

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 478 841 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.07.2005 Patentblatt 2005/28

(51) Int Cl.7: **F02M 57/02**, F02M 59/30,
F02M 59/08, F02M 59/44,
F02M 45/06

(21) Anmeldenummer: **02792634.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2002/004479

(22) Anmeldetag: **06.12.2002**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2003/071124 (28.08.2003 Gazette 2003/35)

(54) **KRAFTSTOFFEINSPRITZEINRICHTUNG FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE**

FUEL-INJECTION DEVICE FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

DISPOSITIF D'INJECTION DE CARBURANT D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT SE

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

(30) Priorität: **20.02.2002 DE 10207045**

(72) Erfinder: **BOEHLAND, Peter**
71672 Marbach (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.11.2004 Patentblatt 2004/48

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 987 431 **US-A- 3 847 510**
US-A- 5 709 341

EP 1 478 841 B1

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

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine nach der Gattung des Anspruchs 1.

[0002] Eine solche Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist durch die US-A-5 709 341 bekannt.

[0003] Eine weitere Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist durch die EP 0 987 431 A2 bekannt. Diese Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist eine Kraftstoffhochdruckpumpe und ein mit dieser verbundenes Kraftstoffeinspritzventil für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine auf. Die Kraftstoffhochdruckpumpe weist einen durch die Brennkraftmaschine in einer Hubbewegung angetriebenen Pumpenkolben auf, der einen Pumpenarbeitsraum begrenzt. Das Kraftstoffeinspritzventil weist einen mit dem Pumpenarbeitsraum verbundenen Druckraum und ein Einspritzventilglied auf, durch das wenigstens eine Einspritzöffnung gesteuert wird und das durch den im Druckraum herrschenden Druck gegen eine Schließkraft in Öffnungsrichtung zur Freigabe der wenigstens einen Einspritzöffnung bewegbar ist. Es ist ein Steuerventil vorgesehen, durch das eine Verbindung des Pumpenarbeitsraums mit einem Entlastungsraum und einer Druckquelle gesteuert wird. Bei geöffnetem Steuerventil wird der Pumpenarbeitsraum beim Saughub des Pumpenkolbens mit Kraftstoff von der Druckquelle befüllt. Es wird angestrebt, daß durch die Hochdruckpumpe bereits bei geringer Drehzahl der Brennkraftmaschine ein hoher Druck erzeugt wird, damit eine hohe Leistung und ein hohes Drehmoment der Brennkraftmaschine erreicht wird. Der durch die Hochdruckpumpe erzeugte Druck steigt jedoch mit der Drehzahl der Brennkraftmaschine an, wobei der maximal erzeugte Druck begrenzt werden muß, um eine ausreichende Haltbarkeit der Hochdruckpumpe sicherzustellen. Bei einem vorgegebenen Antrieb der Hochdruckpumpe und einem vorgegebenen Durchmesser des Pumpenkolbens muß hier somit ein Kompromiß in der Auslegung gefunden werden, um einerseits einen ausreichend hohen Druck bei niedriger Drehzahl zu erreichen und andererseits den aus Haltbarkeitsgründen vorgegebenen maximalen Druck nicht zu überschreiten.

Vorteile der Erfindung

[0004] Die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß der durch die Hochdruckpumpe erzeugte Druck begrenzt werden kann, indem der zweite Pumpenkolben in seine Passivstellung gebracht wird und nur noch der erste Pumpenkolben Kraftstoff fördert. Es kann dabei vorgesehen sein, daß bei niedriger Drehzahl der Brennkraftmaschine beide Pumpenkolben miteinander gekoppelt sind und einen

Förderhub ausführen, während bei hoher Drehzahl der zweite Pumpenkolben in seiner Passivstellung angeordnet wird und nur noch der erste Pumpenkolben einen Förderhub ausführt, so daß der erzeugte Druck verringert wird. Der erste Pumpenkolben kann dabei im Durchmesser so groß ausgeführt werden, daß bereits bei niedriger Drehzahl ein hoher Druck erzeugt wird.

[0005] In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzeinrichtung angegeben. Die Ausbildung gemäß Anspruch 2 ermöglicht eine vorteilhafte Anordnung des zweiten Pumpenkolbens in seiner Passivstellung. Die Ausbildung gemäß Anspruch 3 ermöglicht eine einfache Fertigung des ersten Pumpenkolbens. Die Ausbildung gemäß Anspruch 6 ermöglicht einen Druckausgleich zwischen dem Pumpenarbeitsraum und dem Raum im ersten Pumpenkolben im Falle einer Undichtigkeit. Durch die Ausbildung gemäß Anspruch 7 ist sichergestellt, daß bei miteinander gekoppelten Pumpenkolben durch die Durchgangsbohrung im zweiten Pumpenkolben kein Kraftstoff aus dem Pumpenarbeitsraum abfließen kann. Durch die Ausbildung gemäß Anspruch 8 wird eine Anlage des zweiten Pumpenkolbens an der Begrenzung des Pumpenarbeitsraums im Bereich des inneren Totpunkts der Pumpenkolben sichergestellt. Durch die Ausbildung gemäß Anspruch 10 ist sichergestellt, daß bei in seiner Passivstellung angeordnetem zweitem Pumpenkolben beim Förderhub des ersten Pumpenkolbens durch die Durchgangsbohrung im zweiten Pumpenkolben kein Kraftstoff aus dem Pumpenarbeitsraum abfließen kann. Durch die Ausbildung gemäß Anspruch 11 ist ein Druckausgleich zwischen der Durchgangsbohrung im zweiten Pumpenkolben und dem Pumpenarbeitsraum im Bereich des inneren Totpunkts der Pumpenkolben erreicht. Durch die Ausbildung gemäß Anspruch 12 ist eine sichere Anlage des zweiten Pumpenkolbens an der Begrenzung erreicht. Durch die Ausbildung gemäß Anspruch 13 ist auf einfache Weise eine Anordnung des zweiten Pumpenkolbens in seiner Passivstellung erreicht.

Zeichnung

[0006] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine in schematischer Darstellung in einem Längsschnitt, Figur 2 einen in Figur 1 mit II bezeichneten Ausschnitt der Kraftstoffeinspritzeinrichtung in vergrößerter Darstellung mit zwei Pumpenkolben in einem gekoppelten Zustand in einem äußeren Totpunkt, Figur 3 den Ausschnitt II mit den Pumpenkolben in einem inneren Totpunkt, Figur 4 den Ausschnitt II mit einem in einer Passivstellung angeordneten Pumpenkolben und einem in einem äußeren Totpunkt angeordneten Pumpenkolben, Figur 5 den Ausschnitt II mit den Pumpenkolben in ent-

koppeltem Zustand in einem inneren Totpunkt und Figur 6 einen Verlauf des Druckes an Einspritzöffnungen eines Kraftstoffeinspritzventils der Kraftstoffeinspritzeinrichtung über der Zeit.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0007] In den Figuren 1 bis 5 ist eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs dargestellt. Die Brennkraftmaschine ist vorzugsweise eine selbstzündende Brennkraftmaschine. Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist vorzugsweise als sogenannte Pumpe-Düse-Einheit ausgebildet und weist für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine jeweils eine Kraftstoffhochdruckpumpe 10 und ein mit dieser verbundenes Kraftstoffeinspritzventil 12 auf, die eine gemeinsame Baueinheit bilden. Alternativ kann die Kraftstoffeinspritzeinrichtung auch als sogenanntes Pumpe-Leitung-Düse-System ausgebildet sein, bei dem die Kraftstoffhochdruckpumpe und das Kraftstoffeinspritzventil jedes Zylinders getrennt voneinander angeordnet und über eine Leitung miteinander verbunden sind. Die Kraftstoffhochdruckpumpe 10 weist einen Pumpenkörper 14 mit einer Zylinderbohrung 16 auf, in der zwei Pumpenkolben 18, 118 angeordnet sind, wobei ein erster Pumpenkolben 18 mit großem Durchmesser in der Zylinderbohrung 16 dicht geführt ist und zumindest mittelbar durch einen Nocken 20 einer Nockenwelle der Brennkraftmaschine entgegen der Kraft einer Rückstellfeder 19 in einer Hubbewegung angetrieben wird. Ein zweiter Pumpenkolben 118 ist innerhalb des ersten Pumpenkolbens 18 zumindest annähernd koaxial zu diesem angeordnet. Die Pumpenkolben 18, 118 werden nachfolgend noch näher erläutert. Die beiden Pumpenkolben 18, 118 begrenzen in der Zylinderbohrung 16 mit ihren Stirnseiten einen Pumpenarbeitsraum 22, in dem beim Förderhub der Pumpenkolben 18, 118 Kraftstoff unter Hochdruck verdichtet wird. Dem Pumpenarbeitsraum 22 wird Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter 24 des Kraftfahrzeugs mittels einer Druckquelle, die vorzugsweise eine Förderpumpe 23 ist, zugeführt.

[0008] Das Kraftstoffeinspritzventil 12 weist einen mit dem Pumpenkörper 14 verbundenen Ventilkörper 26 auf, der mehrteilig ausgebildet sein kann, und in dem wenigstens ein Einspritzventilglied 28 in einer Bohrung 30 längsverschiebbar geführt ist. Der Ventilkörper 26 weist an seinem dem Brennraum des Zylinders der Brennkraftmaschine zugewandten Endbereich wenigstens eine, vorzugsweise mehrere Einspritzöffnungen 32 auf. Das Einspritzventilglied 28 weist an seinem dem Brennraum zugewandten Endbereich eine beispielsweise etwa kegelförmige Dichtfläche 34 auf, die mit einem im Ventilkörper 26 in dessen dem Brennraum zugewandtem Endbereich ausgebildeten Ventilsitz 36 zusammenwirkt, von dem oder nach dem die Einspritzöffnungen 32 abführen. Im Ventilkörper 26 ist zwischen dem Einspritzventilglied 28 und der Bohrung 30 zum

Ventilsitz 36 hin ein Ringraum 38 vorhanden, der in seinem dem Ventilsitz 36 abgewandten Endbereich durch eine radiale Erweiterung der Bohrung 30 in einen das Einspritzventilglied 28 umgebenden Druckraum 40 übergeht. Das Einspritzventilglied 28 weist auf Höhe des Druckraums 40 durch eine Querschnittsverringeringung eine Druckschulter 42 auf. Am dem Brennraum abgewandten Ende des Einspritzventilglieds 28 greift eine vorgespannte Schließfeder 44 an, durch die das Einspritzventilglied 28 zum Ventilsitz 36 hin gedrückt wird. Die Schließfeder 44 ist in einem Federraum 46 des Ventilkörpers 26 angeordnet, der sich an die Bohrung 30 anschließt. Es kann vorgesehen sein, daß ein zweites Einspritzventilglied zumindest annähernd koaxial innerhalb des Einspritzventilglieds 28 verschiebbar angeordnet ist, durch das wenigstens eine zweite Einspritzöffnung gesteuert wird. Die wenigstens eine zweite Einspritzöffnung ist in Richtung der Längsachse des Einspritzventilglieds 28 zu der wenigstens einen ersten Einspritzöffnung 32 zum Brennraum hin versetzt angeordnet. Das zweite Einspritzventilglied wird durch eine zweite Schließfeder in Schließrichtung beaufschlagt. Außerdem ist das zweite Einspritzventilglied zumindest mittelbar von dem in einem Druckraum herrschenden Druck in Schließrichtung beaufschlagt. Es kann somit durch Steuerung des Drucks im Druckraum die auf das zweite Einspritzventilglied wirkende Schließkraft variiert werden, so daß wahlweise, bei hohem Druck und damit hoher Schließkraft auf das zweite Einspritzventilglied, nur das erste Einspritzventilglied 28 öffnet und die wenigstens eine erste Einspritzöffnung 32 freigibt, oder daß, bei niedrigem Druck im Druckraum und damit geringer Schließkraft auf das zweite Einspritzventilglied, das erste und zusätzlich das zweite Einspritzventilglied öffnet und die wenigstens eine zweite Einspritzöffnung freigibt.

[0009] An den Federraum 46 kann sich an dessen der Bohrung 30 abgewandtem Ende im Ventilkörper 26 eine weitere Bohrung 48 anschließen, in der ein Steuerkolben 50 dicht geführt ist, der mit dem Einspritzventilglied 28 verbunden ist. In der Bohrung 48 wird durch die Stirnfläche des Steuerkolbens 50 als bewegliche Wand ein Steuerdruckraum 52 begrenzt. Der Steuerkolben 50 ist über eine gegenüber diesem im Durchmesser kleinere Kolbenstange 51 mit dem Einspritzventilglied 28 verbunden. Der Steuerkolben 50 kann einstückig mit dem Einspritzventilglied 28 ausgebildet, ist jedoch aus Gründen der Montage vorzugsweise als separates Teil mit dem Einspritzventilglied 28 verbunden.

[0010] Vom Pumpenarbeitsraum 22 führt durch den Pumpenkörper 14 und den Ventilkörper 26 ein Kanal 60 zum Druckraum 40 des Kraftstoffeinspritzventils 12. Vom Pumpenarbeitsraum 22 oder vom Kanal 60 führt ein Kanal 62 zum Steuerdruckraum 52. In den Steuerdruckraum 52 mündet außerdem ein Kanal 64, der eine Verbindung zu einem Entlastungsraum bildet, als der zumindest mittelbar der Kraftstoffvorratsbehälter 24 oder ein anderer Bereich dienen kann, in dem ein ge-

ringer Druck herrscht. Vom Pumpenarbeitsraum 22 oder vom Kanal 60 führt eine Verbindung 66 zu einem Entlastungsraum, als der beispielsweise zumindest mittelbar der Kraftstoffvorratsbehälter 24 oder die Druckseite der Förderpumpe 23 dienen kann, und zur Förderpumpe 23 ab. Die Verbindung 66 wird durch ein erstes elektrisch betätigtes Steuerventil 68 gesteuert. Das Steuerventil 68 kann als 2/2-Wegeventil ausgebildet sein. Die Verbindung 64 des Steuerdruckraums 52 mit dem Entlastungsraum 24 wird durch ein zweites elektrisch betätigtes Steuerventil 70 gesteuert, das als 2/2-Wegeventil ausgebildet sein kann. In der Verbindung 62 des Steuerdruckraums 52 mit dem Pumpenarbeitsraum 22 ist eine Drosselstelle 63 vorgesehen und in der Verbindung des Steuerdruckraums 52 mit dem Entlastungsraum 24 ist eine Drosselstelle 65 vorgesehen. Durch geeignete Dimensionierung der Drosselstellen 63,65 kann der Zufluß von Kraftstoff aus dem Pumpenarbeitsraum 22 in den Steuerdruckraum 52 und der Abfluß von Kraftstoff aus dem Steuerdruckraum 52 in einem erforderlichen Umfang eingestellt werden. Ein ausreichender Zufluß von Kraftstoff in den Steuerdruckraum 52 ist für ein schnelles Schließen des Kraftstoffeinspritzventils 12 erforderlich und ein ausreichender Abfluß von Kraftstoff aus dem Steuerdruckraum 52 ist für ein schnelles Öffnen des Kraftstoffeinspritzventils 12 erforderlich. Die Steuerventile 68,70 können einen elektromagnetischen Aktor oder einen Piezoaktor aufweisen und werden durch eine elektronische Steuereinrichtung 72 angesteuert.

[0011] Nachfolgend wird anhand der Figuren 2 bis 5 der Aufbau der Kraftstoffhochdruckpumpe 10 mit den beiden Pumpenkolben 18,118 näher erläutert. Der erste Pumpenkolben 18 weist eine zumindest annähernd koaxial in diesem verlaufende Sackbohrung 80 auf, die zu der den Pumpenarbeitsraum 22 begrenzenden Stirnseite des Pumpenkolbens 18 hin offen ist. Die Mündung der Sackbohrung 80 an der Stirnseite des ersten Pumpenkolbens 18 weist eine beispielsweise zumindest annähernd konische Anschrägung 81 auf, so daß sich der Durchmesser der Sackbohrung 80 vergrößert. Nahe dem Grund 82 der Sackbohrung 80 weist der erste Pumpenkolben 18 eine Querbohrung 83 auf, die die Sackbohrung 80 mit einer am Außenmantel des Pumpenkolbens 18 eingebrachten, sich in Längsrichtung erstreckenden Längsnut 84 verbindet. Die Längsnut 84 erstreckt sich ausgehend von der Querbohrung 83 sowohl in Richtung zum Pumpenarbeitsraum 22 hin als auch von diesem weg. Der erste Pumpenkolben 18 weist außerdem in einem mittleren Bereich seiner Längserstreckung eine weitere Querbohrung 85 auf, die die Sackbohrung 80 mit einer weiteren am Außenmantel des Pumpenkolbens 18 eingebrachten Längsnut 86 verbindet. Die Längsnut 86 erstreckt sich ausgehend von der Querbohrung 85 zum Pumpenarbeitsraum 22 hin. In der Zylinderbohrung 16 ist eine Querbohrung 87 vorgesehen, die mit einem Niederdruckbereich verbunden ist und mit der die Längsnut 84 des ersten Pumpenkolbens

18 über den gesamten Hub des Pumpenkolbens 18 in Verbindung steht. Im Niederdruckbereich herrscht dabei beispielsweise zumindest annähernd Atmosphärendruck. Die Zylinderbohrung 16 weist in ihrem Endbereich, in dem der Pumpenarbeitsraum 22 angeordnet ist, einen Abschnitt 116 mit einem etwas größeren Durchmesser auf als in ihrem übrigen Bereich, in dem der erste Pumpenkolben 18 dicht geführt ist. Die Zylinderbohrung 16 und damit der in dieser gebildete Pumpenarbeitsraum 22 weist eine zumindest annähernd senkrecht zur Längsachse des ersten Pumpenkolbens 18 angeordnete, der den Pumpenarbeitsraum 22 begrenzenden Stirnseite des Pumpenkolbens 18 gegenüberliegende Begrenzung 17 auf.

[0012] Der zweite Pumpenkolben 118 ist in der Sackbohrung 80 des ersten Pumpenkolbens 18 verschiebbar geführt und ragt mit seinem den Pumpenarbeitsraum 22 begrenzenden Ende aus der Sackbohrung 80 heraus. An seinem aus der Sackbohrung 80 ragenden Ende weist der zweite Pumpenkolben 118 einen im Durchmesser vergrößerten Abschnitt 150 auf, an dem eine dem ersten Pumpenkolben 18 zugewandte Ringschulter 151 gebildet ist. Der zweite Pumpenkolben 118 weist einen in dessen Längsrichtung verlaufenden Durchgangskanal 180 auf, der als Durchgangsbohrung ausgebildet sein kann, die sich von der den Pumpenarbeitsraum 22 begrenzenden Stirnfläche bis zu der dem Grund 82 der Sackbohrung 80 im ersten Pumpenkolben 18 gegenüberliegenden Stirnfläche des zweiten Pumpenkolbens 118 erstreckt. In der Durchgangsbohrung 180 des zweiten Pumpenkolbens 118 ist eine Drosselstelle 181 vorgesehen. Die der Begrenzung 17 des Pumpenarbeitsraums 22 gegenüberliegende Stirnfläche des zweiten Pumpenkolbens 118 ist derart beispielsweise konisch angeschrägt, daß diese in radialer Richtung nach innen zur Mündung der Durchgangsbohrung 180 hin vertieft ist. Hierdurch ist an der Stirnfläche des zweiten Pumpenkolbens 118 an deren radial äußerem Rand eine ringförmige Kante vorhanden, die eine Dichtfläche 152 bildet.

[0013] An seinem in der Sackbohrung 80 angeordneten Ende weist der zweite Pumpenkolben 118 einen im Durchmesser verringerten Abschnitt 154 auf. Am Übergang des zweiten Pumpenkolbens 118 von dessen vollem Durchmesser zu dessen Abschnitt 154 ist eine dem Grund 82 der Sackbohrung 80 zugewandte Ringschulter 155 gebildet. Durch den zweiten Pumpenkolben 118 wird in der Sackbohrung 80 ein Raum 153 begrenzt, der durch die Querbohrung 83 im ersten Pumpenkolben 18 mit dem Niederdruckbereich verbunden ist. Die dem Grund 82 der Sackbohrung 80 gegenüberliegende Stirnfläche des zweiten Pumpenkolbens 118 ist derart beispielsweise konisch angeschrägt, daß diese in radialer Richtung nach innen zur Mündung der Durchgangsbohrung 180 hin vertieft ist. Hierdurch ist an der Stirnfläche des zweiten Pumpenkolbens 118 an deren radial äußerem Rand eine ringförmige Kante vorhanden, die eine Dichtfläche 156 bildet. Zwischen dem Grund 82 der

Sackbohrung 80 und der Ringschulter 155 des zweiten Pumpenkolbens 118 ist eine Feder 158 eingespannt, die beispielsweise als eine den Abschnitt 154 des zweiten Pumpenkolbens 118 umgebende Schraubendruckfeder ausgebildet ist. In einem in dessen Längserstreckung betrachtet mittleren Bereich des zweiten Pumpenkolbens 118 ist eine Querboreung 160 vorgesehen, die die Durchgangsbohrung 180 mit einer im Außenmantel des zweiten Pumpenkolbens 118 eingebrachten Ringnut 161 verbindet. Der zweite Pumpenkolben 118 ist in der Sackbohrung 80 des ersten Pumpenkolbens 18 zumindest in seinem Bereich zwischen der Querboreung 160 und dem aus der Sackbohrung 80 ragenden Abschnitt 150 mit geringem Spiel dicht geföhrt. Vorzugsweise ist der zweite Pumpenkolben 118 zumindest auch in einem Teil des Bereichs zwischen der Querboreung 160 und der Ringschulter 155 mit geringem Spiel dicht in der Sackbohrung 80 geföhrt.

[0014] Es ist vorgesehen, daß bei der Kraftstoffhochdruckpumpe 10 wahlweise beide Pumpenkolben 18, 118 miteinander gekoppelt werden können und als eine Einheit einen Förderhub ausführen. Beim Förderhub bewegen sich die Pumpenkolben 18, 118 ausgehend von einem äußeren Totpunkt, in dem diese wie in Figur 2 dargestellt am weitesten aus der Zylinderbohrung 16 ragen, zu einem inneren Totpunkt, in dem diese wie in Figur 3 dargestellt am weitesten in die Zylinderbohrung 16 eingetaucht sind. Wenn beide Pumpenkolben 18, 118 miteinander gekoppelt sind, so taucht der zweite Pumpenkolben 118 in die Sackbohrung 80 des ersten Pumpenkolbens 18 so weit ein, bis er mit seiner Dichtfläche 156 am Grund 82 der Sackbohrung 80 anliegt, wie dies in den Figuren 2 und 3 dargestellt ist. In dieser Stellung des zweiten Pumpenkolbens 118 überdeckt sich dessen Ringnut 161 mit der Querboreung 85 des ersten Pumpenkolbens 18 und die Feder 158 ist auf ihre kürzeste Länge komprimiert. Der im Pumpenarbeitsraum 22 herrschende Druck wirkt auf die Stirnfläche des zweiten Pumpenkolbens 118 und erzeugt eine auf diesen wirkende Druckkraft, durch die der zweite Pumpenkolben 118 gegen die Kraft der Feder 158 und gegen den im Raum 153 herrschenden Niederdruck mit seiner Dichtfläche 156 an den Grund 82 der Sackbohrung 80 gepresst wird. Dabei wird durch die Dichtfläche 156 die Durchgangsbohrung 180 des zweiten Pumpenkolbens 118 vom Raum 153 und damit vom Niederdruckbereich getrennt, so daß aus dem Pumpenarbeitsraum 22 über die Durchgangsbohrung 180 kein Kraftstoff abfließen kann. Sollte dennoch eine Undichtigkeit zwischen der Dichtfläche 156 und dem Grund 82 vorhanden sein, so kann eine geringe Kraftstoffmenge durch die Durchgangsbohrung 80 im zweiten Pumpenkolben 118 in den Raum 153 und in den Niederdruckbereich abfließen, wobei der Durchfluß jedoch durch die Drosselstelle 181 begrenzt ist. Beim Förderhub der Pumpenkolben 18, 118 ist die gesamte Stirnfläche der Pumpenkolben, also die ringförmige Stirnfläche des ersten Pumpenkolbens 18 und die innerhalb dieser liegende Stirnfläche des zwei-

ten Pumpenkolbens 118 für die Druckerzeugung im Pumpenarbeitsraum 22 wirksam, so daß im Pumpenarbeitsraum 22 ein hoher Druck erzeugt wird. Eine Hochdruckerzeugung im Pumpenarbeitsraum 22 durch die Pumpenkolben 18, 118 erfolgt solange das erste Steuerventil 68 geschlossen ist und der Pumpenarbeitsraum 22 vom Entlastungsraum 24 und der Förderpumpe 23 getrennt ist.

[0015] Wenn sich die Pumpenkolben 18, 118 gemäß Figur 3 im Bereich des inneren Totpunkts befinden, so taucht die Längsnut 86 des ersten Pumpenkolbens 18 in den Abschnitt 116 der Zylinderbohrung 16 ein, so daß die Durchgangsbohrung 180 im zweiten Pumpenkolben 118 über die Längsnut 86 und die Querboreung 85 im ersten Pumpenkolben 18 sowie die Ringnut 161 und die Querboreung 160 im zweiten Pumpenkolben 118 mit dem Pumpenarbeitsraum 22 verbunden ist. Beim nachfolgenden Saughub der Pumpenkolben 18, 118 bewegen diese sich von ihrem inneren Totpunkt weg zu ihrem äußeren Totpunkt hin. Das erste Steuerventil 68 wird dabei geöffnet, so daß Kraftstoff mit dem von der Förderpumpe 23 erzeugten Druck in den Pumpenarbeitsraum 22 einströmt. Abhängig von der Drehzahl der Brennkraftmaschine und damit der Geschwindigkeit, mit der sich die Pumpenkolben 18, 118 beim Saughub ausgehend vom inneren Totpunkt bewegen, ergibt sich im Pumpenarbeitsraum 22 gegenüber dem durch die Förderpumpe 23 erzeugten Druck ein Druckabfall auf einen geringeren Druck als den Förderpumpendruck. Der erste Pumpenkolben 18 bewegt sich bei seinem Saughub bedingt durch die Kraft der Rückstellfeder 19 entsprechend der Form des Nockens 20 mit einer vorgegebenen Geschwindigkeit. Der zweite Pumpenkolben 118 bewegt sich beim Saughub bedingt durch den auf dessen Stirnfläche wirkenden Druck im Pumpenarbeitsraum 22 ebenfalls vom inneren Totpunkt weg, wenn die durch den im Pumpenarbeitsraum 22 herrschenden Druck auf den zweiten Pumpenkolben 118 erzeugte Kraft größer ist als die dieser entgegenwirkende Kraft, die die Summe der Kraft der Feder 158 und der durch den im Raum 153 herrschenden Niederdruck auf den zweiten Pumpenkolben 118 erzeugten Kraft. Der zweite Pumpenkolben 118 bewegt sich beim Saughub vom inneren Totpunkt weg und gelangt mit seiner Dichtfläche 156 spätestens bei Erreichen des äußeren Totpunkts in Anlage an den Grund 82 der Sackbohrung 80 im ersten Pumpenkolben 18. Beim nachfolgenden Förderhub bewegen sich die Pumpenkolben 18, 118 dann wieder als Einheit nach innen zum inneren Totpunkt hin.

[0016] Es ist außerdem vorgesehen, daß der zweite Pumpenkolben 118 wahlweise in einer Passivstellung angeordnet werden kann, in der dieser keinen Förderhub ausführt und nur der erste Pumpenkolben 18 einen Förderhub ausführt. Dies ist in den Figuren 4 und 5 dargestellt. In seiner Passivstellung befindet sich der zweite Pumpenkolben 118 mit seiner Dichtfläche 152 in Anlage an der Begrenzung 17 des Pumpenarbeitsraums 22. Die Durchgangsbohrung 180 im zweiten Pumpen-

kolben 118 ist dann durch die Dichtfläche 152 vom Pumpenarbeitsraum 22 getrennt. Sollte zwischen der Dichtfläche 152 und der Begrenzung eine Undichtigkeit vorhanden sein, so kann eine geringe Kraftstoffmenge aus dem Pumpenarbeitsraum 22 durch die Durchgangsbohrung 180 in den Raum 153 und zum Niederdruckbereich abfließen, wobei der Durchfluß durch die Drosselstelle 181 begrenzt ist. Beim Saughub bewegt sich nur der erste Pumpenkolben 18 vom inneren Totpunkt weg in den äußeren Totpunkt gemäß Figur 4, während der zweite Pumpenkolben 118 in seiner Passivstellung verbleibt. Durch den im Pumpenarbeitsraum 22 herrschenden Druck wird über die Ringschulter 151 des zweiten Pumpenkolbens 118 eine zur Begrenzung 17 hin gerichtete Anpresskraft auf diesen erzeugt. Außerdem wird der zweite Pumpenkolben 118 durch die Feder 158 und die durch den im Raum 153 herrschenden Niederdruck erzeugte Kraft gegen die Begrenzung 17 gepresst. Beim Saughub des ersten Pumpenkolbens 18 entspannt sich die Feder 158. Beim Förderhub des ersten Pumpenkolbens 18 ist nur dessen ringförmige Stirnfläche für die Druckerzeugung wirksam, so daß im Pumpenarbeitsraum 22 entsprechend ein geringerer maximaler Druck erzeugt wird als bei miteinander gekoppelten Pumpenkolben 18, 118. In der inneren Totpunktstellung sind die Pumpenkolben 18, 118 in Figur 5 dargestellt.

[0017] Eine Anordnung des zweiten Pumpenkolbens 118 in seiner Passivstellung erfolgt während des Saughubs abhängig von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine, insbesondere abhängig von deren Drehzahl. Wenn der zweite Pumpenkolben 118 in seiner Passivstellung angeordnet werden soll, so wird während des Saughubs das erste Steuerventil 68 durch die Steuereinrichtung 72 zu einem bestimmten Zeitpunkt und für eine bestimmte Zeitdauer geschlossen, so daß die Verbindung des Pumpenarbeitsraums 22 mit der Förderpumpe 23 unterbrochen ist und in den Pumpenarbeitsraum 22 kein Kraftstoff einströmen kann. Der erste Pumpenkolben 18 bewegt sich bewirkt durch die Rückstellfeder 19 entsprechend der Form des Nockens 20 vom inneren Totpunkt weg zum äußeren Totpunkt hin. Infolge dessen wird das Volumen des Pumpenarbeitsraums 22 vergrößert und da kein Kraftstoff in diesen einströmt fällt der Druck im Pumpenarbeitsraum 22 ab unter den Förderdruck der Förderpumpe 23. Auf die Stirnfläche des zweiten Pumpenkolbens 118 im Pumpenarbeitsraum 22 wirkt somit nur noch ein geringer Druck, der eine geringere zum ersten Pumpenkolben 18 hin gerichtete Kraft auf den zweiten Pumpenkolben 118 erzeugt als die entgegen wirkende Kraft als Summe der Kraft der Feder 158 und der durch den im Raum 153 wirkenden Niederdruck erzeugten Kraft. Der zweite Pumpenkolben 118 bewegt sich dadurch nach innen, bis er mit seiner Dichtfläche 152 an der Begrenzung 17 des Pumpenarbeitsraums 22 zur Anlage kommt.

[0018] Nachfolgend wird das erste Steuerventil 68 durch die Steuereinrichtung 72 wieder geöffnet, so daß der Druck im Pumpenarbeitsraum 22 wieder ansteigt.

Der Druck im Pumpenarbeitsraum 22 wirkt bei in seiner Passivstellung angeordnetem zweitem Pumpenkolben 118 auf diesen jedoch nicht auf dessen Stirnfläche in Richtung zum ersten Pumpenkolben 18 hin sondern auf die Ringschulter 151 des zweiten Pumpenkolbens 118 und damit zur Begrenzung 17 hin und erzeugt eine Anpresskraft auf den zweiten Pumpenkolben 118 zur Begrenzung 17 hin. Der erste Pumpenkolben 18 führt einen Saughub bis zum äußeren Totpunkt und anschließend einen Förderhub bis zum inneren Totpunkt aus. Wenn der erste Pumpenkolben 18 den Bereich des inneren Totpunkts erreicht, so ist die Durchgangsbohrung 180 des zweiten Pumpenkolbens 118 über die Querbohrung 160, die Ringnut 161 sowie die Querbohrung 85 und die Längsnut 86 im ersten Pumpenkolben 18, die in den Abschnitt 116 der Zylinderbohrung 16 eintaucht, mit dem Pumpenarbeitsraum 22 verbunden. Auf die der Begrenzung 17 zugewandte Stirnfläche des zweiten Pumpenkolbens 118 wirkt dann der Druck im Pumpenarbeitsraum 22, so daß der zweite Pumpenkolben 118 mit seiner Dichtfläche 152 von der Begrenzung 17 abhebt. Beim nachfolgenden Saughub kann dann wieder durch Schließen des ersten Steuerventils 68 der zweite Pumpenkolben 118 in seiner Passivstellung angeordnet werden oder, wenn das erste Steuerventil 68 ständig geöffnet bleibt, der zweite Pumpenkolben 118 dem Saughub des ersten Pumpenkolbens 18 folgen, so daß die beiden Pumpenkolben 18, 118 gekoppelt bleiben.

[0019] Mit zunehmender Drehzahl der Brennkraftmaschine nimmt die Geschwindigkeit der Pumpenkolben 18, 118, mit der diese sich beim Saughub und beim Förderhub bewegen ebenfalls zu. Wenn durch die Förderpumpe 23 ein näherungsweise konstanter Förderdruck erzeugt wird, so ergibt sich im Pumpenarbeitsraum 22 beim Saughub der Pumpenkolben 18, 118 infolge der mit der Drehzahl zunehmenden Geschwindigkeit der Pumpenkolben 18, 118 ein mit der Drehzahl zunehmender Druckabfall gegenüber dem von der Förderpumpe 23 nominell erzeugten Förderdruck, da der Pumpenarbeitsraum 22 nicht schnell genug mit Kraftstoff befüllt werden kann. Der erste Pumpenkolben 18 führt seinen Saughub bedingt durch die Rückstellfeder 19 entsprechend dem Profil des Nockens 20 aus. Wenn der Druck im Pumpenarbeitsraum 22 stark abfällt, so kann der zweite Pumpenkolben 118 dem Saughub des ersten Pumpenkolbens 18 nicht mehr folgen, da auf diesen nur eine geringe Kraft zum ersten Pumpenkolben 18 hin wirkt, die geringer ist als die entgegenwirkende Kraft als Summe der Kraft der Feder 158 und der durch den im Raum 153 herrschenden Niederdruck erzeugten Kraft. Der zweite Pumpenkolben 118 bewegt sich daher zur Begrenzung 17 hin und kommt dort mit seiner Dichtfläche 152 zur Anlage und befindet sich in seiner Passivstellung. Somit kann auch bei Erreichen bzw. Überschreiten einer bestimmten Grenzdrehzahl, bei der der Druck im Pumpenarbeitsraum 22 beim Saughub ausreichend stark abfällt, eine Anordnung des zweiten Pumpenkolbens 118 in seiner Passivstellung erreicht wer-

den. Vorzugsweise ist jedoch vorgesehen, daß im Bereich der Grenzdrehzahl das erste Steuerventil 68 wie vorstehend erläutert beim Saughub geschlossen wird, um sicherzustellen, daß der zweite Pumpenkolben 118 in seiner Passivstellung angeordnet wird. Bei wesentlich höherer Drehzahl als der Grenzdrehzahl kann das Schließen des ersten Steuerventils 68 entfallen, da dann sichergestellt ist, daß der zweite Steuerkolben 118 infolge des Druckabfalls im Pumpenarbeitsraum 22 in seiner Passivstellung angeordnet wird.

[0020] Es kann vorgesehen sein, daß bis zu einer vorgegebenen Grenzdrehzahl beide Pumpenkolben 18, 118 miteinander gekoppelt sind und einen Förderhub ausführen. Hierbei kann bereits bei niedrigen Drehzahlen ein hoher Druck im Pumpenarbeitsraum 22 erzeugt werden. Bei Erreichen oder Überschreiten der vorgegebenen Grenzdrehzahl wird der zweite Pumpenkolben 118 wie vorstehend beschrieben in seine Passivstellung gebracht, so daß nur noch der erste Pumpenkolben 18 einen Förderhub ausführt und der Druck im Pumpenarbeitsraum 22 reduziert wird. Hierdurch kann der maximale Druck im Pumpenarbeitsraum 22 und damit die mechanische Belastung der Bauteile der Kraftstoffeinspritzeinrichtung begrenzt werden. Die Grenzdrehzahl, ab der der zweite Pumpenkolben 118 in seiner Passivstellung angeordnet wird, kann dabei fest vorgegeben sein oder in Abhängigkeit weiterer Betriebsparameter der Brennkraftmaschine variabel sein. Es kann auch vorgesehen sein, daß eine Anordnung des zweiten Pumpenkolbens 118 in seiner Passivstellung abhängig von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine, insbesondere abhängig von der Last, erfolgt. Dabei kann beispielsweise vorgesehen sein, daß bei hoher Last die beiden Pumpenkolben 18, 118 gekoppelt sind und gemeinsam einen Förderhub ausführen, während bei geringer Last der zweite Pumpenkolben 118 in seiner Passivstellung angeordnet wird und nur der erste Pumpenkolben 18 einen Förderhub ausführt. Bei geringer Last erfolgt somit die Kraftstoffeinspritzung mit einem geringeren Druck als bei hoher Last. Durch die Form des Nockens 20 in dem Bereich, in dem der Saughub des ersten Pumpenkolbens 18 erfolgt, wird die Geschwindigkeit des ersten Pumpenkolbens 18 beim Saughub bestimmt. Durch Variation der Form des Nockens 20 in diesem Bereich kann somit die Geschwindigkeit des ersten Pumpenkolbens 18 beim Saughub und damit der Druckabfall im Pumpenarbeitsraum 22 verändert werden und somit auch die Grenzdrehzahl, ab der der zweite Pumpenkolben 118 in seiner Passivstellung angeordnet wird. Der von der Förderpumpe 23 erzeugte Druck bestimmt ebenfalls die Grenzdrehzahl, ab der der zweite Pumpenkolben 118 in seiner Passivstellung angeordnet wird. Je höher der von der Förderpumpe 23 erzeugte Druck ist, desto höher ist dabei die Grenzdrehzahl. Um eine Variation der Grenzdrehzahl zu ermöglichen kann vorgesehen sein, daß der von der Förderpumpe 23 erzeugte Druck variabel ist.

[0021] Nachfolgend wird die weitere Funktion der

Kraftstoffeinspritzeinrichtung erläutert. In Figur 6 ist der Verlauf des Druckes p an den Einspritzöffnungen 32 des Kraftstoffeinspritzventils 12 über der Zeit t während einem Einspritzzyklus dargestellt. Beim Saughub des Pumpenkolbens 18 wird diesem Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 zugeführt. Beim Förderhub der Pumpenkolben 18, 118 beginnt die Kraftstoffeinspritzung mit einer Voreinspritzung, wobei das erste Steuerventil 68 durch die Steuereinrichtung 72 geschlossen wird, so daß der Pumpenarbeitsraum 22 vom Entlastungsraum 24 getrennt ist. Durch die Steuereinrichtung 72 wird außerdem das zweite Steuerventil 70 geöffnet, so daß der Steuerdruckraum 52 mit dem Entlastungsraum 24 verbunden ist. In diesem Fall kann sich im Steuerdruckraum 52 kein Hochdruck aufbauen, da dieser zum Entlastungsraum 24 hin entlastet ist. Aus dem Pumpenarbeitsraum 22 kann jedoch eine geringe Kraftstoffmenge über die Drosselstellen 63 und 65 zum Entlastungsraum 24 abströmen, so daß sich im Pumpenarbeitsraum 22 nicht der volle Hochdruck aufbauen kann, wie er sich bei geschlossenem zweitem Steuerventil 70 aufbauen würde. Wenn der Druck im Pumpenarbeitsraum 22 und damit im Druckraum 40 des Kraftstoffeinspritzventils 12 so groß ist, daß die durch diesen über die Druckschulter 42 auf das Einspritzventilglied 28 ausgeübte Druckkraft größer ist als die Summe der Kraft der Schließfeder 44 und der auf den Steuerkolben 50 durch den im Steuerdruckraum 52 wirkenden Restdruck wirkenden Druckkraft, so bewegt sich das Einspritzventilglied 28 in Öffnungsrichtung 29 und gibt die wenigstens eine Einspritzöffnung 32 frei. Zur Beendigung der Voreinspritzung wird durch die Steuereinrichtung das zweite Steuerventil 70 geschlossen, so daß der Steuerdruckraum 52 vom Entlastungsraum 24 getrennt ist. Das erste Steuerventil 68 bleibt in seiner geschlossenen Stellung. Im Steuerdruckraum 52 baut sich dabei Hochdruck wie im Pumpenarbeitsraum 22 auf, so daß auf den Steuerkolben 50 eine große Druckkraft in Schließrichtung wirkt. Da nunmehr die auf das Einspritzventilglied 28 in Öffnungsrichtung 29 wirkende Kraft geringer ist als die Summe der Kraft der Schließfeder 44 und der Druckkraft auf den Steuerkolben 50 schließt das Kraftstoffeinspritzventil 12. Die Voreinspritzung entspricht einer in Figur 6 mit I bezeichneten Einspritzphase.

[0022] Für eine nachfolgende Haupteinspritzung, die einer in Figur 6 mit II bezeichneten Einspritzphase entspricht, wird das zweite Steuerventil 70 durch die Steuereinrichtung 72 geöffnet, so daß der Druck im Steuerdruckraum 52 sinkt. Das Kraftstoffeinspritzventil 12 öffnet dann infolge der reduzierten Druckkraft auf den Steuerkolben 50 und das Einspritzventilglied 28 bewegt sich über seinen maximalen Öffnungshub. Bei geöffnetem zweitem Steuerventil 70 fließt eine geringe Kraftstoffmenge über die Drosselstellen 63, 65 zum Entlastungsraum 24 ab, jedoch können die Drosselstellen 63, 65 mit kleinem Durchflußquerschnitt ausgebildet werden, so daß die abströmende Kraftstoffmenge und

die Verringerung des Drucks im Pumpenarbeitsraum 22 gering ist.

[0023] Zur Beendigung der Haupteinspritzung wird das erste Steuerventil 68 durch die Steuereinrichtung 72 in seine geöffnete Schaltstellung gebracht, so daß der Pumpenarbeitsraum 22 mit dem Entlastungsraum 24 verbunden ist und auf das Einspritzventilglied 28 in Öffnungsrichtung 29 nur noch eine geringe Druckkraft wirkt und das Kraftstoffeinspritzventil 12 bedingt durch die Kraft der Schließfeder 44 und die durch den im Steuerdruckraum 52 herrschenden Restdruck auf den Steuerkolben 50 erzeugte Kraft schließt. Das zweite Steuerventil 70 kann sich zur Beendigung der Haupteinspritzung in seiner geöffneten oder geschlossenen Stellung befinden.

[0024] Bei der Ansteuerung der beiden Steuerventile 68,70 durch die Steuereinrichtung 72 zur Kraftstoffeinspritzung ist es erforderlich, daß in der Steuereinrichtung 72 eine Information darüber vorhanden ist, ob beide Pumpenkolben 18,118 einen Förderhub ausführen oder nur der erste Pumpenkolben 18 einen Förderhub ausführt, da entsprechend der Druck bei der Kraftstoffeinspritzung unterschiedlich ist. Beim Übergang vom gemeinsamen Förderhub beider Pumpenkolben 18,118 in gekoppeltem Zustand zum alleinigen Förderhub des ersten Pumpenkolbens 18 nimmt der im Pumpenarbeitsraum 22 erzeugte Druck von einem Förderhub zum nächsten Förderhub stark ab, so daß die Ansteuerzeitpunkte und insbesondere die Ansteuerdauer der Steuerventile 68,70 durch die Steuereinrichtung 72 entsprechend korrigiert werden müssen, um eine Kontinuität der eingespritzten Kraftstoffmenge und einen ordnungsgemäßen Betrieb der Brennkraftmaschine sicherzustellen.

[0025] Der Steuerkolben 50, der Steuerdruckraum 52 und das dessen Verbindung mit dem Entlastungsraum steuernde zweite Steuerventil 70 können auch entfallen. Die Kraftstoffeinspritzung wird dann nur durch das erste Steuerventil 68 gesteuert, indem dieses zur Kraftstoffeinspritzung geschlossen wird, so daß der Pumpenarbeitsraum 22 vom Entlastungsraum 24 getrennt ist, und zur Unterbrechung bzw. Beendigung der Kraftstoffeinspritzung geöffnet wird, so daß der Pumpenarbeitsraum 22 zum Entlastungsraum 24 hin druckentlastet ist. Wenn wie vorstehend erläutert zwei Einspritzventilglieder 28 vorhanden sind, so kann vorgesehen sein, daß bei der Voreinspritzung und/oder bei geringer Last und/oder bei geringer Drehzahl der Brennkraftmaschine nur ein Einspritzventilglied 28 öffnet und die wenigstens eine erste Einspritzöffnung freigibt, während bei der Haupteinspritzung und/oder bei hoher Last und/oder bei hoher Drehzahl der Brennkraftmaschine beide Einspritzventilglieder 28 öffnen und die wenigstens eine erste Einspritzöffnung 32 und die wenigstens eine zweite Einspritzöffnung 32 freigegeben werden. Es kann auch vorgesehen sein, daß das Kraftstoffeinspritzventil 12 nur ein Einspritzventilglied 28 aufweist, durch das die wenigstens eine Einspritzöffnung 32 gesteuert wird.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine mit einer Kraftstoffhochdruckpumpe (10) und einem mit dieser verbundenen Kraftstoffeinspritzventil (12) für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine, wobei die Kraftstoffhochdruckpumpe (10) wenigstens einen durch die Brennkraftmaschine in einer Hubbewegung angetriebenen Pumpenkolben (18) aufweist, der einen Pumpenarbeitsraum (22) begrenzt, dem Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter (24) zugeführt wird, wobei das Kraftstoffeinspritzventil (12) einen mit dem Pumpenarbeitsraum (22) verbundenen Druckraum (40) und wenigstens ein Einspritzventilglied (28) aufweist, durch das wenigstens eine Einspritzöffnung (32) gesteuert wird und das von dem im Druckraum (40) herrschenden Druck beaufschlagt gegen eine Schließkraft in einer Öffnungsrichtung (29) zur Freigabe der wenigstens einen Einspritzöffnung (32) bewegbar ist, mit einem Steuerventil (68), durch das zumindest mittelbar eine Verbindung (66) des Pumpenarbeitsraums (22) mit einem Entlastungsraum (24) und einer Druckquelle (23) zur Befüllung des Pumpenarbeitsraums (22) beim Saughub des wenigstens einen Pumpenkolbens (18) gesteuert wird, wobei die Kraftstoffhochdruckpumpe (10) zwei Pumpenkolben (18,118) aufweist, wobei ein erster Pumpenkolben (18) vorgesehen ist, in dem ein zweiter Pumpenkolben (118) zumindest annähernd coaxial verschiebbar geführt ist, wobei beide Pumpenkolben (18,118) den Pumpenarbeitsraum (22) begrenzen, **dadurch gekennzeichnet, daß** der erste Pumpenkolben (18) in einer Hubbewegung angetrieben wird, daß wahlweise beide Pumpenkolben (18,118) miteinander koppelbar sind und sich beim Förderhub als Einheit bewegen oder der zweite Pumpenkolben (118) in einer Passivstellung fixierbar ist, so daß nur der erste Pumpenkolben (18) einen Förderhub ausführt.
2. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der zweite Pumpenkolben (118) in seiner Passivstellung mit einem Ende an einer Begrenzung (17) des Pumpenarbeitsraums (22) im Bereich eines inneren Totpunkts der Hubbewegung der Pumpenkolben (18,118) anliegt, in dem sich die Pumpenkolben (18,118) am Ende eines Förderhubs und am Beginn eines Saughubs befinden.
3. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der erste Pumpenkolben (18) eine zu dessen den Pumpenarbeitsraum (22) begrenzender Stirnseite hin offene Sackbohrung (80) aufweist, in der der zweite Pumpenkolben (118) verschiebbar geführt ist.

4. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** durch den zweiten Pumpenkolben (118) in der Sackbohrung (80) ein Raum (153) begrenzt wird, der mit einem Niederdruckbereich verbunden ist. 5
5. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** in gekoppeltem Zustand der beiden Pumpenkolben (18,118) der zweite Pumpenkolben (118) mit einem Ende am Grund (82) der Sackbohrung (80) des ersten Pumpenkolbens (18) anliegt. 10
6. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der zweite Pumpenkolben (118) einen Durchgangskanal (180) aufweist, durch den der Pumpenarbeitsraum (22) mit dem Raum (153) verbindbar ist und in dem wenigstens eine Drosselstelle (181) vorgesehen ist. 15
7. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 5 und 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** am dem Grund (82) der Sackbohrung (80) zugewandten Ende des zweiten Pumpenkolbens (118) eine Dichtfläche (156) angeordnet ist, durch die die Mündung des Durchgangskanals (180) zum Raum (153) verschlossen wird, wenn der zweite Pumpenkolben (118) mit der Dichtfläche (156) am Grund (82) der Sackbohrung (80) anliegt, so daß der Raum (153) vom Durchgangskanal (180) getrennt ist. 20
8. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwischen dem ersten Pumpenkolben (18) und dem zweiten Pumpenkolben (118) eine Feder (158) eingespannt ist, durch die der zweite Pumpenkolben (118) aus der Sackbohrung (80) heraus gedrückt wird. 25
9. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Feder (158) zwischen dem Grund (82) der Sackbohrung (80) und einer am zweiten Pumpenkolben (118) durch eine Querschnittsverringerung an diesem gebildeten Ringschulter (155) eingespannt ist. 30
10. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 2 und 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** am der Begrenzung (17) des Pumpenarbeitsraums (22) zugewandten Ende des zweiten Pumpenkolbens (118) eine Dichtfläche (152) angeordnet ist, durch die die Mündung des Durchgangskanals (180) zum Pumpenarbeitsraum (22) verschlossen wird, wenn der zweite Pumpenkolben (118) mit der Dichtfläche (152) an der Begrenzung (17) des Pumpenarbeitsraums (22) anliegt, so daß der Pumpenarbeitsraum (22) vom Durchgangskanal (180) getrennt ist. 35
11. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Durchgangskanal (180) des zweiten Pumpenkolbens (118) eine durch den ersten Pumpenkolben (18) gesteuerte Verbindung (85,86,160,161) mit dem Pumpenarbeitsraum (22) aufweist, daß bei sich im Bereich des inneren Totpunkts befindendem erstem Pumpenkolben (18) der Durchgangskanal (180) mit dem Pumpenarbeitsraum (22) verbunden ist und daß bei sich außerhalb des Bereichs des inneren Totpunkts befindendem erstem Pumpenkolben (18) der Durchgangskanal (180) vom Pumpenarbeitsraum (22) getrennt ist. 40
12. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** der zweite Pumpenkolben (118) nahe seinem an der Begrenzung (17) des Pumpenarbeitsraums (22) zur Anlage kommenden Ende eine der Begrenzung (17) abgewandte Ringfläche (151) aufweist, die vom im Pumpenarbeitsraum (22) herrschenden Druck beaufschlagt ist und so eine auf den zweiten Pumpenkolben (118) zur Begrenzung (17) hin gerichtete Kraft erzeugt wird. 45
13. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur Anordnung des zweiten Pumpenkolbens (118) in seiner Passivstellung das Steuerventil (68) während des Saughubs der Pumpenkolben (18,118) geschlossen und **dadurch** die Verbindung des Pumpenarbeitsraums (22) mit der Druckquelle (23) unterbrochen wird, so daß sich im Pumpenarbeitsraum (22) ein Druckabfall ergibt, infolge dessen der zweite Pumpenkolben (118) vom ersten Pumpenkolben (18) abgekoppelt wird, und daß nachfolgend das Steuerventil (68) während des Saughubs wieder geöffnet wird, so daß der zweite Pumpenkolben (118) durch den im Pumpenarbeitsraum (22) herrschenden Druck in seiner Passivstellung angeordnet wird. 50
14. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich im Pumpenarbeitsraum (22) während des Saughubs der Pumpenkolben (18,118) mit zunehmender Drehzahl der Brennkraftmaschine eine zunehmende Druckabsenkung ergibt und daß der Druck bei Erreichen oder Überschreiten einer vorgegebenen Grenzdrehzahl im Pumpenarbeitsraum (22) so stark absinkt, daß infolge dessen der zweite Pumpenkolben (118) vom ersten Pumpenkolben (18) abgekoppelt wird und in seiner Passivstellung angeordnet wird. 55

Claims

1. Fuel injection device for an internal combustion engine, with a high-pressure fuel pump (10) and with a fuel injection valve (12), connected to the latter, for each cylinder of the internal combustion engine, the high-pressure fuel pump (10) having at least one pump piston (18) which is driven in lifting movement by the internal combustion engine and which delimits a pump working space (22), to which fuel is supplied from a fuel storage tank (24), the fuel injection valve (12) having a pressure space (40), connected to the pump working space (22), and at least one injection-valve member (28), by means of which at least one injection orifice (32) is controlled and which, acted upon by the pressure prevailing in the pressure space (40), can be moved in an opening direction (29), counter to a closing force, in order to release the at least one injection orifice (32), and with a control valve (68), by means of which a connection (66) of the pump working space (22) to a relief space (24) and to a pressure source (23) for filling the pump working space (22) during the suction stroke of the at least one pump piston (18) is controlled at least indirectly, the high-pressure fuel pump (10) having two pump pistons (18, 118), a first pump piston (18) being provided, in which a second pump piston (118) is guided at least approximately coaxially displaceably, the two pump pistons (18, 118) delimiting the pump working space (22), **characterized in that** the first pump piston (18) is driven in a lifting movement, and **in that**, selectively, the two pump pistons (18, 118) are couplable to one another and move as a unit during the feed stroke or the second pump piston (118) can be fixed in a passive position, so that only the first pump piston (18) executes a feed stroke.
2. Fuel injection device according to Claim 1, **characterized in that** the second pump piston (118), in its passive position, bears with one end against a boundary (17) of the pump working space (22) in the region of an inner dead centre of the lifting movement of the pump pistons (18, 118) in which the pump pistons (18, 118) are at the end of a feed stroke and at the commencement of a suction stroke.
3. Fuel injection device according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the first pump piston (18) has a blind bore (80) which is open towards its end face delimiting the pump working space (22) and in which the second pump piston (118) is guided displaceably.
4. Fuel injection device according to Claim 3, **characterized in that** a space (153), which is connected to a low-pressure region, is delimited in the blind bore (80) by the second pump piston (118).
5. Fuel injection device according to Claim 3 or 4, **characterized in that**, in the coupled state of the two pump pistons (18, 118), the second pump piston (118) bears with one end against the bottom (82) of the blind bore (80) of the first pump piston (18).
6. Fuel injection device according to Claim 4 or 5, **characterized in that** the second pump piston (118) has a passage duct (180), by means of which the pump working space (22) can be connected to the space (153) and in which at least one throttle point (181) is provided.
7. Fuel injection device according to Claims 5 and 6, **characterized in that**, at that end of the second pump piston (118) which faces the bottom (82) of the blind bore (80), a sealing surface (156) is arranged, by means of which the issue of the passage duct (180) to the space (153) is closed when the second pump piston (118) bears with the sealing surface (156) against the bottom (82) of the blind bore (80), so that the space (153) is separated from the passage duct (180).
8. Fuel injection device according to one of Claims 3 to 7, **characterized in that** a spring (158), by means of which the second pump piston (118) is pressed out of the blind bore (80), is tensioned between the first pump piston (18) and the second pump piston (118).
9. Fuel injection device according to Claim 8, **characterized in that** the spring (158) is tensioned between the bottom (82) of the blind bore (80) and an annular shoulder (155) formed on the second pump piston (118) as a result of a reduction in cross section on the latter.
10. Fuel injection device according to Claims 2 and 6, **characterized in that**, at that end of the second pump piston (118) which faces the boundary (17) of the pump working space (22), a sealing surface (152) is arranged, by means of which the issue for the passage duct (180) to the pump working space (22) is closed when the second pump piston (118) bears with the sealing surface (152) against the boundary (17) of the pump working space (22), so that the pump working space (22) is separated from the passage duct (180).
11. Fuel injection device according to one of Claims 6 to 10, **characterized in that** the passage duct (180) of the second pump piston (118) has a connection (85, 86, 160, 161) to the pump working space (22), the said connection being controlled by the first pump piston (18), **in that**, when the first pump pis-

ton (18) is in the region of the inner dead centre, the passage duct (180) is connected to the pump working space (22), and **in that**, when the first pump piston (18) is outside the region of the inner dead centre, the passage duct (180) is separated from the pump working space (22).

12. Fuel injection device according to one of Claims 2 to 11, **characterized in that** the second pump piston (118) has, near its end coming to bear against the boundary (17) of the pump working space (22), an annular surface (151) which faces away from the boundary (17) and which is acted upon by the pressure prevailing in the pump working space (22), a force thus being generated which is directed towards the second pump piston (118) with respect to the boundary (17).
13. Fuel injection device according to one of the preceding claims, **characterized in that**, to arrange the second pump piston (118) in its passive position, the control valve (68) is closed during the suction stroke of the pump piston (18, 118) and the connection of the pump working space (22) to the pressure source (23) is thereby interrupted, thus resulting, in the pump working space (22), in a pressure drop, as a result of which the second pump piston (118) is decoupled from the first pump piston (18), and **in that**, subsequently, the control valve (68) is opened again during the suction stroke, so that the second pump piston (118) is arranged in its passive position by means of the pressure prevailing in the pump working space (22).
14. Fuel injection device according to one of the preceding claims, **characterized in that**, during the suction stroke of the pump pistons (18, 118), an increasing lowering of pressure occurs in the pump working space (22) with an increasing rotational speed of the internal combustion engine, and **in that**, when a predetermined limiting rotational speed is reached or exceeded, the pressure in the pump working space (22) falls to such an extent that the second pump piston (118) is consequently decoupled from the first pump piston (18) and is arranged in its passive position.

Revendications

1. Installation d'injection de carburant pour un moteur à combustion interne comprenant une pompe à carburant à haute pression (10) et un injecteur de carburant (12) relié à cette pompe associée à chaque cylindre du moteur à combustion interne, la pompe à carburant à haute pression (10) comportant au moins un piston (18) entraîné dans sa course par le moteur à combustion interne, ce pis-

ton délimitant une chambre de travail de pompe (22) recevant le carburant d'un réservoir de carburant (24),

l'injecteur (12) comportant une chambre de pression (40) reliée à la chambre de travail (22) de la pompe et ayant au moins une aiguille d'injection (28) qui commande au moins un orifice d'injection (32) et est sollicitée par la pression régnant dans la chambre de pression (40) en agissant contre la force de fermeture, dans le sens de l'ouverture (29) pour libérer au moins un orifice d'injection (32), une soupape de commande (68) qui commande au moins indirectement la liaison (66) entre la chambre de travail de pompe (22) et une chambre de décharge (24) ainsi qu'une source de pression (23) pour remplir la chambre de travail (22) de la pompe lors de la course d'aspiration d'au moins un piston de pompe (18),

la pompe à carburant à haute pression (10) ayant au moins deux pistons (18, 118), un premier piston (18) étant muni d'un second piston de pompe (118) coulissant au moins sensiblement de manière coaxiale,

les deux pistons de pompe (18, 118) délimitant la chambre de travail (22) de la pompe,

caractérisée en ce que

le premier piston de pompe (18) est entraîné dans un mouvement,

les deux pistons de pompe (18, 118) peuvent être couplés au choix l'un à l'autre et se déplacent ensemble lors de la course de refoulement ou le second piston de pompe (118) peut se bloquer dans une position passive pour que seulement le premier piston de pompe (18) exécute une course de refoulement.

2. Installation d'injection de carburant selon la revendication 1,

caractérisée en ce que

dans sa position passive, le second piston de pompe (118) s'applique par une extrémité contre une limite (17) de la chambre de travail (22) de la pompe au niveau d'un point mort haut intérieur de la course du piston de pompe (18, 118), les pistons de pompe (18, 118) se trouvant à la fin d'une course de refoulement et au début d'une course d'aspiration.

3. Installation d'injection de carburant selon la revendication 1 ou 2,

caractérisée en ce que

le premier piston de pompe (18) présente un perçage borgne (80) ouvert vers la face frontale délimitant la chambre de travail de la pompe (22), perçage guidant en coulissement le second piston de pompe (118).

4. Installation d'injection de carburant selon la revendication 3,

caractérisée en ce que

le second piston de pompe (118) délimite dans le perçage borgne (80) une chambre (153) reliée à la zone basse pression.

5. Installation d'injection de carburant selon la revendication 3 ou 4,

caractérisée en ce que

les deux pistons de pompe (18, 118) étant couplés, le second piston de pompe (118) s'applique par une extrémité contre le fond (82) du perçage borgne (80) du premier piston de pompe (18).

6. Installation d'injection de carburant selon les revendications 4 ou 5,

caractérisée en ce que

le second piston de pompe (118) comporte un canal traversant (180) reliant la chambre de travail (22) de la pompe à la chambre (153) et comportant au moins un point d'étranglement (181).

7. Installation d'injection de carburant selon les revendications 5 et 6,

caractérisée en ce que

l'extrémité du second piston de pompe (118) tournée vers le fond (82) du perçage borgne (80) comporte une surface d'étanchéité (156) qui ferme l'embouchure du canal de passage (180) vers la chambre (153) lorsque le second piston de pompe (118) s'applique par la surface d'étanchéité (156) contre le fond (82) du perçage borgne (80) pour séparer ainsi la chambre (153) du canal de passage (180).

8. Installation d'injection de carburant selon l'une des revendications 3 à 7,

caractérisée par

un ressort (158) installé entre le premier piston de pompe (18) et le second piston de pompe (118), ce ressort poussant le second piston de pompe (118) hors du perçage borgne (80).

9. Installation d'injection de carburant selon la revendication 8,

caractérisée en ce que

le ressort (158) est comprimé entre le fond (82) du perçage borgne (80) et un épaulement annulaire (155) formé sur le second piston de pompe (118) par une réduction de section.

10. Installation d'injection de carburant selon les revendications 2 et 6,

caractérisée par

une surface d'étanchéité (152) prévue à l'extrémité du second piston de pompe (118) tournée vers la chambre de travail (22), cette surface d'étanchéité fermant l'embouchure du canal de passage (180) vers la chambre de travail (22) lorsque le second piston de pompe (118) s'applique par la surface

d'étanchéité (152) contre la limite (17) de la chambre de travail (22), pour séparer cette chambre de travail (22) du canal de passage (180).

- 5 11. Installation d'injection de carburant selon l'une des revendications 6 à 10,

caractérisée en ce que

le canal de passage (180) du second piston de pompe (118) comporte une liaison (85, 86, 160, 161) avec la chambre de travail (22) de la pompe, cette liaison étant commandée par le premier piston de pompe (18),

et lorsque le premier piston de pompe (18) se trouve au niveau du point mort intérieur, le canal de passage (180) est relié à la chambre de travail (22) de la pompe et

lorsque le premier piston de pompe (18) se trouve au-delà de la zone du point mort intérieur, le canal de passage (180) est séparé de la chambre de travail (22) de la pompe.

12. Installation d'injection de carburant selon l'une des revendications 2 à 11,

caractérisée en ce que

le second piston de pompe (118) présente à proximité de son extrémité venant en appui contre la limite (17) de la chambre de travail (22) de la pompe, une surface annulaire (151), à l'opposé de la limite (17), qui est soumise à la pression régnant dans la chambre de travail (22) de la pompe et génère ainsi une force exercée sur le second piston de pompe (118) en direction de la limite (17).

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

caractérisée en ce que

pour mettre le second piston de pompe (118) dans sa position passive, la soupape de commande (68) est fermée pendant la course d'aspiration des pistons de pompe (18, 118) et coupe ainsi la communication entre la chambre de travail (22) et la source de pression (23) pour produire une chute de pression dans la chambre de travail de pompe (22) à la suite de laquelle le second piston de pompe (118) est découplé du premier piston de pompe (18) et **en ce qu'**ensuite la soupape de commande (68) est de nouveau ouverte pendant la course d'aspiration pour que le second piston de pompe (118) passe dans sa position passive sous l'effet de la pression régnant dans la chambre de travail (22).

14. Installation d'injection de carburant selon l'une des revendications précédentes,

caractérisée en ce que

pendant la course d'aspiration des pistons de pompe (18, 118), avec l'augmentation de la vitesse de rotation du moteur à combustion interne, il y a une diminution croissante de la pression dans la cham-

bre de travail (22) de la pompe et lorsqu'on atteint ou dépasse une vitesse de rotation limite prédéfinie, la pression chute dans la chambre de travail (22) de la pompe est suffisamment forte pour qu'en conséquence le second piston de pompe (118) soit découplé du premier piston de pompe (18) et passe dans sa position passive.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

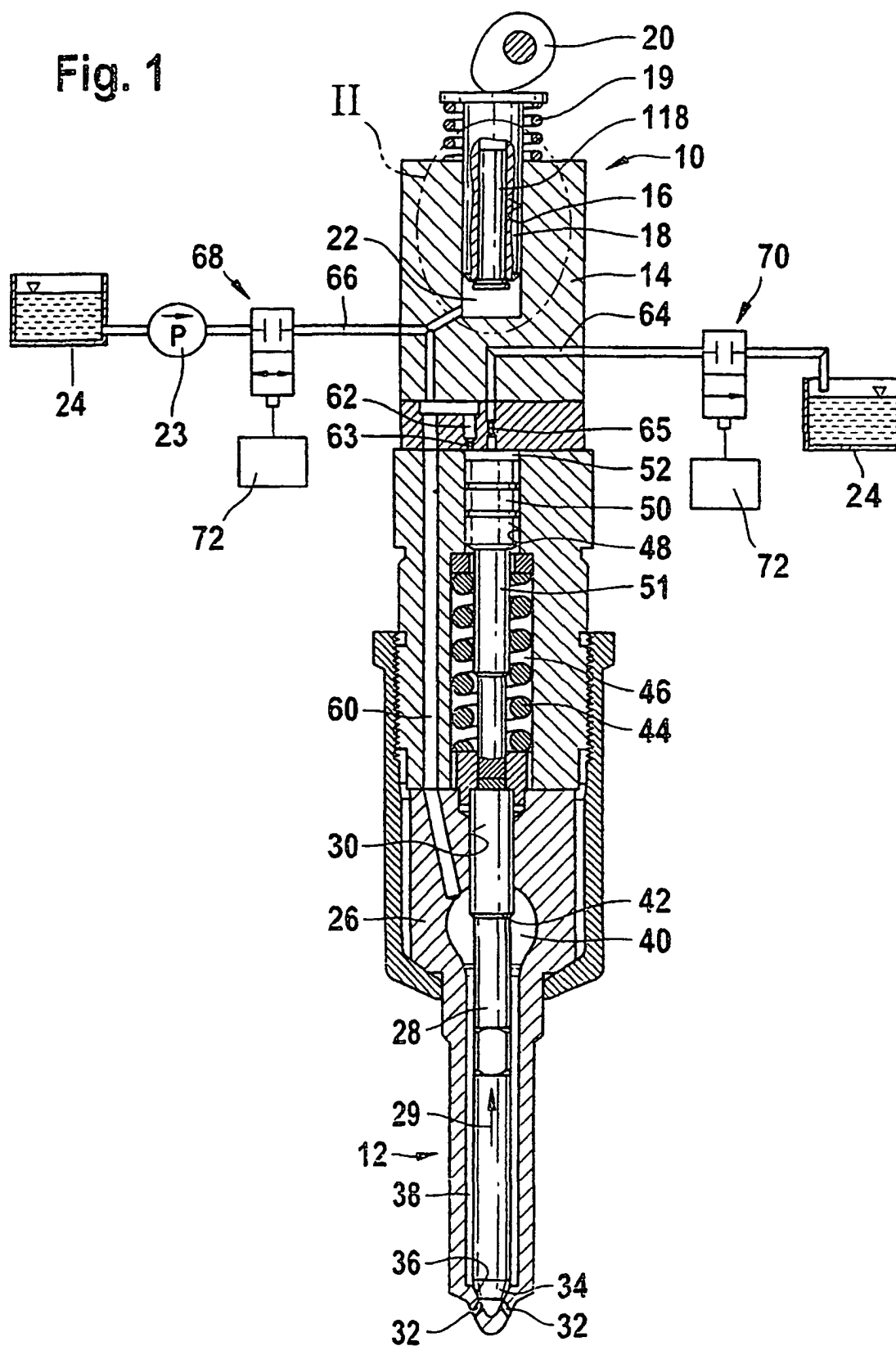


Fig. 2

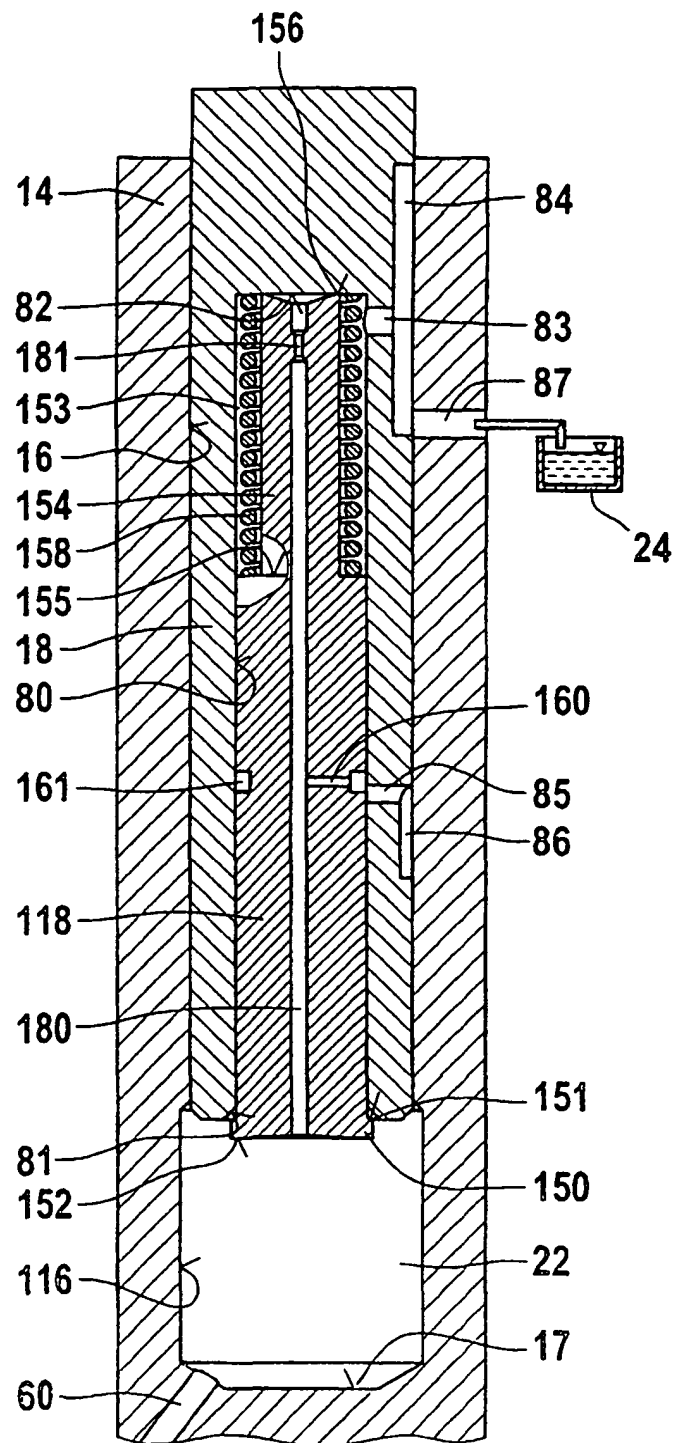


Fig. 3

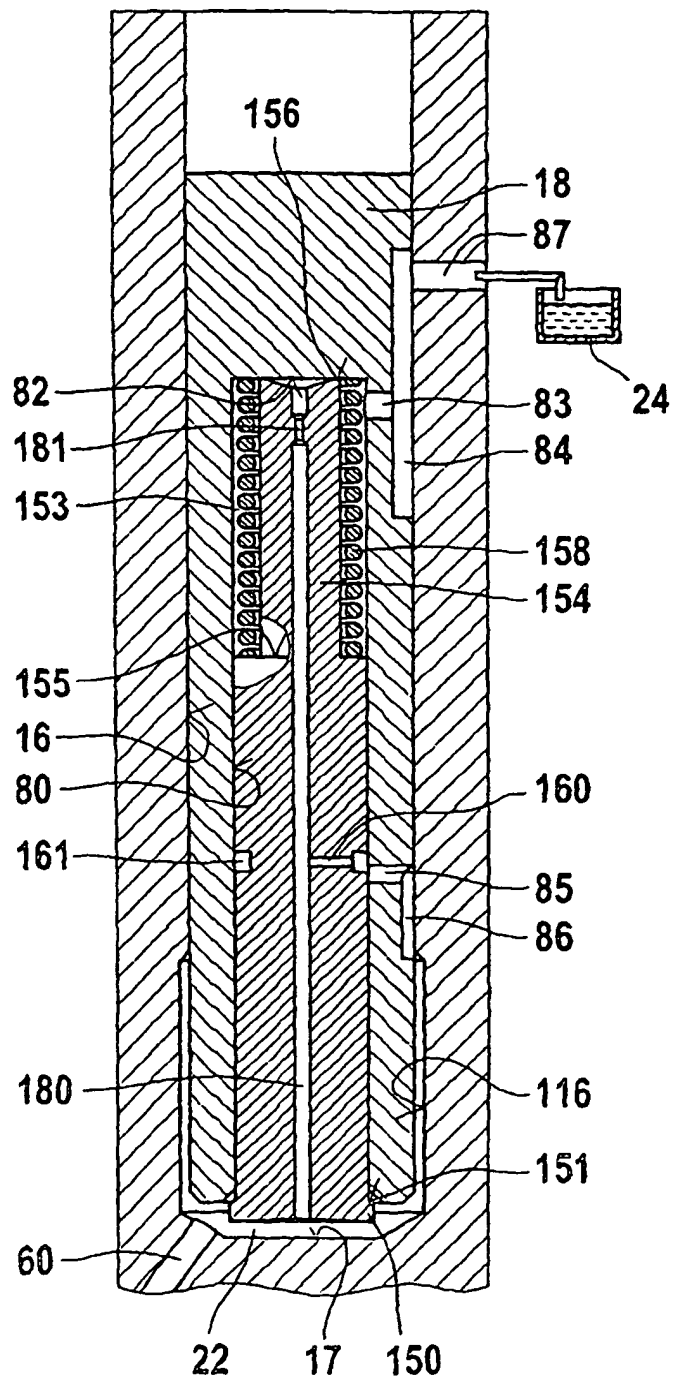


Fig. 4

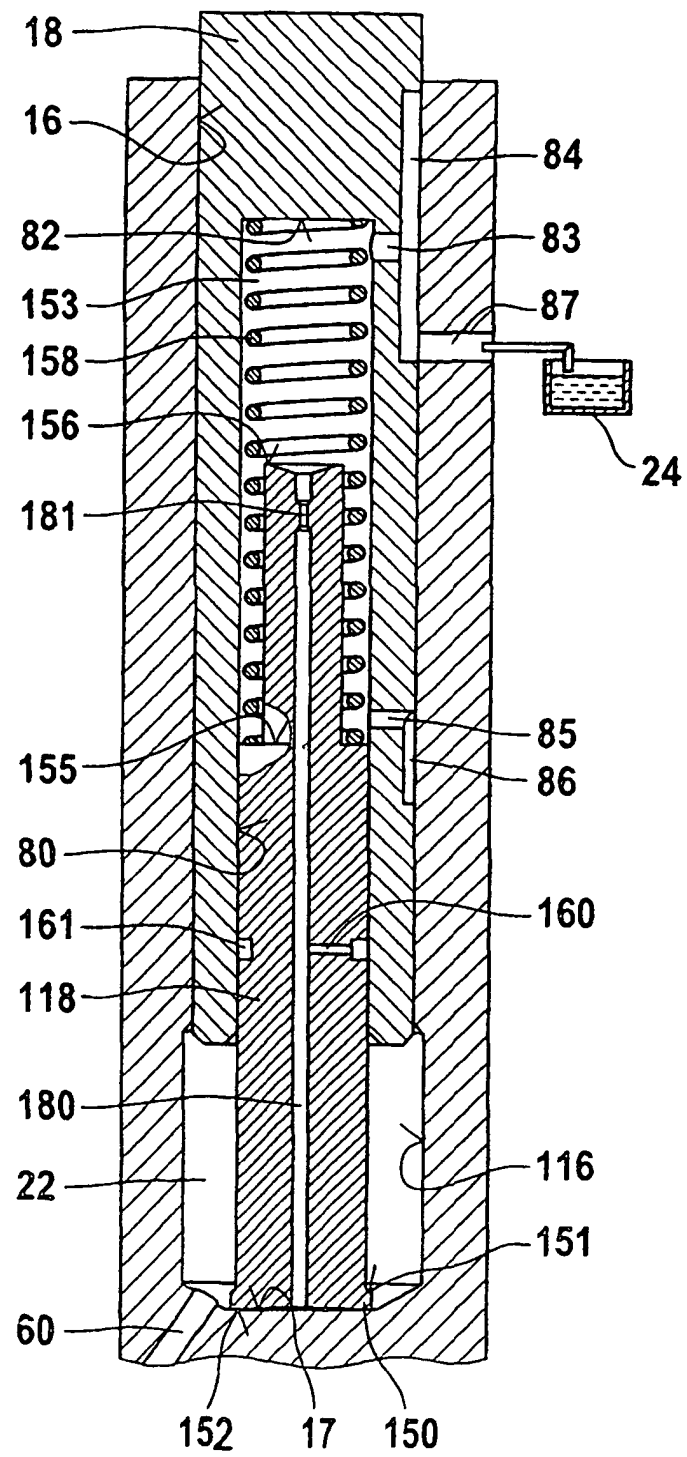


Fig. 5

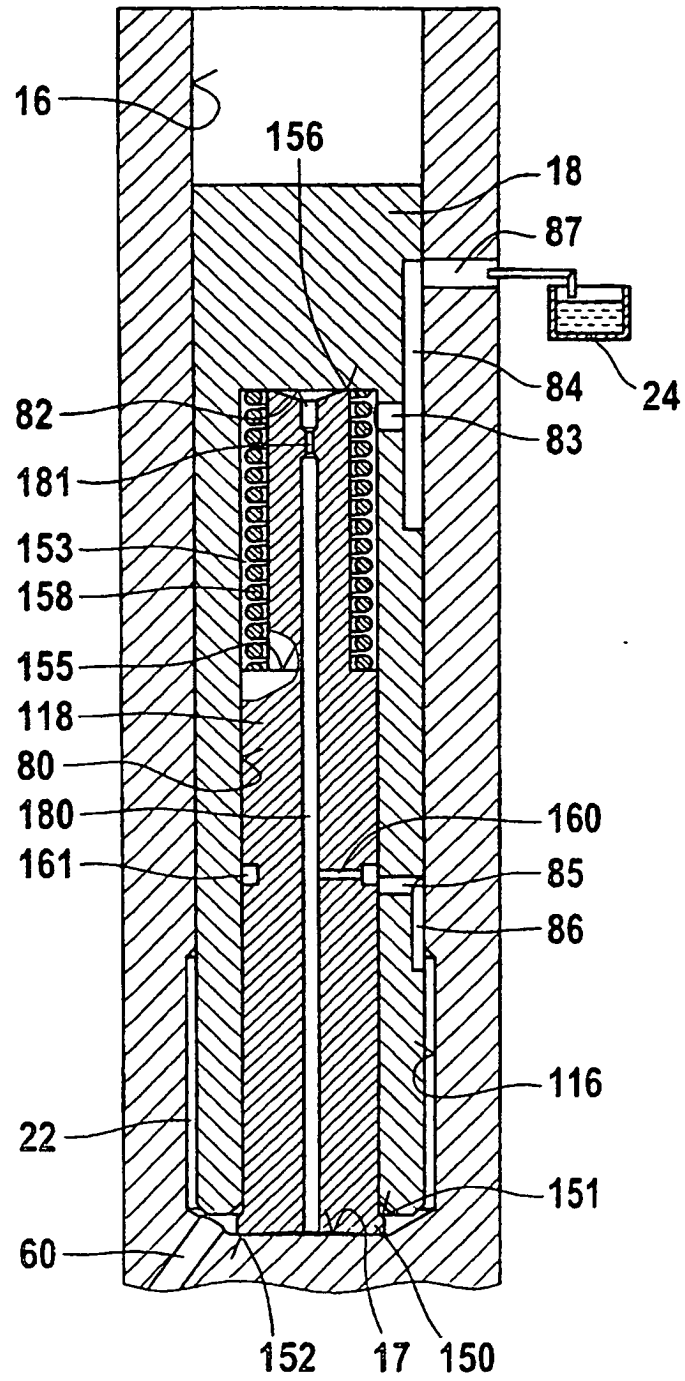


Fig. 6

