

(19)



(11)

EP 1 778 967 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
20.02.2008 Patentblatt 2008/08

(51) Int Cl.:
F02M 45/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04762760.9**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2004/001977

(22) Anmeldetag: **07.09.2004**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2005/054660 (16.06.2005 Gazette 2005/24)

(54) **EINSPRITZDÜSE**

INJECTION NOZZLE

INJECTEUR

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **28.11.2003 DE 10355806**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.05.2007 Patentblatt 2007/18

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

(72) Erfinder:
• **BRENK, Achim**
75236 Kaemfelback (DE)
• **KROPP, Martin**
71732 Tamm (DE)

- **BUCHER, Kilian**
71111 Waldenbuch (DE)
- **GREULICH, Dietmar**
70193 Stuttgart (DE)
- **SCHNELL, Matthias**
73614 Schorndorf (DE)
- **ZIPPERER, Elmar**
71120 Grafenau (DE)
- **TUERKER, Oezguer**
71732 Tamm (DE)
- **KOCH, Reiner**
71636 Ludwigsburg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-20/04083621 DE-A- 10 205 970
DE-A- 10 221 384

EP 1 778 967 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 vorliegende Erfindung betrifft eine Einspritzdüse für eine Brennkraftmaschine, insbesondere in einem Kraftfahrzeug, mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs.

[0002] Eine derartige Einspritzdüse ist aus DE 102 21384 A1 und DE 100 58 153 A1 bekannt. Die Einspritzdüse enthält in einem Düsenkörper eine als Hohnadel ausgebildete erste Düsennadel, mit der eine Einspritzung von Kraftstoff durch wenigstens ein erstes Spritzloch steuerbar ist. Des Weiteren ist coaxial in der ersten Düsennadel eine zweite Düsennadel angeordnet, mit der eine Einspritzung von Kraftstoff durch wenigstens ein zweites Spritzloch steuerbar ist. Im Düsenkörper ist ein Düsenraum ausgebildet, der über eine Kräftstoffversorgungsleitung mit einer Hochdruckquelle verbindbar ist. Die erste Düsennadel besitzt zumindest eine erste Druckstufe, die im Düsenraum oder in einem mit dem Düsenraum kommunizierenden Raum angeordnet ist und im jeweiligen Raum mit einem Einspritzdruck beaufschlagbar ist. Der an der jeweiligen ersten Druckstufe angreifende Einspritzdruck leitet dann in die erste Düsennadel eine in Öffnungsrichtung wirkende Öffnungskraft ein. Des Weiteren ist eine erste Rückstellfeder vorgesehen, die an der ersten Düsennadel oder an einem die erste Düsennadel umfassenden ersten Nadelverband angreift und darin eine in Schließrichtung wirkende Schließkraft einleitet. Diese erste Rückstellfeder ist dabei in einem Federraum angeordnet, der mit einem relativ drucklosen Rücklaufsystem kommuniziert. Solange die Kraftstoffversorgungsleitung, beispielsweise mittels eines entsprechenden Ventils, nicht mit der Hochdruckquelle verbunden ist, herrscht darin und somit im Düsenraum nur ein vergleichsweise niedriger Druck. An der ersten Düsennadel bzw. am ersten Nadelverband überwiegen dann die Schließkräfte, so dass die erste Düsennadel geschlossen ist. Zum Öffnen der ersten Düsennadel wird der Düsenraum mit der Hochdruckquelle verbunden. Der sich dann im Düsenraum aufbauende Einspritzdruck erzeugt an der ersten Druckstufe die Öffnungskräfte, welche die Schließkräfte überwiegen und die erste Düsennadel öffnen. Durch Absenken des Drucks im Düsenraum kann die erste Düsennadel wieder geschlossen werden. Dementsprechend ist die erste Düsennadel direkt durch den im Düsenraum herrschenden Einspritzdruck gesteuert.

[0003] Zur Steuerung der zweiten Düsennadel ist eine Servoeinrichtung vorgesehen, umfassend einen Steuerraum und einen darin hubverstellbar gelagerten Steuerkolben, der mit der zweiten Düsennadel bzw. mit einem die zweite Düsennadel enthaltenden zweiten Nadelverband antriebsgekoppelt ist. Mit Hilfe einer geeigneten Steuerdruckeinstellvorrichtung kann im Steuerraum ein Steuerdruck eingestellt werden. Solange die zweite Düsennadel geschlossen bleiben soll, wird ein relativ hoher Steuerdruck eingestellt. Die zweite Düsennadel besitzt zumindest eine zweite Druckstufe, die in einem Raum

angeordnet ist, der bei geöffneter erster Düsennadel mit dem Düsenraum kommuniziert, so dass dann auch die zweite Druckstufe mit dem Einspritzdruck beaufschlagt ist, um eine in Öffnungsrichtung der zweiten Düsennadel wirkende Öffnungskraft darin einzuleiten. Wenn die zweite Düsennadel bei geöffneter erster Düsennadel ebenfalls geöffnet werden soll, wird der Steuerdruck im Steuererraum abgesenkt, so dass die Öffnungskräfte an der zweiten Düsennadel überwiegen. Zum Schließen der zweiten Düsennadel kann der Steuerdruck wieder in entsprechender Weise erhöht werden. Die zweite Düsennadel wird somit nicht direkt durch den Einspritzdruck gesteuert, sondern durch den grundsätzlich vom Einspritzdruck unabhängigen Steuerdruck. Insoweit ist die zweite Düsennadel servogesteuert.

[0004] Für die druckgesteuerte erste Düsennadel wird der zum Öffnen erforderliche Einspritzdruck durch eine entsprechende Auslegung der ersten Rückstellfeder vergleichsweise klein gewählt, um ein geringes Verbrennungsgeräusch zu erzielen. Dies hat jedoch den Nachteil, dass bei der herkömmlichen Einspritzdüse die Einspritzung durch das wenigstens eine erste Spritzloch ebenfalls nur bei einem vergleichsweise niedrigen Einspritzdruck beendet werden kann. Dementsprechend erfolgt die Einspritzung gegen Ende mit einem relativ niedrigen Einspritzdruck, was zu einer verschlechterten Aufbereitung im jeweiligen Brennraum und dementsprechend zu höheren Rußemissionen führt. Ein schnelles Schließen der ersten Düsennadel bei einem vergleichsweise hohen Einspritzdruck könnte die Rußemissionen reduzieren. Bei der bekannten Einspritzdüse würde jedoch die Erhöhung des Schließdrucks automatisch zu einer Erhöhung des Öffnungsdrucks führen, das heißt, die erste Düsennadel würde erst bei höheren Rußemissionen führen. Ein schnelles Schließen der ersten Düsennadel bei einem vergleichsweise hohen Einspritzdruck könnte die Rußemissionen reduzieren. Bei der bekannten Einspritzdüse würde jedoch die Erhöhung des Schließdrucks automatisch zu einer Erhöhung des Öffnungsdrucks führen; das heißt, die erste Düsennadel würde erst bei höheren Einspritzdrücken öffnen. Dies führt zu einem zu erhöhten Verbrennungsgeräuschen. Zum anderen hat sich gezeigt, dass hohe Schließdrücke zu entsprechend hohen Schließgeschwindigkeiten führen, so dass die jeweilige Düsennadel dann zum Prellen neigt. Ein Prellen der ersten Düsennadel kann jedoch zu unerwünschten Nacheinspritzungen und somit zu erhöhten HC-Emissionen führen.

[0005] Bei einer aus DE 102 05 970 A1 bekannten Einspritzdüse werden beide Düsennadeln separat mittels eines Servo-Ventils durch Druckentlastung des jeweiligen Stellerraums angesteuert.

Vorteile der Erfindung

[0006] Die erfindungsgemäße Einspritzdüse mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs hat dem gegenüber den Vorteil, dass sie einerseits beim Öffnungs-

vorgang bereits bei einem vergleichsweise niedrigen Einspritzdruck öffnet und andererseits beim Schließvorgang schon bei einem relativ hohen Einspritzdruck schließt. Dieses sich an sich widersprechende Verhalten der ersten Düsennadel wird bei der Erfindung mit Hilfe eines Steuerraums erreicht, der simultan zum Düsenraum mit der Hochdruckquelle verbunden bzw. von dieser getrennt wird, wobei der Druckaufbau sowie der Druckabbau im Steuerraum mittels einer entsprechenden Drosselung relativ zum Düsenraum zeitlich verzögert erfolgt. In diesem Steuerraum ist außerdem eine der ersten Düsennadel zugeordnete erste Steuerfläche angeordnet, derart, dass der Steuerdruck zu einer zusätzlichen Schließkraft in der ersten Düsennadel führt. Da sich der Steuerdruck beim Öffnungsvorgang nur verzögert, also langsamer aufbaut, kann der schneller ansteigende Einspritzdruck im Düsenraum sehr früh hinreichend große Öffnungskräfte in die erste Düsennadel einleiten. Dementsprechend öffnet die erste Düsennadel bereits bei einem relativ niedrigen Einspritzdruck. Während des Einspritzvorgangs steigt der Druck im Steuerraum weiter an und kann - je nach Öffnungsdauer - das Druckniveau des Einspritzdrucks erreichen oder sogar übersteigen, da im Düsenraum durch den Kraftstoffaustritt an dem wenigstens einen ersten Spritzloch ein gewisser Druckabfall entsteht. Beim Schließvorgang fällt der Einspritzdruck im Düsenraum ab. Dementsprechend nehmen auch die an der ersten Düsennadel wirksamen Öffnungskräfte ab. Gleichzeitig fällt der Steuerdruck im Steuerraum aufgrund der Drosselung deutlich langsamer ab, so dass über die erste Steuerfläche vergleichsweise große Schließkräfte in die erste Düsennadel eingeleitet werden können. Dementsprechend überwiegen die Schließkräfte schon bereits bei einem noch vergleichsweise hohen Einspritzdruck und können die erste Düsennadel in Schließrichtung antreiben. Dementsprechend erfolgt der Schließvorgang bereits bei einem höheren Einspritzdruck. Die damit einhergehenden

[0007] Vorteile liegen auf der Hand. Zum einen wird durch das rasche Öffnen bei niedrigem Einspritzdruck ein niedriges Verbrennungsgeräusch beibehalten. Zum anderen wird durch das entsprechend schnelle Schließen bei einem vergleichsweise hohen Einspritzdruck bis zum Ende der Einspritzung eine ausreichende Gemischaufbereitung und somit eine reduzierte Rußemission erreicht. Da der Steuerdruck beim Schließen abnimmt, kann auch die Gefahr eines Prellens der ersten Düsennadel reduziert werden, so dass auch Nacheinspritzungen vermieden werden können. Wichtig ist außerdem, dass der Steuerdruck nicht permanent bereitgestellt werden muss, was den Aufbau der Einspritzdüse erheblich vereinfacht.

[0008] Die Drosselung der Steuerleitung wird so gewählt, dass bei einer vorbestimmten Öffnungszeit der ersten Düsennadel der Steuerdruck im Steuerraum den Einspritzdruck im Düsenraum übersteigt, derart, dass an der ersten Düsennadel oder am ersten Nadelverband die Schließkräfte überwiegen. Mit anderen Worten, nach ei-

ner vorbestimmten Öffnungszeit wird die erste Düsennadel automatisch wieder geschlossen, und zwar unabhängig davon, ob die Kraftstoffversorgungsteilung noch mit der Hochdruckquelle verbunden ist oder nicht. Durch konstruktive Maßnahmen wird somit eine Vollastmenge für den eingespritzten Kraftstoff begrenzt, was die Betriebssicherheit der Brennkraftmaschine erhöht.

[0009] Das Wirkprinzip, bei dem der im Steuerraum herrschende Steuerdruck zur Erhöhung der Schließkräfte genutzt wird, kann im folgenden auch als aktives Nadel schließen bezeichnet werden.

[0010] Vorzugsweise kommuniziert eine zur Verbindung des Steuerraums mit der Hochdruckquelle vorgesehene Steuerleitung mit der Kraftstoffversorgungsleitung, so dass die Steuerleitung über die Kraftstoffversorgungsleitung mit der Hochdruckquelle verbindbar ist. Diese Bauweise hat den Vorteil, dass nur ein einziges Ventil erforderlich ist, um die Kraftstoffversorgungsleitung mit der Hochdruckquelle zu verbinden bzw. von dieser zu trennen. Der Druckaufbau und der Druckabbau beginnen dann in diesem kommunizierenden System jeweils gleichzeitig.

[0011] Wie bereits weiter oben erläutert, kann bei einer hinreichend fangen Einspritzzeit der Druck im Steuerraum den Druck im Düsenraum übersteigen, da bei geöffneter erster Düsennadel im Düsenraum über das wenigstens eine erste Spritzloch ein gewisser Druckabfall eintritt.

[0012] Bei einer anderen Ausführungsform kann der Steuerraum außerdem über eine Rücklaufleitung an ein relativ druckloses Rücklaufsystem angeschlossen sein, wobei dann die Rücklaufleitung stärker gedrosselt ist als die Steuerleitung. Durch diese Maßnahme wird im Steuerraum ein permanenter Austausch des Kraftstoffvolumens erreicht. Durch eine gezielte Durchströmung des Steuerraums kann zum einen das Temperaturniveau im Steuerraum reduziert werden. Des Weiteren wird damit gleichzeitig eine Spülung des Steuerraums erreicht. Über die Rücklaufleitung kann außerdem der Steuerraum beim Schließen der Düsennadel schneller entlastet werden, was kleinere Abstände zwischen aufeinander folgenden Einspritzvorgängen ermöglicht.

[0013] Eine Weiterbildung sieht vor, eine im Steuerraum angeordnete Mündungsöffnung der Rücklaufleitung in Abhängigkeit des Hubs der ersten Düsennadel so zu steuern, dass die Mündungsöffnung bei geöffneter erster Düsennadel mehr oder weniger geschlossen ist. Auf diese Weise werden die über die Rücklaufleitung abfließenden Steuerverluste minimiert, was den hydraulischen Wirkungsgrad verbessert und einen erhöhten Einspritzdruck ermöglicht.

[0014] Entsprechend einer bevorzugten Ausführungsform kann die zweite Düsennadel bzw. ein die zweite Düsennadel enthaltender zweiter Nadelverband eine zweite Steuerfläche aufweisen, die ebenfalls im Steuerraum angeordnet und darin mit dem in Schließrichtung wirkenden Steuerdruck beaufschlagbar ist. Auf diese Weise kann auch für die zweite Düsennadel ein aktives

Nadelschließen realisiert werden. Das heißt, der im Steuererraum herrschende Steuerdruck erhöht beim Schließen auch bei der zweiten Düsennadel die in Schließrichtung wirkenden Schließkräfte. Dementsprechend kann auch die zweite Düsennadel bei einem höheren Einspritzdruck geschlossen werden.

[0015] Von besonderem Vorteil ist bei dieser Ausführungsform außerdem, dass der beim Öffnen im Steuererraum ansteigende Druck einem unerwünscht schnellen Öffnen der zweiten Düsennadel entgegenwirkt. Auf diese Weise kann ein nachteiliger Mengensprung beim Öffnen der zweiten Düsennadel vermieden werden.

[0016] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der erfindungsgemäßen Einspritzdüse ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Zeichnungen

[0017] Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Einspritzdüse sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Bauteile beziehen. Es zeigen, jeweils schematisch,

- Fig. 1 einen stark vereinfachten, prinzipiellen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Einspritzdüse,
- Fig. 2 einen Ausschnitt eines Längsschnitts wie in Fig. 1, jedoch bei einer anderen Ausführungsform,
- Fig. 3 eine vergrößerte Darstellung eines Details III aus den Fig. 1 und 2.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0018] Entsprechend Fig. 1 umfasst eine erfindungsgemäße Einspritzdüse 1 eine erste Düsennadel 2 sowie eine zweite Düsennadel 3. Die erste Düsennadel 2 ist mittels einer ersten Nadelführung 4 in einem nicht näher bezeichneten Düsenkörper hubverstellbar gelagert. Die erste Düsennadel 2 dient zum Steuern von wenigstens einem ersten Spritzloch 5, das in einen Einspritzraum 6 mündet, der zum Beispiel ein Gemischbildungsraum oder ein Brennraum eines Zylinders einer Brennkraftmaschine ist.

[0019] Zur Einleitung von in einer durch einen Pfeil symbolisierten Schließrichtung 7 wirkenden Schließkräften in die erste Düsennadel 2 ist eine erste Rückstellfeder 8 vorgesehen, die in einem ersten Federraum 9 angeordnet ist. Die erste Düsennadel 2 ist üblicherweise ein Bestandteil eines ersten Nadelverbands 10, der zur Übertragung von Druckkräften dient und eine gemeinsam hubverstellbare Einheit bildet. Die einzelnen Bestandteile des ersten Nadelverbands 10 können dabei in

Hubrichtung lose aneinanderliegen. Ebenso ist es möglich, dass zumindest zwei Komponenten des ersten Nadelverbands 10 aneinander befestigt oder als integrale Einheit hergestellt sind.

[0020] Der Düsenkörper enthält einen Düsenraum 11, in dem die erste Düsennadel 2 bzw. der erste Nadelverband 10 eine erste Druckstufe 12 aufweist. Ein im Düsenraum 11 herrschender Druck leitet über diese erste Druckstufe 12 Öffnungskräfte in die erste Düsennadel 2 bzw. den ersten Nadelverband 10 ein, die in einer durch einen Pfeil angedeuteten Öffnungsrichtung 13 wirken.

[0021] Die zweite Düsennadel 3 ist coaxial in der als Hohl-nadel ausgebildeten ersten Düsennadel 2 hubverstellbar gelagert, wozu zwischen den Düsennadeln 2, 3 eine zweite Nadelführung 14 ausgebildet ist. Die zweite Düsennadel 3 dient zur Steuerung wenigstens eines zweiten Spritzlochs 15, das ebenfalls in den Spritzraum 6 einmündet. Üblicherweise sind mehrere erste Spritzlöcher 5 und/oder mehrere zweite Spritzlöcher 15 vorgesehen, die vorzugsweise jeweils in Umfangsrichtung entlang eines Rings gleichmäßig verteilt angeordnet sind.

[0022] Auch die zweite Düsennadel 3 ist in der Regel ein Bestandteil eines zweiten Nadelverbands 16, dessen Komponenten eine hubverstellbare Einheit bilden, die zur Übertragung von Druckkräften dient. Auch hier können die einzelnen Komponenten des zweiten Nadelverbands 16 lose aneinander anliegen. Ebenso ist es möglich, dass zumindest zwei der Bestandteile des zweiten Nadelverbands 16 aneinander befestigt sind oder durch ein integral hergestelltes einstückiges Bauteil gebildet sind.

[0023] Der Düsenraum 12 kommuniziert mit einem Ringraum 17, der die erste Düsennadel 2 umhüllt und zu den Spritzlöchern 5, 15 führt.

[0024] Entsprechend Fig. 3 besitzt die erste Düsennadel 2 in diesem Ringraum 17 ein weitere erste Druckstufe 12. Ein erster Dichtsitz 18, in den die erste Düsennadel 2 in ihrer Schließstellung eingefahren ist, ist im Ringraum 17 stromauf des wenigstens einen ersten Spritzlochs 5 angeordnet. In entsprechender Weise fährt die zweite Düsennadel 3 in einen zweiten Dichtsitz 19 ein, der ebenfalls im Ringraum 17, jedoch stromab des wenigstens einen ersten Spritzlochs 5 und stromauf des wenigstens einen zweiten Spritzlochs 15 angeordnet ist. Die zweite Düsennadel 3 besitzt im Ringraum 17 zumindest eine zweite Druckstufe 20. Bei geöffneter erster Düsennadel 2 kommuniziert der Teilraum des Ringraums 17, in dem die zweite Druckstufe 20 angeordnet ist, über den übrigen Ringraum 17 mit dem Düsenraum 11. Ein an der zweiten Druckstufe 20 angreifende Druck leitet dann eine in Öffnungsrichtung 13 wirkende Öffnungskraft in die zweite Düsennadel 3 bzw. in den zweiten Nadelverband 16 ein.

[0025] Die ersten Druckstufen 12 sind dadurch ausgebildet, dass eine erste Führungsquerschnittsfläche 21 der ersten Nadelführung 4 größer ist als eine erste Sitzquerschnittsfläche 22 des ersten Dichtsitzes 18. In entsprechender Weise ist die zweite Druckstufe 20 dadurch

ausgebildet, dass eine zweite Führungsquerschnittsfläche 23 der zweiten Nadelführung 14 größer ist als eine zweite Sitzquerschnittsfläche 24 des zweiten Dichtsitzes 19.

[0026] Zurückkommend auf Fig. 1 ist zu sehen, dass eine zweite Rückstellfeder 25 vorgesehen ist, die der zweiten Düsennadel 3 bzw. dem zweiten Nadelverband 16 zugeordnet ist und in Schließrichtung 7 wirkende Schließkräfte darin einleitet. Die zweite Rückstellfeder 25 ist in einem zweiten Federraum 26 angeordnet. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind die beiden Federräume 9 und 26 zu einem gemeinsamen Federraum 9, 26 zusammengefasst.

[0027] Der Düsenraum 11 ist über eine Kraftstoffversorgungsleitung 27 mit einer Hochdruckquelle 28 verbindbar. Die Hochdruckquelle 28 ist hier durch eine für mehrere derartige Einspritzdüsen 1 gemeinsam vorgesehene Hochdruckleitung 29 gebildet, sogenanntes "Common-Rail-System". Die gemeinsame Hochdruckleitung 29 wird von einer Hochdruckpumpe 30 gespeist. Ebenso ist es möglich, für jede Einspritzdüse 1 eine eigene Hochdruckpumpe vorzusehen. Im vorliegenden Beispiel ist in der Kraftstoffversorgungsleitung 27 ein Zumessventil 31 angeordnet. Mit Hilfe des Zumessventils 31 kann die Kraftstoffversorgungsleitung 27 geöffnet und gesperrt werden. Das Zumessventil 31 ist hier als hydraulisch betätigbares Ventil ausgestaltet. Zur Betätigung des Zumessventils 31 ist ein entsprechendes Schaltventil 32 vorgesehen, das seinerseits beispielsweise als magnetisch betätigbares Schaltventil, also als Magnetventil ausgestaltet sein kann. Das Zumessventil 31 enthält einen Ventilkörper 33, der durch Druckkräfte, die an einander gegenüberliegenden Steuerflächen angreifen, zum Öffnen und Schließen verstellbar ist. Durch eine Öffnungsbetätigung des Magnetventils 32 kann an der einen Fläche des Ventilkörpers 33 im Zumessventil 31 ein Druckabfall erzeugt werden, der ein Öffnen des Ventilkörpers 33 bewirkt, mit der Folge, dass die Kraftstoffversorgungsleitung 27 dann mit der Hochdruckstelle 28 verbunden ist. Durch Schließen des Magnetventils 31 wird der Druck an der jeweiligen Fläche des Ventilkörpers 33 wieder aufgebaut, wodurch das Zumessventil 31 schließt und die Kraftstoffversorgungsleitung 27 wieder von der Hochdruckquelle 28 getrennt ist.

[0028] Zum Öffnen und Schließen der Kraftstoffversorgungsleitung 27 enthält das Zumessventil 31 eine erste Steuerkante 34. Gleichzeitig kann das Zumessventil 31 entsprechend der hier gezeigten, bevorzugten Ausführungsform eine zweite Steuerkante 35 aufweisen, über die die Kraftstoffversorgungsleitung 27 mit einem Rücklaufsystem 36 verbunden werden kann. Die beiden Steuerkanten 34, 35 sind dabei so aufeinander abgestimmt, dass beim Öffnen der ersten Steuerkante 34 zwangsläufig die zweite Steuerkante 35 schließt und umgekehrt. Hierdurch ergibt sich beim Trennen der Kraftstoffversorgungsleitung 27 von der Hochdruckquelle 28 quasi gleichzeitig eine Verbindung der Kraftstoffversorgungsleitung 27 mit dem Rücklaufsystem 36. Im Rücklaufsystem

36 herrscht üblicherweise ein relativ niedriger Druck, so dass beim Abtrennen der Kraftstoffversorgungsleitung 27 von der Hochdruckquelle 28 in der Kraftstoffversorgungsleitung 27 der Druck sofort in das Rücklaufsystem 36 entspannt werden kann. Das Rücklaufsystem 36 kann wie hier ein Druckhalteventil 37 enthalten, das in der Kraftstoffversorgungsleitung 27 einen Mindestdruck hält.

[0029] Erfindungsgemäß ist nun ein Steuerraum 38 vorgesehen, der über eine Steuerleitung 39 ebenfalls mit der Hochdruckquelle 28 verbindbar ist. Von entscheidender Bedeutung ist hierbei, dass die Steuerleitung 39 stärker gedrosselt ist als die Kraftstoffversorgungsleitung 27. Erreicht wird dies beispielsweise mittels einer entsprechenden Steuerdrossel 40. Im vorliegenden Fall ist die Steuerleitung 39 an die Kraftstoffversorgungsleitung 27 stromab des Zumessventils 31 angeschlossen. Das bedeutet, dass mit dem Zumessventil 31 simultan die Kraftstoffversorgungsleitung 27 und die Steuerleitung 39 mit der Hochdruckquelle 28 verbunden werden bzw. von dieser abgetrennt werden können.

[0030] Die erste Düsennadel 2 bzw. der erste Nadelverband 10 besitzt eine erste Steuerfläche 41, die im Steuerraum 38 angeordnet ist und dort mit einem im Steuerraum 38 herrschenden Steuerdruck beaufschlagbar ist. Die erste Steuerfläche 41 ist von den Spritzlöchern 5, 15 abgewandt, so dass der daran angreifende Steuerdruck Schließkräfte in die erste Düsennadel 2 bzw. in den ersten Nadelverband 10 einleitet.

[0031] Entsprechend der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform ist auch die zweite Düsennadel 3 bzw. der zweite Nadelverband 16 mit einer zweiten Steuerfläche 42 ausgestattet, die ebenfalls im Steuerraum 38 angeordnet ist. Auch die zweite Steuerfläche 42 ist von den Spritzlöchern 5, 15 abgewandt, so dass eine Druckbeaufschlagung der zweiten Steuerfläche 42 im Steuerraum 38 Schließkräfte in die zweite Düsennadel 3 bzw. den zweiten Nadelverband 16 einleitet.

[0032] Bei der in Fig. 1 gezeigten, speziellen Ausführungsform ist der Steuerraum 38 durch den ersten Federraum 9 bzw. durch den zweiten Federraum 26 bzw. durch den gemeinsamen Federraum 9, 26 gebildet.

[0033] Eine weitere Besonderheit wird bei der Ausführungsform gemäß Fig. 1 auch darin gesehen, dass der Steuerraum 38 außerdem über eine Rücklaufleitung 43 an das Rücklaufsystem 36 angeschlossen ist. Die Rücklaufleitung 43 ist dabei stärker gedrosselt als die Steuerleitung 39, was beispielsweise mit einer entsprechenden Rücklaufdrossel 44 erreicht wird. Zweckmäßig ist eine Mündungsöffnung 45, mit welcher die Rücklaufleitung 43 in den Steuerraum 38 einmündet, so positioniert, dass sie in Abhängigkeit des Hubs der ersten Düsennadel 2 gesteuert werden kann. Im vorliegenden Fall ist diese Mündungsöffnung 45 so positioniert, dass die erste Düsennadel 2 bzw. der erste Nadelverband 10 die Mündungsöffnung 45 zumindest bei Erreichen einer maximalen Öffnungsstellung der ersten Düsennadel 2 mehr oder weniger überdeckt, so dass die Mündungsöffnung 45 und

somit die Rücklaufleitung 43 in entsprechendem Maße mehr oder weniger geschlossen ist.

[0034] Die in Fig. 1 gezeigte Ausführungsform der Einspritzdüse 1 arbeitet wie folgt:

[0035] In der in Fig. 1 gezeigten Ausgangsstellung sind beide Düsennadeln 2, 3 geschlossen. Dementsprechend sind auch das Zumessventil 31 und das Magnetventil 32 geschlossen. Um eine Kraftstoffeinspritzung nur durch das wenigstens eine erste Spritzloch 5 durchzuführen, wird in der Druckquelle 28 ein relativ niedriger Kraftstoffhochdruck bereitgestellt. Durch Öffnen des Magnetventils 32 wird das Zumessventil 31 geöffnet, so dass die Kraftstoffversorgungsleitung 27 mit der Hochdruckquelle 28 verbunden ist. Dementsprechend baut sich im Druckraum 11 sowie im Ringraum 17 der relativ niedrige Einspritzdruck auf. Sobald der Einspritzdruck an den ersten Druckstufen 12 einen vergleichsweise niedrig eingestellten Öffnungsschwellwert erreicht, überwiegen in der ersten Düsennadel 2 bzw. im ersten Nadelverband 10 die Öffnungskräfte und die erste Düsennadel 2 hebt aus dem ersten Dichtsitz 18 ab. Da der Steuerraum 38 über die Steuerleitung 39 mit der Kraftstoffversorgungsleitung 27 kommuniziert, baut sich auch im Steuerraum 38 ein Steuerdruck auf. Allerdings erfolgt im Steuerraum 38 im Vergleich zum Düsenraum 11 der Druckaufbau zeitlich verzögert, was durch die gezielte Drosselung 40 der Steuerleitung 39 herbeigeführt wird. Dementsprechend kann die erste Düsennadel 2 schon bei dem gewünschten relativ niedrigen Öffnungsdruck abheben und das wenigstens eine erste Spritzloch 5 freigeben.

[0036] Während des Einspritzvorgangs kann sich der Druck im Steuerraum 38 weiter aufbauen, bis er maximal den Wert des von der Hochdruckquelle 28 vorgegebenen Hochdrucks erreicht. Da beim Öffnen der ersten Düsennadel 2 zusätzliche Flächen mit dem Ringraum 17 kommunizieren, kann die Auslegung so erfolgen, dass die erste Düsennadel 2 geöffnet bleibt, auch wenn die Drücke im Düsenraum 11 und im Steuerraum 38 mehr oder weniger ausgeglichen sind.

[0037] Zum Schließen der ersten Düsennadel 2 wird nun das Magnetventil 32 wieder geschlossen. In der Folge schließt auch das Zumessventil 31. Hierdurch wird die Kraftstoffversorgungsleitung 27 von der Hochdruckquelle 28 getrennt und gleichzeitig mit dem Rücklaufsystem 36 verbunden, wodurch der Druck in der Kraftstoffversorgungsleitung 27 relativ schnell abfallen kann. Durch die gedrosselte Steuerleitung 39 kann sich jedoch der Druck im Steuerraum 38 länger halten, so dass nun an der ersten Steuerfläche 41 sehr hohe Schließkräfte in die erste Düsennadel 2 bzw. in den ersten Nadelverband 10 eingeleitet werden können. Diese hohen Schließkräfte erzeugen eine impulsartige Beschleunigung der ersten Düsennadel 2 in deren Schließrichtung. Der verzögerte Druckabbau im Steuerraum 38 ermöglicht somit eine sehr dynamische Überwindung der Trägheitskräfte der ersten Düsennadel 2 bzw. des ersten Nadelverbands 10, so dass die erste Düsennadel 2 sehr rasch in Bewegung gesetzt werden kann. Dementspre-

chend schließt die erste Düsennadel 2 bereits bei einem noch im Düsenraum 11 herrschenden Druck, der deutlich über dem zuvor genannten, gewünscht niedrigen Öffnungsdruck liegen kann.

[0038] Sobald die erste Düsennadel 2 geöffnet ist, kann sich auch an der zweiten Druckstufe 20 der Einspritzdruck aufbauen. So lange die Hochdruckquelle 28 den relativ niedrigen Hochdruck bereit stellt, kann die zweite Düsennadel 3 noch nicht öffnen, da die daran angreifenden Schließkräfte und die zweite Druckstufe 20 entsprechend aufeinander abgestimmt sind.

[0039] Wenn nun eine Kraftstoffeinspritzung durch alle Spritzlöcher 5, 15 durchgeführt werden soll, wird zunächst in der Hochdruckquelle 28 ein entsprechend erhöhter Hochdruck bereitgestellt. Durch Öffnen des Magnetventils 32 wird das Zumessventil 31 zum Öffnen angesteuert. Dadurch wird die Kraftstoffversorgungsleitung 27 mit der Hochdruckquelle 28 verbunden, so dass sich in der Folge zunächst im Düsenraum 11 und im Ringraum 17 der entsprechend erhöhte Einspritzdruck aufbauen kann. Bei Erreichen der Öffnungsschwelle wird zunächst wieder die erste Düsennadel 2 geöffnet. Anschließend kann sich auch der Einspritzdruck an der zweiten Druckstufe 20 aufbauen. Sobald der für die zweite Düsennadel 3 vorgesehene höhere Öffnungsdruck erreicht ist, kann auch die zweite Düsennadel 3 vom zweiten Dichtsitz 19 abheben, so dass die gewünschte Kraftstoffeinspritzung durch sämtliche Spritzlöcher 5, 15 stattfinden kann.

[0040] Die Öffnungsbewegung der zweiten Düsennadel 3 bzw. des zweiten Nadelverbands 16 ist durch den sich im Steuerraum 38 aufbauenden Druck gebremst. Beim Abheben der zweiten Düsennadel 3 wird die zweite Steuerfläche 42 in den zweiten Steuerraum 38 eingefahren, was mit einer Verdrängung von Hydraulikvolumen im Steuerraum 38 einhergeht. Dementsprechend kommt es im Steuerraum 38 dann zu einem entsprechend schnellen Druckanstieg, was die Öffnungsbewegung des zweiten Nadelverbands 16 abbremst. Dies ist bei der zweiten Düsennadel 3 von Vorteil, da auf diese Weise ein Mengensprung beim Öffnen der zweiten Düsennadel 3 reduziert werden kann. Die bremsende Wirkung durch den Druckaufbau im Steuerraum 38 ergibt sich in entsprechender Weise auch bei der ersten Düsennadel 2, wobei sie sich dort allerdings nicht so stark auswirkt, da die erste Düsennadel 2 erheblich früher also bei einem deutlich niedrigeren Steuerdruck in den Steuerraum 38 eindringt.

[0041] Zum Schließen der Düsennadeln 2, 3 wird dann wieder das Magnetventil 32 geschlossen, mit der Folge, dass auch das Zumessventil 31 schließt und die Kraftstoffversorgungsleitung 27 von der Hochdruckquelle 28 trennt. Gleichzeitig wird die Kraftstoffversorgungsleitung 27 an das Rücklaufsystem 36 angeschlossen, so dass der Druck im Düsenraum 11 und im Ringraum 17 abfallen kann. Da der inzwischen auf einen vergleichsweise hohen Wert angestiegene Steuerdruck sich aufgrund der Drosselung nur verzögert abbaut, können nun im Steuerraum 38 sehr hohe Schließkräfte auf die Steuerflächen

41 und 42 eingeleitet werden. Hierdurch kommt es zu einer starken Beschleunigung der beiden Düsennadeln 2, 3 bzw. der Nadelverbände 10, 16. Dementsprechend können die Düsennadeln 2, 3 besonders früh, also bereits bei einem noch relativ hohen Druck im Düsenraum 11 geschlossen werden.

[0042] Die Rücklaufleitung 43 ermöglicht es bei der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform, den Druckaufbau im Steuerraum 38 zusätzlich zu verzögern. Gleichzeitig wird hierdurch eine Spülung des Steuerraums 38 bewirkt. Aufgrund der Durchströmung des Steuerraums 38 kann außerdem eine Kühlwirkung realisiert werden. Bei geöffneter erster Düsennadel 2 wird bei der hier gezeigten Ausführungsform die Rücklaufleitung 43 gesperrt, da die erste Düsennadel 2 bzw. der erste Nadelverband 10 die Mündungsöffnung 45 im Steuerraum 38 überdeckt. Während der Kraftstoffeinspritzung können somit Steuerverluste reduziert werden. Gleichzeitig kann dadurch der erreichbare Einspritzdruck erhöht werden.

[0043] Beim Schließen der ersten Düsennadel 2 wird die Rücklaufleitung 43 wieder geöffnet, so dass sich der Druck im Steuerraum 38 dann schneller abbauen kann. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn nur kurze zeitliche Abstände zwischen aufeinanderfolgenden Einspritzvorgängen auftreten, wie zum Beispiel bei Mehrfacheinspritzungen pro Arbeitstakt im jeweiligen Zylinder.

[0044] Entsprechend Fig. 2 kann die Einspritzdüse 1 bei einer anderen Ausführungsform ohne die Rücklaufleitung 43 auskommen. Die Aufladung und Entspannung des Steuerraums 38 erfolgt dann ausschließlich über die Steuerleitung 39. Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 2 ist außerdem nur die erste Steuerfläche 41 vorgesehen, die dem ersten Nadelverband 10 zugeordnet ist. Der erste Nadelverband 10 enthält hier neben der ersten Düsennadel 2 einen Steuerkolben 46, der im Steuerraum 38 hubverstellbar gelagert ist. An diesem Steuerkolben 46 stützt sich an einer von der ersten Düsennadel 2 abgewandten Seite eine Kopplungshülse 47 ab, die sich an ihrem vom Steuerkolben 46 abgewandten Ende an einem ersten Federteller 48 abstützt. Der erste Federteller 48 ist im ersten Federraum 9 hubverstellbar gelagert und nimmt die Schließkräfte der ersten Rückstellfeder 8 auf. Dementsprechend ist bei der Ausführungsform gemäß Fig. 2 der Steuerraum 38 separat vom ersten Steuerraum 9 ausgebildet. Entsprechendes gilt dann auch im Hinblick auf den zweiten Federraum 26, der hier nach wie vor mit dem ersten Federraum 9 zu einem gemeinsamen Federraum 9, 26 zusammengefasst ist.

[0045] Der zweite Nadelverband 16 umfasst neben der zweiten Düsennadel 3 hier eine Kopplungsstange 49, die über einen Stempel 50 an einem zweiten Federteller 51 abgestützt ist. Der zweite Federteller 51 ist im zweiten Federraum 46 hubverstellbar gelagert und nimmt die Schließkräfte der zweiten Rückstellfeder 25 auf.

[0046] Zwischen der ersten Düsennadel 2 bzw. dem ersten Nadelverband 10 und der zweiten Düsennadel 3 bzw. dem zweiten Nadelverband 16 ist hier eine Mitneh-

merkopplung 52 ausgebildet. Diese Mitnehmerkopplung 52 ist dabei so gestaltet, dass der erste Nadelverband 10 beim Schließen der ersten Düsennadel 2 den zweiten Nadelverband 16 oder zumindest dessen zweite Düsennadel 3 in Schließrichtung mitnimmt. Erreicht wird dies beispielsweise dadurch, dass der Steuerkolben 46 radial nach innen über eine von den Spritzlöchern 5, 15 abgewandte axiale Stirnseite 53 der zweiten Düsennadel 3 übersteht. Dabei kann es zweckmäßig sein, dass in der Schließstellung beider Düsennadeln 2, 3 ein geringes Axialspiel zwischen dem Steuerkolben 46 und der genannten axialen Stirnseite 53 der zweiten Düsennadel 3 vorliegt.

[0047] Beim Öffnen der ersten Düsennadel 2 wird der Steuerkolben 46 in den Steuerraum 38 in der Öffnungsrichtung 13 hineinverstellt. Beim Öffnen der zweiten Düsennadel 3 kann der Steuerkolben 46 bzw. die Mitnehmerkopplung 52 einen Öffnungsanschlag für die zweite Düsennadel 3 bilden. Das heißt, bei vollständig geöffneter zweiter Düsennadel 3 kommt diese am Steuerkolben 46 axial zur Anlage. Wenn nun die Düsennadeln 2, 3 schnell geschlossen werden sollen, führt der Druckabfall im Düsenraum 11 in Verbindung mit dem sich im Steuerraum 38 nur verzögert abbauenden Steuerdruck zu einer starken Beschleunigung des Steuerkolbens 46 und somit des gesamten ersten Nadelverbands 10 in Schließrichtung 7. Da die zweite Düsennadel 3 durch ihre Anlage am Steuerkolben 46 mit dem ersten Nadelverband 10 gekoppelt ist, wird auch die zweite Düsennadel 3 zwangsläufig vom ersten Nadelverband 10 in Schließrichtung 7 mitgenommen. Somit reicht bei der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform die am Steuerkolben 46 ausgebildete erste Steuerfläche 41 aus, um beide Düsennadeln 2, 3 beschleunigt zu schließen.

[0048] Beachtenswert ist hierbei, dass zwischen dem Düsenraum 11 und dem Steuerraum 38 ein Anschluss 54 an das Rücklaufsystem 36 vorgesehen ist, um Leckagen durch die erste Nadelführung 4 und/oder durch eine Führung des Steuerkolbens 46 abzuführen. Auf diese Weise können Wechselwirkungen mit dem Steuerkolben 46 vermieden werden. Die separate Anordnung des Steuerraums 38 ermöglicht es, das Volumen des Steuerraums 38 mit erhöhter Präzision zu fertigen. Insbesondere hängt das Volumen des Steuerraums 38 bei der Ausführungsform gemäß Fig. 2 nicht mehr vom Volumen der Rückstellfedern 8 und 25 ab, das in Abhängigkeit von Herstellungstoleranzen unterschiedlich ausfallen kann. Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 2 können somit die gewünschten Öffnungsdrücke und Schließdrücke besser eingestellt werden.

[0049] Die erfindungsgemäße Einspritzdüse ermöglicht somit sowohl für die erste Düsennadel 2 als auch für die zweite Düsennadel 3 ein aktives Nadelschließen, das durch den im Steuerraum 38 verzögert abgebauten Steuerdruck unterstützt ist. Die erste Düsennadel 2 kann somit bei einem vergleichsweise niedrigen Öffnungsdruck geöffnet werden, was reduzierte Verbrennungsgeräusche ermöglicht. Gleichzeitig kann das Schließen der

ersten Düsenadel 2 bereits bei relativ hohen Drücken durchgeführt werden, was eine Rußbildung reduziert. Darüber hinaus kann die Öffnungsbewegung der zweiten Düsenadel 3 gebremst werden, wodurch sich die Gefahr eines Prellens der zweiten Düsenadel 3 beim Öffnen reduziert. Außerdem wird hierdurch ein Mengensprung beim Öffnen der zweiten Düsenadel 3 reduziert. Desweiteren bewirkt der sich beim Schließen der Düsenadeln 2,3 vergleichsweise schnell abbauende Steuerdruck im Steuerraum 38 ebenfalls eine Reduzierung der Prellgefahr für die sich schließenden Düsenadeln 2,3.

[0050] Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform kann die Drosselung der Steuerleitung 39 so auf die anderen Parameter abgestimmt sein, dass bei einer vorbestimmten Öffnungszeit der ersten Düsenadel 2 und/oder der zweiten Düsenadel 3 der Steuerdruck im Steuerraum 38 den Einspritzdruck im Düsenraum 11 und somit in den damit kommunizierend verbundenen anderen Räumen, z.B. Ringraum 17, soweit übersteigt, dass an der ersten Düsenadel 2 bzw. am ersten Nadelverband 10 die Schließkräfte überwiegen. Mit der Folge, dass die erste Düsenadel 2 automatisch geschlossen wird. Dieses automatische Schließen der ersten Düsenadel 2 unterbricht dann die Kraftstoffzufuhr zum wenigstens einen ersten Spritzloch 5 und zum wenigstens einen zweiten Spritzloch 15. Zwangsläufig fällt dann auch der in Öffnungsrichtung wirksame Druck an der zweiten Druckstufe 20 ab, so dass auch die zweite Düsenadel 3 spätestens dann schließt. Sofern eine Mitnehmerkopplung 52 vorgesehen ist, schließt die zweite Düsenadel 2 entsprechend früher. Sobald die erste Düsenadel 2 geschlossen ist, sind auch die innerhalb des ersten Dichtsitzes 18 angeordneten, in Öffnungsrichtung wirksamen Flächen vom Einspritzdruck entkoppelt, so dass quasi ein Druckgleichgewicht zwischen Düsenraum 11 und Steuerraum 38 vorliegt. Bei diesem Druckgleichgewicht überwiegen aufgrund der ersten Rückstellfeder 8 die Schließkräfte, so dass die Düsenadeln 2,3 geschlossen bleiben. Diese Ausführungsform definiert so eine maximale Vollastmenge und regelt die Kraftstoffzufuhr automatisch ab, um Beschädigungen der Brennkraftmaschine zu vermeiden. Sofern wie in der Ausführungsform gemäß Fig. 1 die Rücklaufleitung 43 vorgesehen ist, kann dies bei der Verwirklichung des automatischen Schließvorgangs in entsprechender Weise berücksichtigt werden.

Bezugszeichenliste

[0051]

- 1 Einspritzdüse
- 2 erste Düsenadel
- 3 zweite Düsenadel
- 4 erste Nadelführung
- 5 erstes Spritzloch
- 6 Spritzraum
- 7 Schließrichtung

- 8 erste Rückstellfeder
- 9 erster Federraum
- 10 erster Nadelverband
- 11 Düsenraum
- 12 erste Druckstufe
- 13 Öffnungsrichtung
- 14 zweite Nadelführung
- 15 zweites Spritzloch
- 16 zweiter Nadelverband
- 17 Ringraum
- 18 erster Dichtsitz
- 19 zweiter Dichtsitz
- 20 zweite Druckstufe
- 21 erste Führungsquerschnittsfläche
- 22 erste Sitzquerschnittsfläche
- 23 zweite Führungsquerschnittsfläche
- 24 zweite Sitzquerschnittsfläche
- 25 zweite Rückstellfeder
- 26 zweiter Federraum
- 27 Kraftstoffversorgungsleitung
- 28 Hochdruckquelle
- 29 gemeinsame Hochdruckleitung
- 30 Hochdruckpumpe
- 31 Zumessventil
- 32 Magnetventil
- 33 Ventilkörper
- 34 erste Steuerkante
- 35 zweite Steuerkante
- 36 Rücklaufsystem
- 37 Druckhalteventil
- 38 Steuerraum
- 39 Steuerleitung
- 40 Steuerdrossel
- 41 erste Steuerfläche
- 42 zweite Steuerfläche
- 43 Rücklaufleitung
- 44 Rücklaufdrossel
- 45 Mündungsöffnung
- 46 Steuerkolben
- 47 Kopplungshülse
- 48 erster Federteller
- 49 Kopplungsstange
- 50 Stempel
- 51 zweiter Federteller
- 52 Mitnehmerkopplung
- 53 axiale Stirnseite von 3
- 54 Anschluss von 36

50 Patentansprüche

1. Einspritzdüse für eine Brennkraftmaschine, insbesondere in einem Kraftfahrzeug,
- mit einer als Hohladel ausgebildeten ersten Düsenadel (2) mit der eine Einspritzung von Kraftstoff durch wenigstens ein erstes Spritzloch (5) steuerbar ist,

- mit einer koaxial zur ersten Düsennadel (2) angeordneten zweiten Düsennadel (3), mit der eine Einspritzung von Kraftstoff durch wenigstens ein zweites Spritzloch (15) steuerbar ist,
 - mit einem Düsenraum (11), der über eine Kraftstoffversorgungsleitung (27) mit einer Hochdruckquelle (28) verbindbar ist,
 - wobei die erste Düsennadel (2) oder ein die erste Düsennadel (2) umfassender erster Nadelverband (10) wenigstens eine erste Druckstufe (12) aufweist, die im Düsenraum (11) oder in einem mit dem Düsenraum (11) kommunizierenden Raum (17) angeordnet und darin mit einem Einspritzdruck beaufschlagbar ist, der in die erste Düsennadel (2) oder in den ersten Nadelverband (10) eine in Öffnungsrichtung (13) wirkende Öffnungskraft einleitet,
 - wobei ein Steuerraum (38) vorgesehen ist, der über eine Steuerleitung (39) mit der Hochdruckquelle (28) verbindbar ist,
 - wobei die erste Düsennadel (2) oder der erste Nadelverband (10) eine erste Steuerfläche (41) aufweist, die im Steuerraum (38) angeordnet und darin mit einem Steuerdruck beaufschlagbar ist, der in die erste Düsennadel (2) oder in den ersten Nadelverband (10) eine in Schließrichtung (7) wirkende Schließkraft einleitet,
 - wobei die zweite Düsennadel (3) oder ein die zweite Düsennadel (3) umfassender zweiter Nadelverband (16) wenigstens eine zweite Druckstufe (20) aufweist, die in einem Raum (17), der bei geöffneter erster Düsennadel (2) mit dem Düsenraum (11) kommuniziert, angeordnet und darin mit dem Einspritzdruck beaufschlagbar ist, der in die zweite Düsennadel (3) oder in den zweiten Nadelverband (16) eine in Öffnungsrichtung (13) wirkende Öffnungskraft einleitet,
 - wobei die zweite Düsennadel (3) oder der zweite Nadelverband (16) eine zweite Steuerfläche (42) aufweist, die im Steuerraum (38) angeordnet und darin mit dem Steuerdruck beaufschlagbar ist, der in die zweite Düsennadel (3) oder in den zweiten Nadelverband (16) eine in Schließrichtung (7) wirkende Schließkraft einleitet,
 - wobei die Steuerleitung (39) stärker gedrosselt ist als die Kraftstoffversorgungsleitung (27),

dadurch gekennzeichnet,

dass die Drosselung der Steuerleitung (39) so gewählt ist, dass bei einer vorbestimmten Öffnungszeit der ersten Düsennadel (2) der Steuerdruck im Steuerraum (38) den Einspritzdruck im Düsenraum (11) übersteigt, derart, dass an der ersten Düsennadel (2) oder am ersten Nadelverband (10) die Schließkräfte überwiegen.

2. Einspritzdüse nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steuerleitung (39) mit der Kraftstoffversorgungsleitung (27) kommuniziert und über die Kraftstoffversorgungsleitung (27) mit der Hochdruckquelle (28) verbindbar ist.
3. Einspritzdüse nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
 - **dass** eine erste Rückstellfeder (8) vorgesehen ist, die an der ersten Düsennadel (2) oder am ersten Nadelverband (10) angreift und darin eine in Schließrichtung (7) wirkende Schließkraft einleitet und die in einem Federraum (9) angeordnet ist,
 - **dass** der Federraum (9) entweder den Steuerraum (38) bildet oder separat vom Steuerraum (38) ausgebildet und gegenüber diesem im wesentlichen abgedichtet ist.
4. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
 - **dass** der Steuerraum (38) über eine Rücklaufleitung (43) an ein relativ druckloses Rücklaufsystem (36) angeschlossen ist,
 - **dass** die Rücklaufleitung (43) stärker gedrosselt ist als die Steuerleitung (39).
5. Einspritzdüse nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Düsennadel (2) oder der erste Nadelverband (10) in Abhängigkeit des Hubs der ersten Düsennadel (2) eine im Steuerraum (38) angeordnete Mündungsöffnung (45) der Rücklaufleitung (43) steuert, derart, dass die besagte Mündungsöffnung (45) bei geöffneter erster Düsennadel (2) mehr oder weniger geschlossen ist.
6. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
 - **dass** eine zweite Rückstellfeder (25) vorgesehen ist, die an der zweiten Düsennadel (3) oder am zweiten Nadelverband (16) angreift und darin eine in Schließrichtung (7) wirkende Schließkraft einleitet und die in einem Federraum (26) angeordnet ist,
 - **dass** der Federraum (26) entweder den Steuerraum (38) bildet oder separat vom Steuerraum (38) ausgebildet und gegenüber diesem abgedichtet ist.
7. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen erster Düsennadel (2) oder erstem Nadelverband (10) sowie zweiter Düsennadel (3)

oder zweitem Nadelverband (16) eine Mitnehmerkopplung (52) ausgebildet ist, derart, dass die erste Düsennadel (2) oder der erste Nadelverband (10) beim Schließen die zweite Düsennadel (3) oder den zweiten Nadelverband (16) in Schließrichtung mitnimmt.

8. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**,
dass die Kraftstoffversorgungsleitung (27) über ein Zumessventil (31) mit der Hochdruckquelle (28) verbindbar ist.
9. Einspritzdüse nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**,
dass das Zumessventil (31) hydraulisch betätigbar ist und mittels eines Schaltventils (32) betätigt wird.

Claims

1. Injection nozzle for an internal combustion engine, in particular in a motor vehicle,
- having a first nozzle needle (2) which is configured as a hollow needle and by way of which an injection of fuel through at least one first spray hole (5) can be controlled,
 - having a second nozzle needle (3) which is arranged coaxially with respect to the first nozzle needle (2) and by way of which an injection of fuel through at least one second spray hole (15) can be controlled,
 - having a nozzle space (11) which can be connected to a high-pressure source (28) via a fuel supply line (27),
 - the first nozzle needle (2) or a first needle system (10) which comprises the first nozzle needle (2) has at least one first pressure stage (12) which is arranged in the nozzle space (11) or in a space (17), which communicates with the nozzle space (11), and can be loaded therein with an injection pressure which initiates an opening force which acts in the opening direction (13) into the first nozzle needle (2) or into the first needle system (10),
 - a control space (38) being provided which can be connected to the high-pressure source (28) via a control line (39),
 - the first nozzle needle (2) or the first needle system (10) having a first control face (41) which is arranged in the control space (38) and can be loaded therein with a control pressure which initiates a closing force which acts in the closing direction (7) into the first nozzle needle (2) or into the first needle system (10),
 - the second nozzle needle (3) or a second needle system (16) which comprises the second

nozzle needle (3) having at least one second pressure stage (20) which is arranged in a space (17), which communicates with the nozzle space (11) when the first nozzle needle (2) is open, and can be loaded therein with the injection pressure which initiates an opening force which acts in the opening direction (13) into the second nozzle needle (3) or into the second needle system (16),

- the second nozzle needle (3) or the second needle system (16) having a second control face (42) which is arranged in the control space (38) and can be loaded therein with the control pressure which initiates a closing force which acts in the closing direction (7) into the second nozzle needle (3) or into the second needle system (16),
- the control line (39) being throttled to a greater extent than the fuel supply line (27),

characterized

in that the throttling of the control line (39) is selected in such a way that, after a predefined opening time of the first nozzle needle (2), the control pressure in the control space (38) exceeds the injection pressure in the nozzle space (11) in such a way that the closing forces predominate at the first nozzle needle (2) or at the first nozzle system (10).

2. Injection nozzle according to Claim 1, **characterized in that** the control line (39) communicates with the fuel supply line (27) and can be connected to the high-pressure source (28) via the fuel supply line (27).

3. Injection nozzle according to Claim 1 or 2, **characterized**

- **in that** a first restoring spring (8) is provided which acts on the first nozzle needle (2) or on the first nozzle system (10), initiates a closing force which acts in the closing direction (7) therein and which is arranged in a spring space (9), and
- **in that** the spring space (9) either forms the control space (38) or is configured separately from the control space (38) and is substantially sealed off with respect to the latter.

4. Injection nozzle according to one of Claims 1 to 3, **characterized**

- **in that** the control space (38) is connected to a relatively pressureless return system (36) via a return line (43), and
- **in that** the return line (43) is throttled to a greater extent than the control line (39).

5. Injection nozzle according to Claim 4, **characterized in that** the first nozzle needle (2) or the first needle system (10) controls an opening (45) of the return line (43) which is arranged in the control space (38) as a function of the stroke of the first nozzle needle (2), in such a way that the said opening (45) is more or less closed when the first nozzle needle (2) is open. 5
6. Injection nozzle according to one of Claims 1 to 5, **characterized** 10
- **in that** a second restoring spring (25) is provided which acts on the second nozzle needle (3) or on the second needle system (16), initiates a closing force therein which acts in the closing direction (7), and is arranged in a spring space (26) and 15
 - **in that** the spring space (26) either forms the control space (38) or is configured separately from the control space (38) and is sealed off with respect to the latter. 20
7. Injection nozzle according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** a driver coupling (52) is formed between the first nozzle needle (2) or the first needle system (10) and the second nozzle needle (3) or the second needle system (16) in such a way that the first nozzle needle (2) or the first needle system (10) drives the second nozzle needle (3) or the second needle system (16) in the closing direction when it closes. 25 30
8. Injection nozzle according to one of Claims 1 to 7, **characterized in that** the fuel supply line (27) can be connected to the high-pressure source (28) via a metering valve (31). 35
9. Injection nozzle according to Claim 8, **characterized in that** the metering valve (31) can be actuated hydraulically and is actuated by means of a switching valve (32). 40

Revendications 45

1. Injecteur de moteur à combustion interne, notamment de véhicule automobile, comprenant : 50
- une première aiguille d'injecteur (2) en forme d'aiguille creuse, commandant au moins un premier orifice d'injection (5) pour injecter du carburant,
 - une seconde aiguille d'injecteur (3) coaxiale à la première aiguille d'injecteur (2), commandant l'injection de carburant par au moins un second orifice d'injection (15), 55
 - une chambre de buse (11) reliée par une con-

duite d'alimentation en carburant (27) à une source de haute pression (28),

- la première aiguille d'injecteur (2) ou une première combinaison d'aiguille (10) comprenant la première aiguille d'injecteur (2) comporte au moins un premier épaulement de pression (12) installé dans la chambre de buse (11) ou dans une chambre (17) communiquant avec la chambre de buse (11) pour y être soumis à la pression d'injection qui induit une force d'ouverture agissant sur la première aiguille d'injecteur (2) ou sur la première combinaison d'aiguille (10) dans le sens de l'ouverture (13),

- une chambre de commande (38) reliant la conduite de commande (39) à la source de haute pression (28),

- la première aiguille d'injecteur (2) ou la première combinaison d'aiguille (10) a une première surface de commande (41) dans la chambre de commande (38) pour être exposée à la pression de commande qui induit une force de fermeture agissant au niveau de la première aiguille d'injecteur (2) ou de la première combinaison d'aiguille (10) dans le sens de fermeture (7),

- la seconde aiguille d'injecteur (3) ou une seconde combinaison d'aiguille (16) comprenant la seconde aiguille d'injecteur (3) comporte au moins un second épaulement de pression (20) dans la chambre (17) communiquant avec la chambre de buse (11) lorsque la première aiguille d'injecteur (2) est ouverte, pour recevoir la pression d'injection induisant dans la seconde aiguille d'injecteur (3) ou dans une seconde combinaison d'aiguille (16), une force d'ouverture agissant dans le sens de l'ouverture (13),

- la seconde aiguille d'injecteur (3) ou la seconde combinaison d'aiguille (16) comporte une seconde surface de commande (42) dans la chambre de commande (38) pour recevoir la pression de commande qui induit une force de fermeture agissant dans le sens de la fermeture (7), dans la seconde aiguille d'injecteur (3) ou dans la seconde combinaison d'aiguille (16),

- la conduite de commande (39) étant étranglée plus fortement que la conduite d'alimentation en carburant (27),

caractérisé en ce que

l'étranglement de la conduite de commande (39) est choisi pour que pour une durée d'ouverture prédéfinie de la première aiguille d'injecteur (2), la pression de commande dans la chambre de commande (38) dépasse la pression d'injection dans la chambre de buse (11) de façon que les forces de fermeture dominant au niveau de la première aiguille d'injecteur (2) ou la première combinaison d'aiguille (10).

2. Injecteur selon la revendication 1,

caractérisé en ce que

la conduite de commande (39) communique avec la conduite d'alimentation en carburant (27) et elle est reliée par la conduite d'alimentation en carburant (27) à la source de haute pression (28).

5

3. Injecteur selon la revendication 1 ou 2,**caractérisé par**

un premier ressort de rappel (8) qui agit sur la première aiguille d'injecteur (2) ou la première combinaison d'aiguille (10) en induisant une force de fermeture agissant dans le sens de la fermeture (7) et ce ressort est logé dans une chambre de ressort (9),

10

- la chambre de ressort (9) forme soit la chambre de commande (38) soit est distincte de la chambre de commande (38) en étant pratiquement étanche par rapport à celle-ci.

15

4. Injecteur selon l'une des revendications 1 à 3,

20

caractérisé en ce que

la chambre de commande (38) est reliée par une conduite de retour (43) à un système de retour (36) pratiquement sans pression, la conduite de retour (43) est étranglée plus fortement que la conduite de commande (39).

25

5. Injecteur selon la revendication 4,**caractérisé en ce que**

la première aiguille d'injecteur (2) ou la première combinaison d'aiguille (10) commande un orifice (45) par lequel la conduite de retour (43) débouche dans la chambre de commande (38), en fonction de la course de la première aiguille d'injecteur (2) pour que cet orifice (45) soit plus ou moins fermé lorsque la première aiguille d'injecteur (2) est ouverte.

30

35

6. Injecteur selon l'une des revendications 1 à 5,**caractérisé en ce que**

40

- un second ressort de rappel (25) agit sur la seconde aiguille d'injecteur (3) ou la seconde combinaison d'aiguille (16) et induit une force de fermeture agissant dans le sens de la fermeture (7) et ce ressort est logé dans une chambre à ressort (26),

45

- la chambre à ressort (26) forme soit la chambre de commande (38), soit est distincte de celle-ci en étant fermée de manière étanche par rapport à celle-ci.

50

7. Injecteur selon l'une des revendications 1 à 6,**caractérisé par**

un moyen de couplage d'entraînement (52) prévu entre la première aiguille d'injecteur (2) ou la première combinaison d'aiguille (10) et une seconde aiguille d'injecteur (3) ou une seconde combinaison d'aiguille (16), de façon que la première aiguille d'in-

55

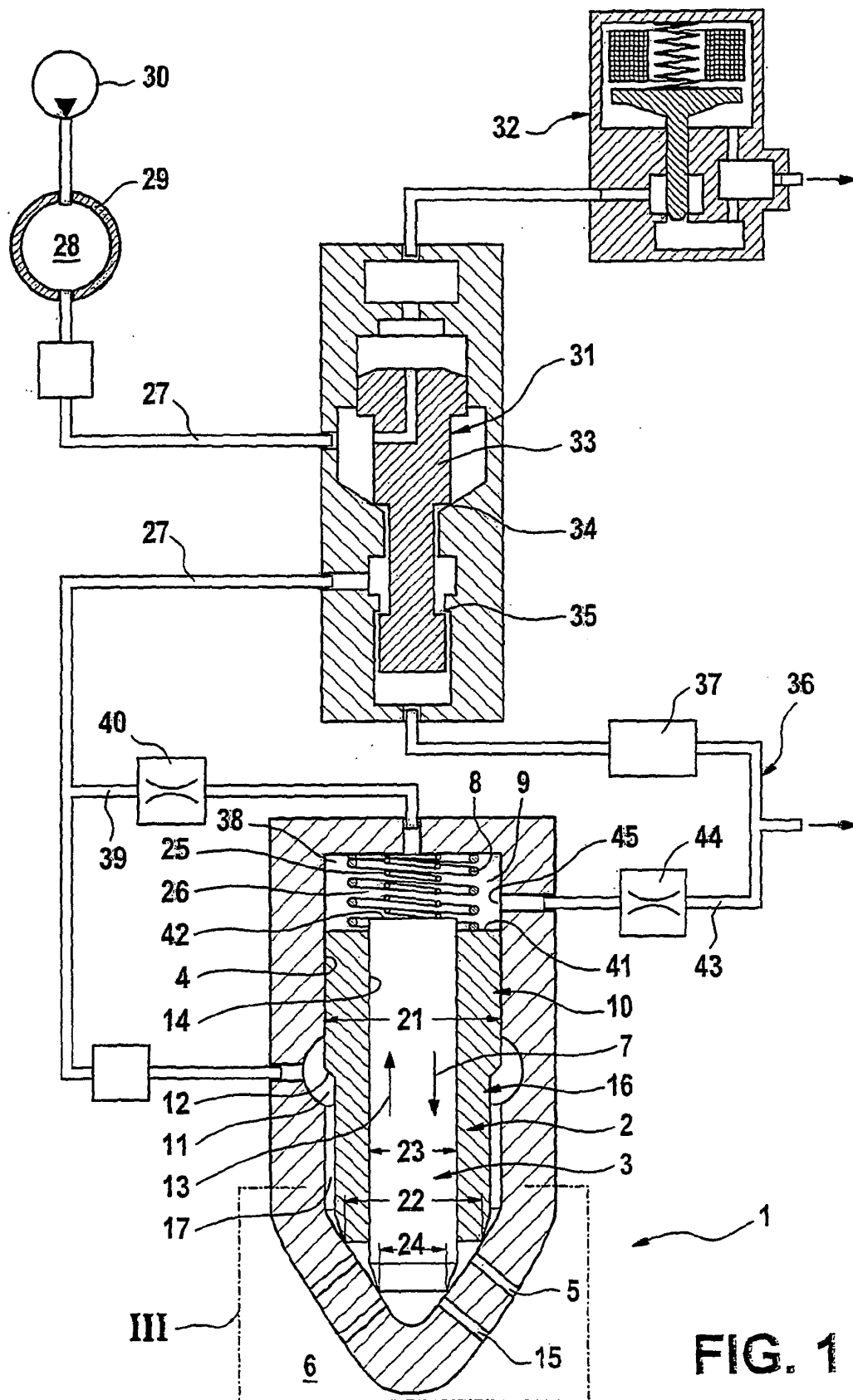
jecteur (2) ou la première combinaison d'aiguille (10) entraîne la seconde aiguille d'injecteur (3) ou la seconde combinaison d'aiguille (16) lors de la fermeture.

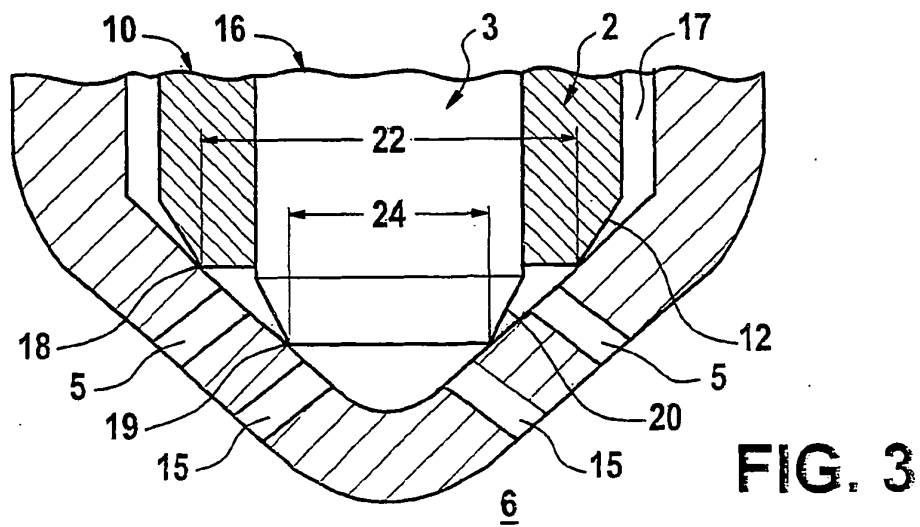
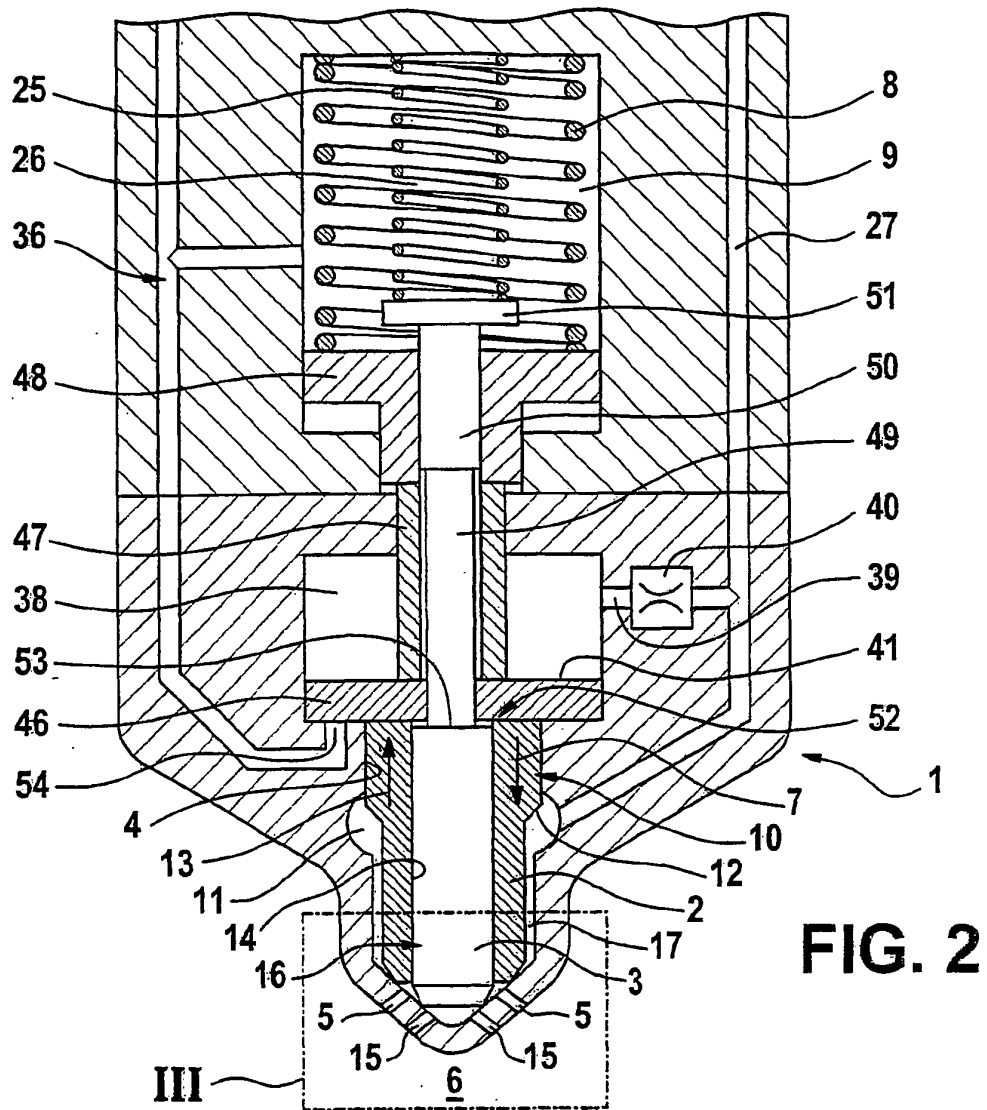
8. Injecteur selon l'une des revendications 1 à 7,**caractérisé en ce que**

la conduite d'alimentation en carburant (27) est reliée à la source de haute pression (28) par une soupape de dosage (31).

9. Injecteur selon la revendication 8,**caractérisé en ce que**

la soupape de dosage (31) est à commande hydraulique et elle est actionnée par une soupape de commutation (32).





IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10221384 A1 [0002]
- DE 10058153 A1 [0002]
- DE 10205970 A1 [0005]