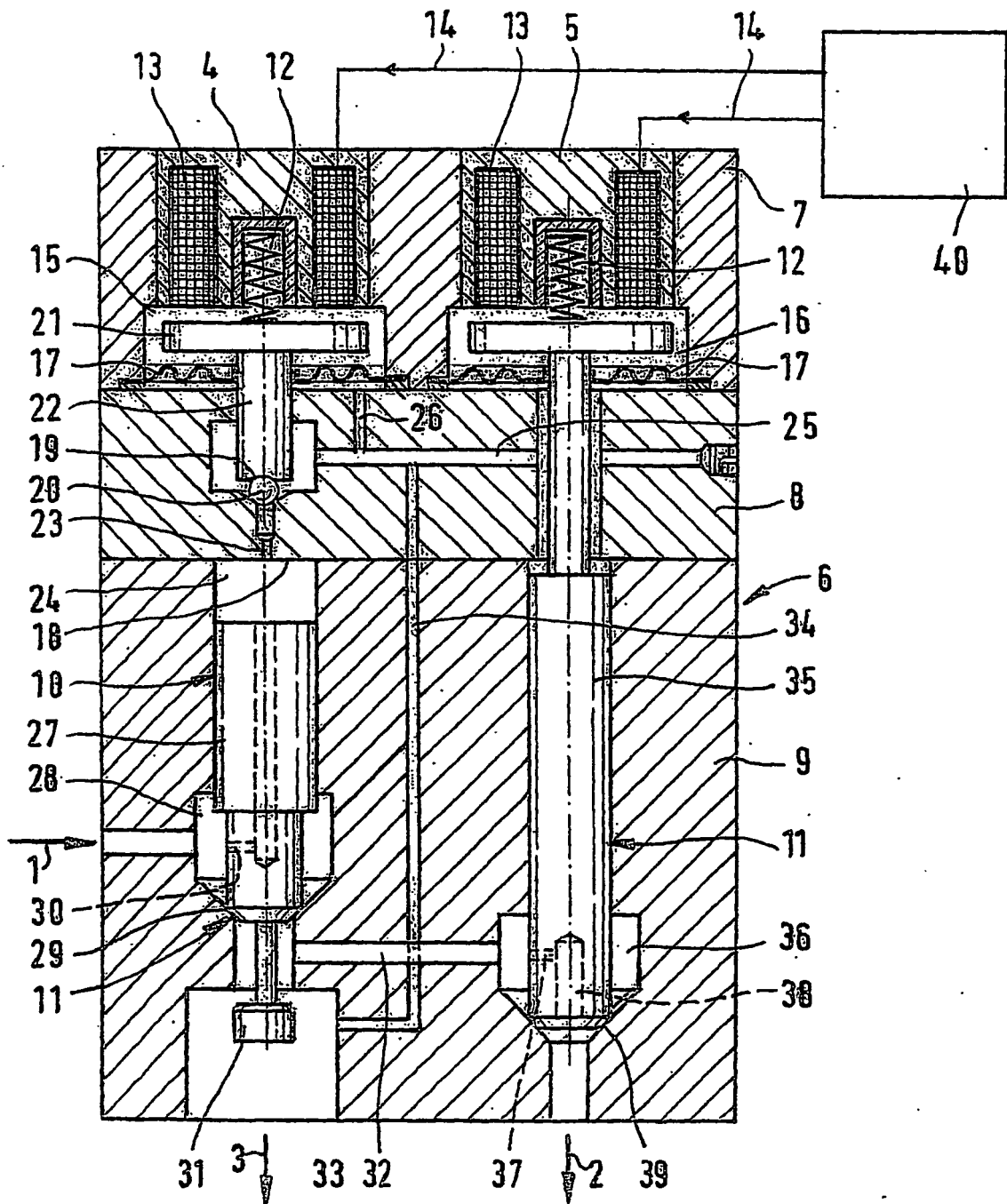
13. Device according to Claim 1, **characterized in that** the control unit (80) is of divided configuration, that part (7.1, 8.1, 9.1) which accommodates the first valve (10) being assigned on the high-pressure collecting space (50), and that part (7.2, 8.2, 9.2) which accommodates the second valve (11) being assigned to the injection device (56).
14. Device according to Claim 13, **characterized in that** the pressure spaces (28, 36) of the first valve (10) and of the second valve (11) are connected via a line connection (81).
15. Device according to Claim 1, **characterized in that** one control unit (6, 80) and one injection apparatus (56) are assigned to each cylinder of a compression-ignition internal combustion engine.

20 Revendications

1. Installation d'injection de carburant dans la chambre de combustion d'un moteur à combustion interne à auto-allumage avec une unité de commande (6, 80) qui commande un dispositif d'injection (56), et comprenant une aiguille d'injecteur (58) et l'unité de commande (6, 80) contient une première soupape (10) et une seconde soupape (11) comprenant respectivement une chambre de pression (28, 36) reliées l'une à l'autre par l'intermédiaire d'une conduite de pression (32, 81), la première soupape (10) et la seconde soupape (11) étant connectées en série, la première soupape (10) commandant la mise sous pression de la chambre de pression (36) de la seconde soupape (11) et la hauteur (91, 92) de la pression d'injection pendant les phases d'injection (86, 87, 88 ; 90) étant commandée par la seconde soupape (11),
caractérisée en ce que l'unité de commande (6, 80) contient des installations d'actionnement (4, 5) pour la première soupape (10) et la seconde soupape (11) qui sont respectivement séparées du carburant par un élément à membrane (17).
2. Installation d'injection de carburant selon la revendication 1,
caractérisée en ce que la première soupape (10) est une soupape à 3/2 voies, dont la chambre de pression (28) est alimentée par l'intermédiaire d'une conduite d'alimentation haute pression (1) et en-dessous de la chambre de pression (28) partent une conduite (3) verrouillable et sans pression (3) ainsi que la conduite de pression (32, 81).
3. Installation d'injection de carburant selon la revendication 1,

- caractérisée en ce que**
la seconde soupape (11), pouvant être alimentée par l'intermédiaire de la première soupape (10) est une soupape à 2/2 voies, depuis la chambre de pression (36) de laquelle s'étend une sortie haute pression (3) jusqu'à la chambre d'injection (59) du dispositif d'injection (56).
- 5
4. Installation d'injection de carburant selon la revendication 1,
caractérisée en ce que
les éléments à membrane (17) sont reçus à une partie supérieure (7, 7.1, 7.2) de l'unité de commande (6) au-dessus d'un plan de joint vers une partie centrale (8, 8.1, 8.2) de l'élément de commande (6, 80).
- 10
5. Installation d'injection de carburant selon la revendication 2,
caractérisée en ce que
la première soupape (10) contient un corps de soupape (27) dont le siège conique (29) ferme la conduite de pression (32) et la sortie sans pression (3).
- 15
6. Installation d'injection de carburant selon la revendication 5,
caractérisée en ce que
le corps de soupape (27) contient un étranglement d'admission (30) qui relié par l'intermédiaire d'un canal à une chambre de commande (24) pouvant être décompressée par une installation d'actionnement (4).
- 20
7. Installation d'injection de carburant selon la revendication 5,
caractérisée en ce que
le corps de soupape (27) comprend un épaulement (31) qui ferme et/ou libère la sortie sans pression (3) selon le trajet de course du corps de soupape (27).
- 25
8. Installation d'injection de carburant selon la revendication 5,
caractérisée en ce que
le trajet de course du corps de soupape (27) de la première soupape (10) est limité par la face de butée (18) formée par une partie centrale (8) de l'unité de commande (6, 80).
- 30
9. Installation d'injection de carburant selon la revendication 6,
caractérisée en ce qu'
une quantité de commande réorientée lors de la décompression de la chambre de commande (24) par l'intermédiaire d'un étranglement de sortie (23) est détournée dans la sortie sans pression (3) par l'intermédiaire d'un trou de décharge (25), et par une conduite de dérivation (34).
- 35
10. Installation d'injection de carburant selon la revendication 3,
caractérisée en ce que
la seconde soupape (11) comprend un corps de soupape (35) qui contient un siège conique (39), au-dessus duquel un point d'étranglement (37) est relié à un alésage longitudinal (38) associé à la sortie haute pression (2).
- 40
11. Installation selon la revendication 1,
caractérisée en ce que
l'unité de commande (6, 80) est reçue sur le collecteur haute pression (50).
- 45
12. Installation selon la revendication 1,
caractérisée en ce que
l'unité de commande (6) est disposée directement au-dessus du dispositif d'injection (56).
- 50
13. Installation selon la revendication 1,
caractérisée en ce que
l'unité de commande (80) est réalisée séparée, la partie (7.1, 8.1, 9.1) recevant la première soupape (10) étant associée au collecteur haute pression (50) et la partie (7.2, 8.2, 9.2) recevant la seconde soupape (11) au dispositif d'injection (56).
- 55
14. Installation selon la revendication 13,
caractérisée en ce que
les chambres de pression (28, 36) de la première soupape (10) et de la seconde soupape (11) sont reliés par l'intermédiaire d'une tuyauterie de jonction (81).
15. Installation selon la revendication 1,
caractérisée en ce qu'
une unité de commande (6, 80) et un dispositif d'injection (56) sont associés à chaque cylindre d'un moteur à combustion interne à auto-alumage.

Fig. 1



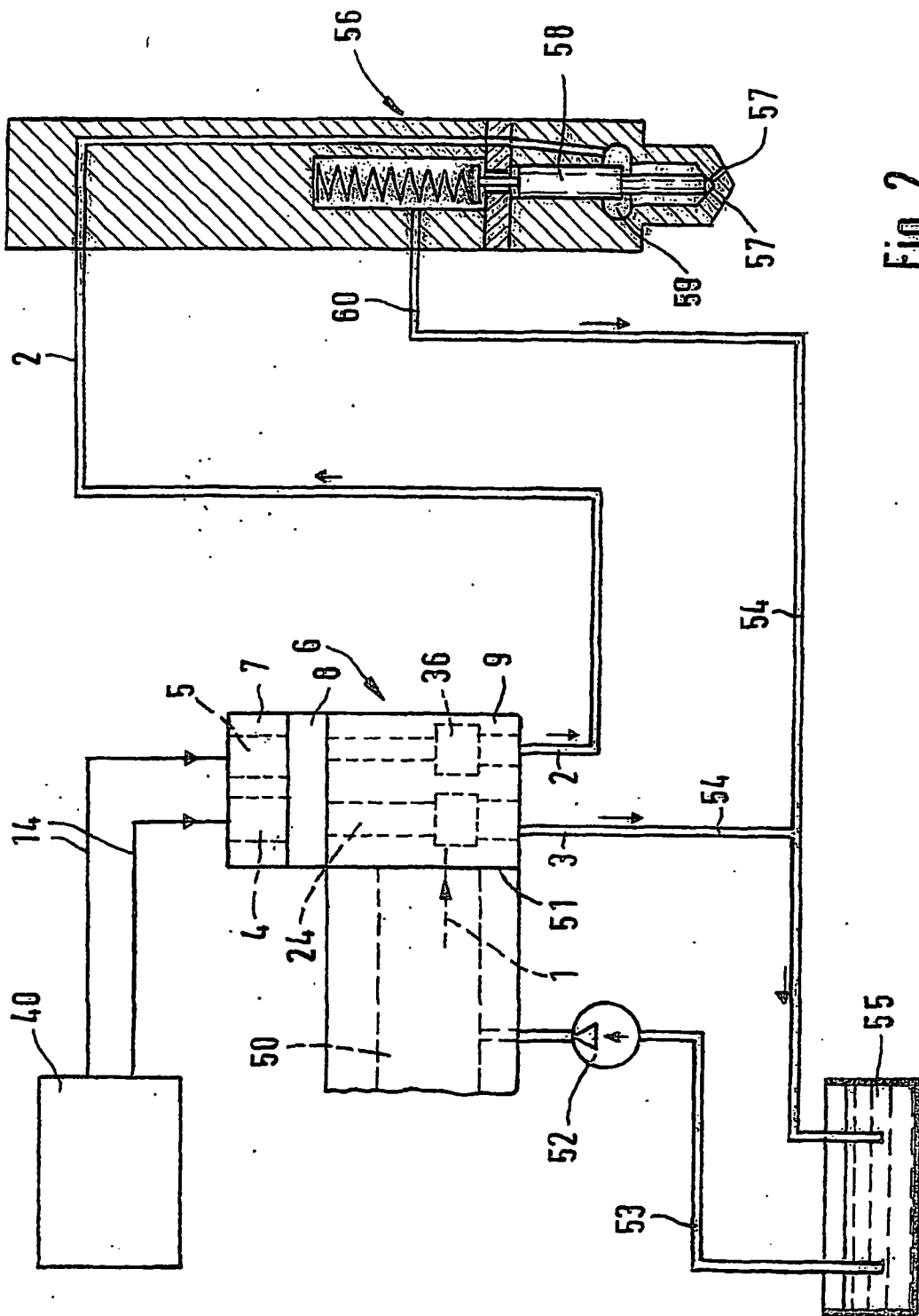


Fig. 2

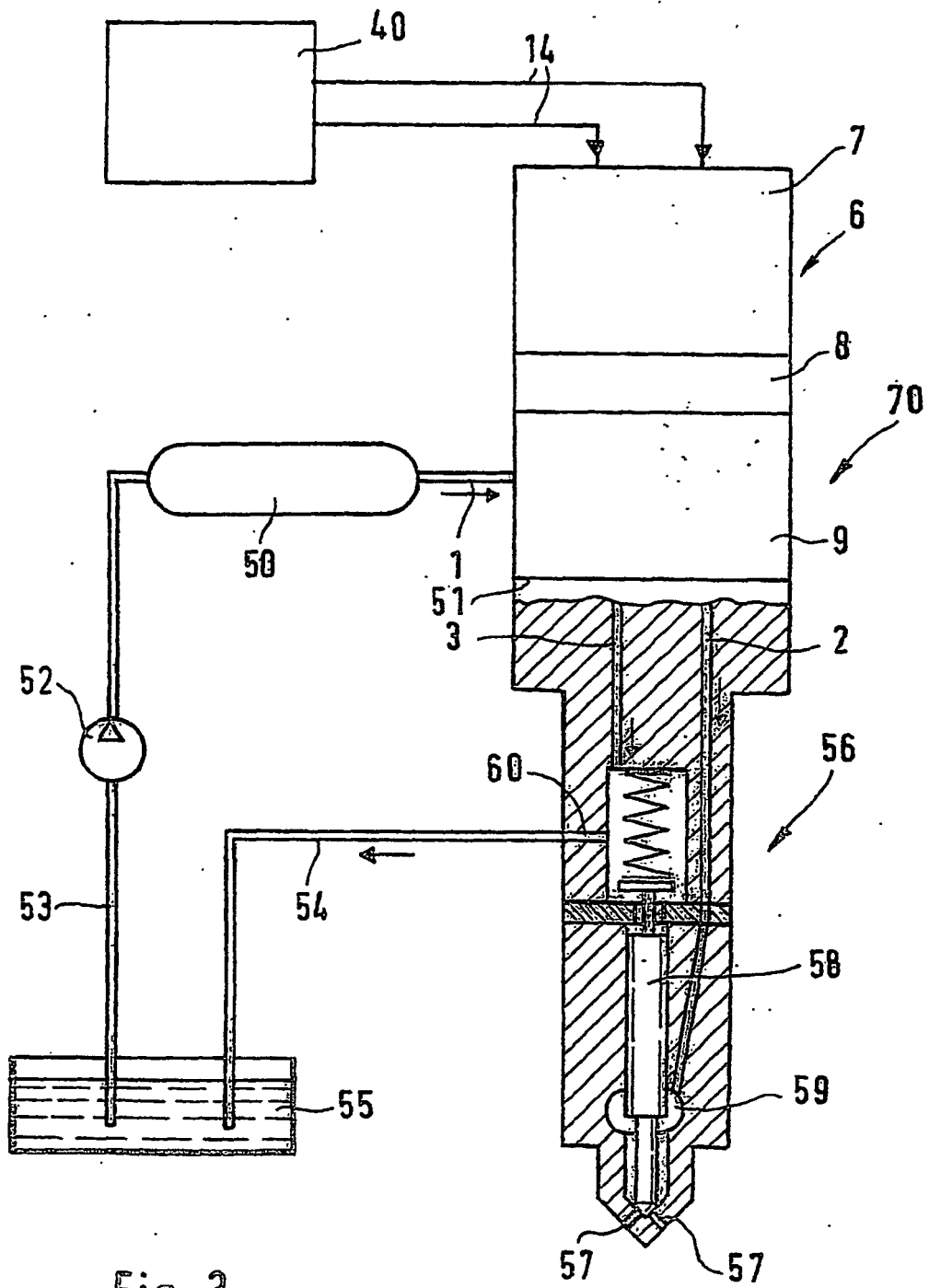


Fig. 3

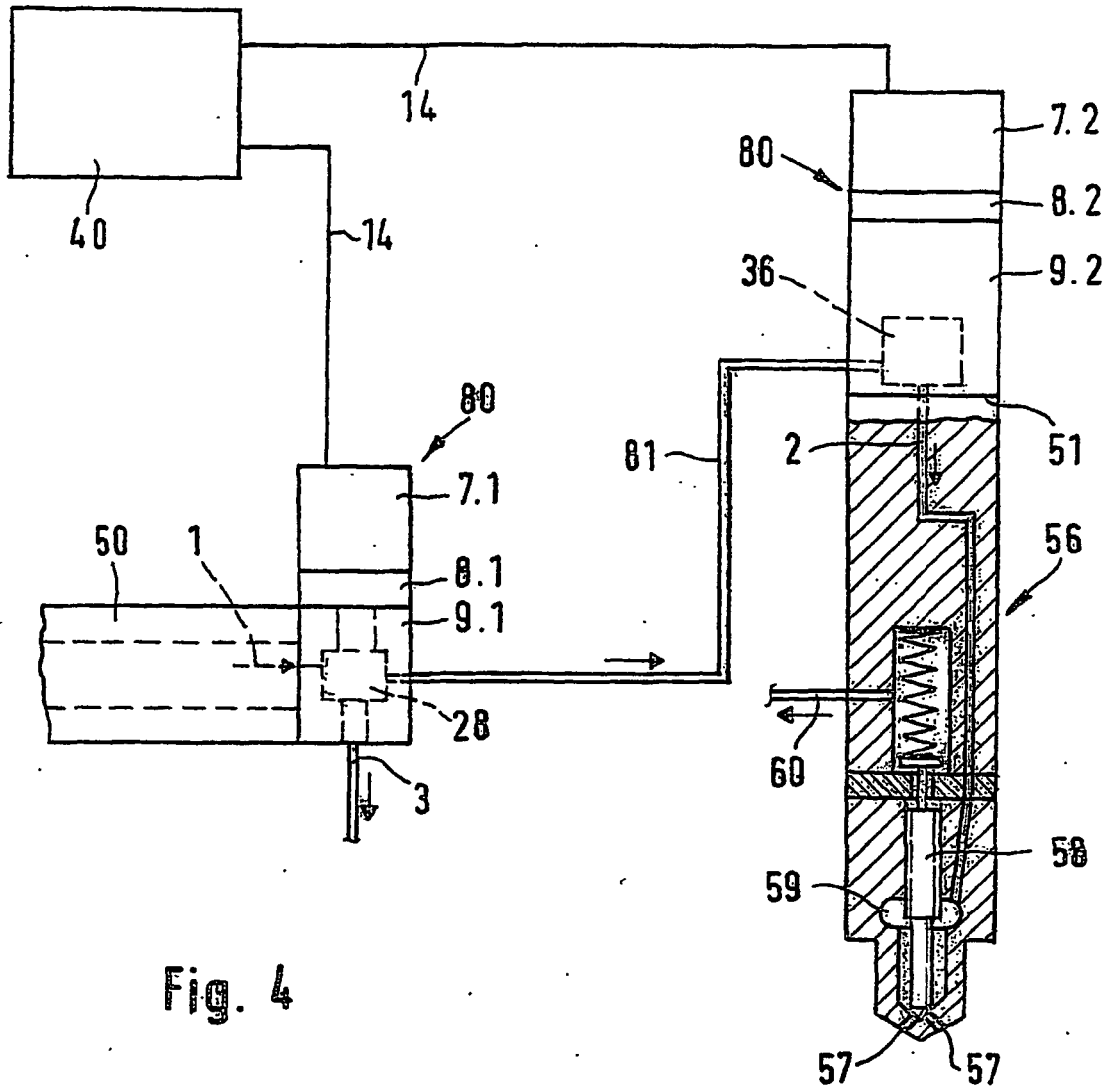


Fig. 4

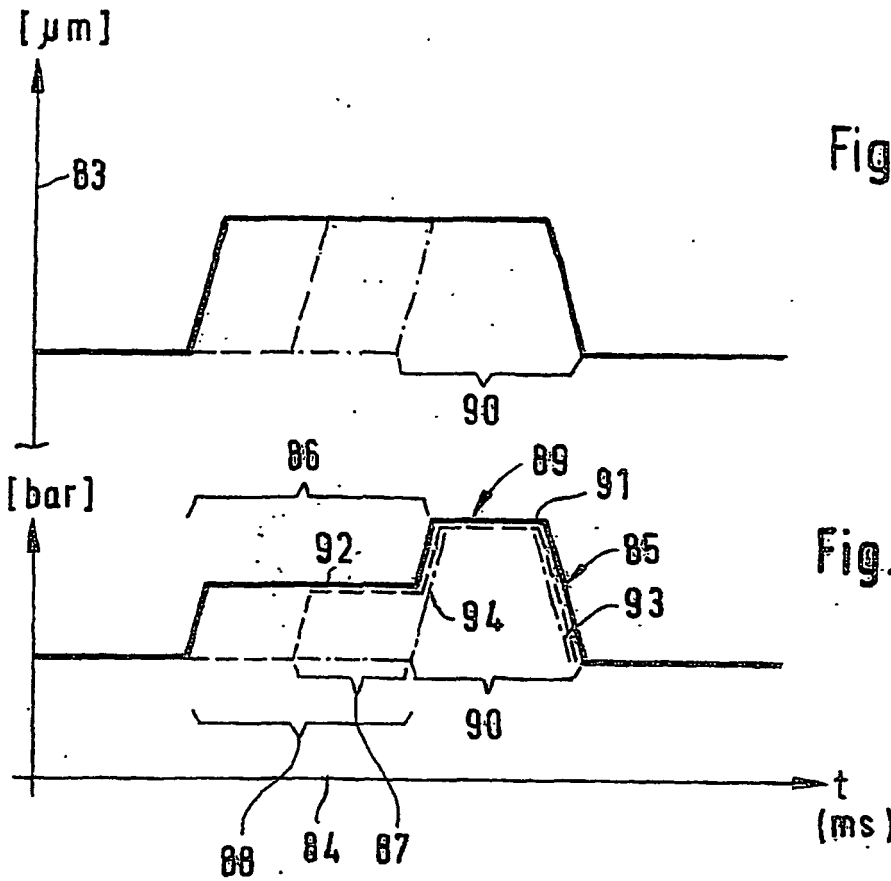


Fig. 5.1

Fig. 5.2

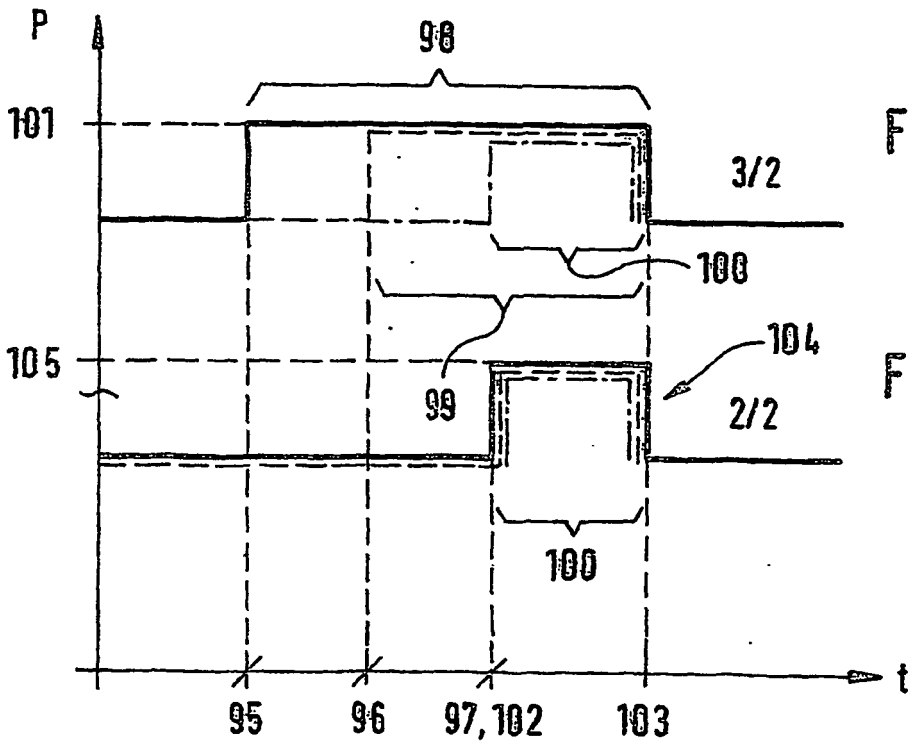


Fig. 5.3

Fig. 5.4

