

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 574 703 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
15.11.2006 Patentblatt 2006/46

(51) Int Cl.:
F02M 57/02 (2006.01) **F02M 45/08 (2006.01)**
F02M 47/02 (2006.01) **F02M 59/36 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **05100178.2**

(22) Anmeldetag: **13.01.2005**

(54) **Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine**

Fuel injection system for an internal combustion engine

Système d'injection de combustible pour un moteur à combustion interne

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **09.03.2004 DE 102004011283**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.09.2005 Patentblatt 2005/37

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

(72) Erfinder:
• **Boehland, Peter**
71672 Marbach (DE)
• **Rossignol, Francois**
69440 Mornant (FR)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 10 162 384 **DE-A1- 10 233 099**
DE-A1- 10 237 585

EP 1 574 703 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 DE 101 62 384 A1 bekannt. Diese Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine eine Kraftstoffhochdruckpumpe und ein mit dieser verbundenes Kraftstoffeinspritzventil auf. Die Kraftstoffhochdruckpumpe weist einen durch die Brennkraftmaschine in einer Hubbewegung angetriebenen Pumpenkolben auf, der einen Pumpenarbeitsraum begrenzt, der mit einem Druckraum des Kraftstoffeinspritzventils verbunden ist. Es ist ein elektrisch betätigtes Steuerventil vorgesehen, durch das eine Verbindung des Pumpenarbeitsraums mit einem Entlastungsbereich gesteuert wird. Das Kraftstoffeinspritzventil weist zwei Einspritzventilglieder auf, durch die jeweils wenigstens eine Einspritzöffnung gesteuert wird. Dabei ist innerhalb eines hohl ausgebildeten ersten Einspritzventilglieds ein zweites Einspritzventilglied verschiebbar angeordnet. Die beiden Einspritzventilglieder sind jeweils von dem im Druckraum herrschenden Druck in Öffnungsrichtung beaufschlagt gegen jeweils eine Schließkraft in einer Öffnungsrichtung bewegbar. Am Kraftstoffeinspritzventil kann wahlweise nur das erste Einspritzventilglied geöffnet werden und damit nur die wenigstens eine erste Einspritzöffnung freigegeben werden, oder es können beide Einspritzventilglieder geöffnet werden und sämtliche Einspritzöffnungen freigegeben werden. Dies ermöglicht in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine eine Anpassung des Einspritzquerschnitts, um eine optimale Einspritzung des Kraftstoffs und somit geringstmöglichen Kraftstoffverbrauch und geringstmögliche Schadstoffemissionen sicherzustellen. Bei bestimmten Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine ist es erforderlich, dass nur das erste Einspritzventilglied öffnet, während das zweite Einspritzventilglied in seiner Schließstellung verbleiben muss. Bei der bekannten Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist vorgesehen, dass das zweite Einspritzventilglied von dem in einem Steuerraum herrschenden Druck in einer Schließrichtung beaufschlagt ist, wobei durch ein zusätzliches Steuerventil eine Verbindung des Steuerraums mit dem Pumpenarbeitsraum gesteuert wird und damit der im Steuerraum herrschende Druck eingestellt werden kann. Dies erfordert jedoch einen großen Aufwand.

Vorteile der Erfindung

[0003] Die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 hat demgegenüber den Vorteil, dass diese einfach aufgebaut ist, da kein zusätzliches Steuerventil erforderlich ist. Wenn das zweite Einspritzventilglied geschlossen gehalten

werden soll, so wird der erforderliche Druck bei geringem Hub des Pumpenkolbens durch Schließen des Steuerventils erzeugt, wobei dieser erhöhte Druck über die erste Verbindung in den Steuerraum eingespeist wird und durch das erste Rückschlagventil im Steuerraum gespeichert wird. Über die zweite Verbindung ist der Steuerraum gezielt entlastbar, wobei durch das zweite Rückschlagventil eine Leckage von Kraftstoff aus dem Pumpenarbeitsraum in den Steuerraum verhindert wird, so dass kein unerwünschter Druckanstieg im Steuerraum auftritt, durch den das Öffnungsverhalten des zweiten Einspritzventilglieds unkontrollierbar beeinflusst würde. Da der Steuerraum bei großem Hub des Pumpenkolbens vom Pumpenarbeitsraum getrennt ist, erfolgt im Steuerraum kein weiterer Druckaufbau und der Druckaufbau im Pumpenarbeitsraum kann für die Erfordernisse der Kraftstoffeinspritzung frei gewählt werden. Wenn das zweite Einspritzventilglied nicht geschlossen gehalten werden soll sondern öffnen soll, so wird das Steuerventil bei geringem Hub des Pumpenkolbens nicht geschlossen, so dass kein Druckaufbau im Pumpenarbeitsraum und im Steuerbereich erfolgt.

[0004] In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzeinrichtung angegeben. Durch die Ausbildung gemäß Anspruch 2 ist sichergestellt, dass beim Förderhub des Pumpenkolbens die zweite Verbindung zuerst verschlossen wird und über die noch geöffnete erste Verbindung Kraftstoff unter Druck im Steuerraum gespeichert werden kann. Durch die Ausbildung gemäß Anspruch 3 wird erreicht, dass der Pumpenkolben zu der Seite der Zylinderbohrung gepresst wird, auf der die erste Verbindung mündet, so dass die Leckage von Kraftstoff über die erste Verbindung aus dem Pumpenarbeitsraum gering gehalten werden kann. Durch die Ausbildung gemäß Anspruch 4 ist sichergestellt, dass infolge einer Leckage zwischen dem Pumpenkolben und der Zylinderbohrung aus dem Pumpenarbeitsraum über die erste Verbindung abfließender Kraftstoff nicht zu einer Beeinflussung des Drucks im Steuerraum und damit dem Öffnungsverhalten des zweiten Einspritzventilglieds führt.

Zeichnung

[0005] 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 in vergrößerter Darstellung einen in Figur 1 mit II bezeichneten Ausschnitt der Kraftstoffeinspritzeinrichtung, Figur 3 einen Ausschnitt der Kraftstoffeinspritzeinrichtung in vergrößerter Darstellung in einem Schnitt entlang Linie III-III in Figur 1 und Figur 4 einen Ausschnitt von Figur 3 mit einer modifizierten Ausführung eines Rückschlagventils.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0006] In den Figuren 1 bis 4 ist eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs dargestellt. Die Brennkraftmaschine ist vorzugsweise eine selbstzündende Brennkraftmaschine. Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist als sogenanntes Pumpe-Düse-System oder als Pumpe-Leitung-Düse-System ausgebildet und weist für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine jeweils eine Kraftstoffhochdruckpumpe 10 und ein mit dieser verbundenes Kraftstoffeinspritzventil 12 auf. Bei einer Ausbildung als Pumpe-Leitung-Düse-System ist die Kraftstoffhochdruckpumpe 10 entfernt vom Kraftstoffeinspritzventil 12 angeordnet und mit diesem über eine Leitung verbunden. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Kraftstoffeinspritzeinrichtung als Pumpe-Düse-System ausgebildet, wobei die Kraftstoffhochdruckpumpe 10 und das Kraftstoffeinspritzventil 12 direkt miteinander verbunden sind und eine Baueinheit bilden. Die Kraftstoffhochdruckpumpe 10 weist einen in einer Zylinderbohrung 16 in einem Pumpenkörper 14 dicht geführten Pumpenkolben 18 auf, der durch einen Nocken 20 einer Nockenwelle der Brennkraftmaschine entgegen der Kraft einer Rückstellfeder 19 in einer Hubbewegung angetrieben wird. Der Pumpenkolben 18 begrenzt im Zylinder 16 einen Pumpenarbeitsraum 22, in dem beim Förderhub des Pumpenkolbens 18 Kraftstoff unter Hochdruck verdichtet wird. Dem Pumpenarbeitsraum 22 wird beim Saughub des Pumpenkolbens 18 durch eine Förderpumpe 21 Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter 24 des Kraftfahrzeugs zugeführt.

[0007] Das Kraftstoffeinspritzventil 12 weist einen Ventilkörper 26 auf, der mehrteilig ausgebildet sein kann, in dem ein erstes Einspritzventilglied 28 in einer Bohrung 30 längsverschiebbar geführt ist. Wie in Figur 2 dargestellt weist der Ventilkörper 26 an seinem dem Brennraum des Zylinders der Brennkraftmaschine zugewandten Endbereich wenigstens eine erste, vorzugsweise mehrere erste Einspritzöffnungen 32 auf, die über den Umfang des Ventilkörpers 26 verteilt angeordnet sind. Das erste 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 ersten 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 erste Einspritzventilglied 28 umgebenden Druckraum 40 übergeht. Das erste Einspritzventilglied 28 weist auf Höhe des Druckraums 40 durch eine Querschnittsverringeringung eine Druckschulter 42 auf. Am dem Brennraum abgewandten Ende des ersten Einspritzventilglieds 28 greift eine erste vorgespannte Schließfeder 44 an, durch die das erste Einspritzventilglied 28 zum Ventilsitz 36 hin gedrückt

wird. Die erste Schließfeder 44 ist in einem ersten Federraum 46 des Ventilkörpers 26 angeordnet, der sich an die Bohrung 30 anschließt.

[0008] Das erste Einspritzventilglied 28 des Kraftstoffeinspritzventils 12 ist hohl ausgebildet und in diesem ist in einer coaxial im Einspritzventilglied 28 ausgebildeten Bohrung ein zweites Einspritzventilglied 128 verschiebbar geführt. Durch das zweite Einspritzventilglied 128 wird wenigstens eine zweite Einspritzöffnung 132 im Ventilkörper 26 gesteuert. Die wenigstens eine zweite Einspritzöffnung 132 ist in Richtung der Längsachse der Einspritzventilglieder 28, 128 zu der wenigstens einen ersten Einspritzöffnung 32 zum Brennraum hin versetzt angeordnet. Das zweite Einspritzventilglied 128 weist an seinem dem Brennraum zugewandten Endbereich eine beispielsweise etwa kegelförmige Dichtfläche 134 auf, die mit einem im Ventilkörper 26 in dessen dem Brennraum zugewandtem Endbereich ausgebildeten Ventilsitz 136 zusammenwirkt, von dem oder nach dem die zweiten Einspritzöffnungen 132 abführen. Das zweite Einspritzventilglied 128 kann zweiteilig ausgebildet sein und einen die Dichtfläche 134 aufweisenden, dem Brennraum zugewandten Teil und einen vom Brennraum weg an den ersten Teil anschließenden zweiten Teil aufweisen. Nahe dem brennraumseitigen Ende des zweiten Einspritzventilglieds 128 ist an diesem eine Druckfläche 142 gebildet, auf die bei geöffnetem erstem Einspritzventilglied 28 der im Druckraum 40 herrschende Druck wirkt.

[0009] An den ersten Federraum 46 vom Brennraum weg anschließend ist wie Figur 1 dargestellt im Ventilkörper 26 ein zweiter Federraum 54 ausgebildet, in dem eine zweite, auf das zweite Einspritzventilglied 128 wirkende Schließfeder 144 angeordnet ist. Das erste Einspritzventilglied 28 stützt sich über einen in den ersten Federraum 46 hineinragenden Federteller 45 an der ersten Schließfeder 44 ab. Das zweite Einspritzventilglied 128 oder eine sich an diesem abstützende Druckstange 47 tritt durch den ersten Federraum 46 hindurch und ragt in den zweiten Federraum 54 hinein und stützt sich über einen Federteller 145 an der zweiten Schließfeder 144 ab. Die zweite Schließfeder 144 stützt sich mit ihrem dem zweiten Ventilglied 128 abgewandten Ende zumindest mittelbar am Boden des zweiten Federraums 54 ab.

[0010] Vom Pumpenarbeitsraum 22 führt durch den Pumpenkörper 14 und den mehrteiligen Ventilkörper 26 ein Kanal 48 in den Druckraum 40 des Kraftstoffeinspritzventils 12. Durch ein elektrisch betätigtes Steuerventil 23 wird eine Verbindung des Pumpenarbeitsraums 22 mit einem Entlastungsraum gesteuert, als der beispielsweise zumindest mittelbar der Kraftstoffvorratsbehälter 24 oder der Zulauf von der Förderpumpe 21 her dienen kann, in dem durch die Förderpumpe 21 ein gegenüber dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 etwas erhöhter Druck erzeugt wird. Das Steuerventil 23 wird durch eine elektronische Steuereinrichtung 25 angesteuert, wobei durch das Steuerventil 23 der Druckaufbau im Pumpenarbeitsraum 22 und damit der Zeitpunkt der Kraftstoffeinspritzung und die eingespritzte Kraftstoffmenge gesteuert

wird. Das Steuerventil 23 kann einen elektromagnetischen Aktor oder einen Piezoaktor aufweisen. Das Steuerventil 23 ist beispielsweise als 2/2-Wegeventil ausgebildet und zwischen einer geöffneten und einer geschlossenen Schaltstellung umschaltbar.

[0011] In Figur 3 ist ein Ausschnitt III der Kraftstoffeinspritzeinrichtung vergrößert dargestellt. Das zweite Einspritzventilglied 128 oder die sich an diesem abstützende Druckstange 47 ragt in den zweiten Federraum 54 hinein. Der zweite Federraum 54 ist über eine erste Verbindung darstellende Leitung 56 mit dem Pumpenarbeitsraum 22 verbindbar. Der zweite Federraum 54 bildet dabei einen Steuerraum, wobei die Druckstange 47 und der Federteller 145 einen Steuerkolben bilden, durch den durch den im Federraum 54 herrschenden Druck eine Kraft in Schließrichtung auf das zweite Einspritzventilglied 128 erzeugt wird. Die Leitung 56 verläuft ausgehend vom Steuerraum 54 zunächst in einer zwischen dem Ventilkörper 26 und dem Pumpenkörper 14 angeordneten Zwischenscheibe 27 und dann durch den Pumpenkörper 14, wo der Endbereich der Leitung 56 am Umfang der Zylinderbohrung 16 etwa radial mündet. Die Leitung 56 ist durch Bohrungen in der Zwischenscheibe 27 und dem Pumpenkörper 14 gebildet. In der Zwischenscheibe 27 ist auf deren dem Steuerraum 54 zugewandter Seite eine zum Federraum 54 hin offene Vertiefung 58 ausgebildet, in die die Leitung 56 mündet. Die Vertiefung 58 weist dabei einen etwas kleineren Querschnitt auf als der Steuerraum 54, so dass die Zwischenscheibe 27 eine deren Vertiefung 58 umgebende, den Steuerraum 54 begrenzende Ringschulter 60 aufweist.

[0012] Im Steuerraum 54 ist ein Federteller 62 angeordnet, an dem sich die zweite Schließfeder 144 zur Zwischenscheibe 27 hin abstützt. Der Federteller 62 ist im Steuerraum 54 verschiebbar angeordnet und zwischen dessen Umfang und der den Steuerraum 54 bildenden Bohrung ist ein Durchflussquerschnitt vorhanden, wobei der Federteller 62 zur Bildung des Durchflussquerschnitts mit radialem Spiel im Steuerraum 54 angeordnet sein kann oder der Federteller 62 in seinem Umfang eine oder vorzugsweise mehrere Ausnehmungen aufweisen kann. Der Federteller 62 bildet zusammen mit der Zwischenscheibe 27 ein Rückschlagventil 64, wobei der Federteller 62 das Ventilglied darstellt und die Ringschulter 60 der Zwischenscheibe 27 den Ventilsitz darstellt. Die zweite Schließfeder 144 bildet auch die Schließfeder des Rückschlagventils 64. Wenn der Federteller 62 an der Ringschulter 60 anliegt, so ist das Rückschlagventil 64 geschlossen, so dass der Steuerraum 54 von der Leitung 56 getrennt ist. Wenn der Federteller 62 von der Ringschulter 60 abgehoben ist, so ist das Rückschlagventil 64 geöffnet, so dass der Steuerraum 54 über den zwischen dem Federteller 62 und dem Steuerraum 54 freigegebenen Durchflussquerschnitt mit der Leitung 56 verbunden ist. Das Rückschlagventil 64 öffnet zum Steuerraum 54 hin, so dass dieses bei entsprechender Druckdifferenz eine Strömung von Kraftstoff aus der Leitung 56 in den Steuerraum 54 ermöglicht, jedoch eine Abströmung

von Kraftstoff aus dem Steuerraum 54 in die Leitung 56 verhindert.

[0013] Der Steuerraum 54 ist außerdem über eine zweite Verbindung darstellende Leitung 66 mit dem Pumpenarbeitsraum 22 verbindbar. Die Leitung 56 verläuft ausgehend vom Umfang des Steuerraums 54 zunächst im Ventilkörper 26, dann in der zwischen dem Ventilkörper 26 und dem Pumpenkörper 14 angeordneten Zwischenscheibe 27 und dann durch den Pumpenkörper 14, wo der Endbereich der Leitung 66 am Umfang der Zylinderbohrung 16 etwa radial mündet. Die Leitung 66 ist durch Bohrungen im Ventilkörper 26, in der Zwischenscheibe 27 und im Pumpenkörper 14 gebildet. In der Leitung 66 ist ein zweites Rückschlagventil 68 angeordnet, das zum Pumpenarbeitsraum 22 hin öffnet. Das zweite Rückschlagventil 68 ist beispielsweise in der Zwischenscheibe 27 angeordnet und weist ein Ventilglied 70 auf, das mit einem Ventilsitz 72 zusammenwirkt. Der Ventilsitz 72 kann dabei am Ventilkörper 26 ausgebildet sein, beispielsweise in Form einer die die Leitung 66 im Ventilkörper 26 bildende Bohrung umgebende flache Ringschulter. Das Ventilglied 70 kann wie in Figur 3 dargestellt tellerförmig ausgebildet sein und wird durch eine Schließfeder 74 zum Ventilsitz 72 hin gedrückt. Die Schließfeder 74 ist dabei zwischen dem Ventilglied 70 und dem Pumpenkörper 14 eingespannt. Alternativ kann das Ventilglied 70 auch wie in Figur 4 dargestellt kugelförmig ausgebildet sein, wobei auch beliebige andere Formen des Ventilglieds 70 möglich sind. Durch das zweite Rückschlagventil 68 wird eine Strömung von Kraftstoff aus dem Steuerraum 54 in den Pumpenarbeitsraum 22 bei entsprechender Druckdifferenz ermöglicht, jedoch eine Strömung von Kraftstoff aus dem Pumpenarbeitsraum 22 in den Steuerraum 54 verhindert.

[0014] Der Pumpenkolben 18 befindet sich zu Beginn seines Förderhubs in seinem äußeren Totpunkt, in dem dieser die geringste Eintauchtiefe in die Zylinderbohrung 16 aufweist. Bei seinem durch den Nocken 20 bewirkten Förderhub bewegt sich der Pumpenkolben 18 in die Zylinderbohrung 16 hinein, bis zu seinem inneren Totpunkt. Wenn der Pumpenkolben 18 in seinem äußeren Totpunkt angeordnet ist oder ausgehend von seinem äußeren Totpunkt nur einen geringen Hub ausgeführt hat, so sind die Mündungen der Leitungen 56 und 66 in der Zylinderbohrung 16 freigegeben, so dass der Steuerraum 54 mit dem Pumpenarbeitsraum 22 verbunden ist. Wenn der Pumpenkolben 18 ausgehend von seinem äußeren Totpunkt einen großen Hub ausgeführt hat, so überdeckt dieser zunächst die Mündung der Leitung 66 in der Zylinderbohrung 16, so dass der Steuerraum 54 dann nur noch über die erste Leitung 56 mit dem Pumpenarbeitsraum 22 verbunden ist und Kraftstoff aus dem Pumpenarbeitsraum 22 in den Steuerraum 54 strömen kann, jedoch kein Kraftstoff aus dem Steuerraum 54 über die zweite Leitung 66 in den Pumpenarbeitsraum 22 abströmen kann. Bei weiterem Förderhub des Pumpenkolbens 18 wird durch diesen auch die Mündung der ersten Leitung 56 in die Zylinderbohrung 16 verschlossen, so dass der

Steuerraum 54 vollständig vom Pumpenarbeitsraum 22 getrennt ist. Die Mündungen der beiden Leitungen 56,66 in die Zylinderbohrung 16 können in Richtung der Längsachse 17 der Zylinderbohrung 16 zueinander versetzt angeordnet sein, um zu erreichen, dass durch den Pumpenkolben 18 bei dessen Förderhub zuerst die Mündung der zweiten Leitung 66 und erst bei größerem Hub auch die Mündung der ersten Leitung 56 verschlossen wird. Alternativ können die Leitungen 56,66 zumindest im Bereich ihrer Mündungen in die Zylinderbohrung 16 unterschiedliche Durchmesser aufweisen, wobei die zweite Leitung 66 einen kleinen Durchmesser aufweist und somit durch den Pumpenkolben 18 bei dessen Förderhub zuerst verschlossen wird, während die erste Leitung 56 einen großen Durchmesser aufweist und erst bei größerem Hub des Pumpenkolbens 18 verschlossen wird. Die Mündungen der beiden Leitungen 56,66 können dabei koaxial angeordnet sein und somit auf einfache Weise in derselben Fertigungseinrichtung mit Bohrwerkzeugen mit unterschiedlichen Durchmessern hergestellt werden.

[0015] Die Mündungen der beiden Leitungen 56 und 66 in die Zylinderbohrung 16 sind vorzugsweise in einander gegenüberliegenden Umfangsbereichen der Zylinderbohrung 16 angeordnet, wie dies in Figur 3 dargestellt ist. Von der ersten Leitung 56 führt zwischen dem ersten Rückschlagventil 64 und dem Pumpenarbeitsraum 22 eine Entlastungsleitung 76 in einen Niederdruckbereich ab. In der Entlastungsleitung 76 ist vorzugsweise eine Drosselstelle 77 angeordnet, um den Durchfluss zu begrenzen. Die Entlastungsleitung 76 kann beispielsweise wie in Figur 3 dargestellt in der Zwischenscheibe 27 von der Leitung 56 abführen.

[0016] Bei Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine, bei denen das zweite Einspritzventilglied 128 nicht öffnen soll, sondern nur das erste Einspritzventilglied 28 öffnen soll, wird das Steuerventil 23 durch die Steuereinrichtung 25 während des von seinem äußeren Totpunkt ausgehenden Hubs des Pumpenkolbens 18 zu einem bestimmten Zeitpunkt geschlossen, so dass im Pumpenarbeitsraum 22 ein Druckaufbau erfolgt. Durch den Zeitpunkt des Schließens des Steuerventils 23 kann der Druckaufbau im Pumpenarbeitsraum beeinflusst werden. Je früher das Steuerventil 23 geschlossen wird, desto höher ist der im Pumpenarbeitsraum 22 erzeugte Druck. Solange die Mündung der ersten Leitung 56 in die Zylinderbohrung 16 durch den Pumpenkolben 18 bei dessen geringem Hub freigegeben ist wird in die Leitung 56 und den Steuerraum 54 Druck eingespeist. Mit zunehmendem Förderhub wird durch den Pumpenkolben 18 zunächst die Mündung der zweiten Leitung 66 in die Zylinderbohrung 16 verschlossen, so dass aus dem Steuerraum 54 kein Kraftstoff mehr in den Pumpenarbeitsraum 22 zurückströmen kann. Bei weiterem Förderhub des Pumpenkolbens 18 wird durch diesen auch die Mündung der ersten Leitung 56 in die Zylinderbohrung 16 verschlossen, wobei im Steuerraum 54 durch das erste Rückschlagventil 64 Kraftstoff unter Druck gespeichert bleibt. Beim weiteren Förderhub des Pumpenkol-

bens 18 kann das Steuerventil 23 durch die Steuereinrichtung 25 wieder geöffnet werden, so dass der Druck im Pumpenarbeitsraum 22 wieder sinkt oder nicht weiter ansteigt.

[0017] Durch den im Steuerraum 54 gespeicherten Druck wird das zweite Einspritzventilglied 128 über die Druckstange 47 und den Federteller 145 zusätzlich zur Kraft der zweiten Schließfeder 144 in Schließrichtung beaufschlagt, so dass dieses nicht öffnet. Die nur durch Öffnen des ersten Einspritzventilglieds 28 erfolgende Kraftstoffeinspritzung wird nachfolgend durch das Steuerventil 23 gesteuert, das zu einem bestimmten Zeitpunkt geschlossen wird. Wenn der Druck im Pumpenarbeitsraum 22 und damit im Druckraum 40 des Kraftstoffeinspritzventils 12 so hoch ist, daß die durch diesen über die Druckschulter 42 auf das erste Einspritzventilglied 28 erzeugte Druckkraft größer ist als die Kraft der ersten Schließfeder 44, so öffnet das Kraftstoffeinspritzventil 12 indem das erste Einspritzventilglied 28 mit seiner Dichtfläche 34 vom Ventilsitz 36 abhebt und die wenigstens eine erste Einspritzöffnung 32 freigibt. Am Kraftstoffeinspritzventil 12 wird somit mit den ersten Einspritzöffnungen 32 nur ein Teil des gesamten Einspritzquerschnitts geöffnet. Die Kraftstoffeinspritzung wird beendet, indem das Steuerventil 23 geöffnet wird, so dass der Pumpenarbeitsraum 22 und damit der Druckraum 40 entlastet ist. Das zweite Einspritzventilglied 128 ist somit abhängig von dem im Steuerraum 54 herrschenden Druck in seiner Schließstellung fixierbar. Wenn beim Förderhub des Pumpenkolbens 18 eine Leckage infolge von Spiel zwischen dem Pumpenkolben 18 und der Zylinderbohrung 16 aus dem Pumpenarbeitsraum 22 in die erste Leitung 56 erfolgt, so wird diese Leckage über die Entlastungsleitung 76 in den Niederdruckbereich abgeleitet und führt nicht zu einer Druckerhöhung im Federraum 54. Eine Leckage in die zweite Leitung 66 kann wegen des zum Federraum 54 hin schließenden zweiten Rückschlagventils 68 ebenfalls nicht zu einer Druckerhöhung im Federraum 54 führen. Somit wird der im Federraum 54 herrschende Druck durch eine Leckage aus dem Pumpenarbeitsraum 22 nicht beeinflusst. In der zweiten Leitung 66 baut sich bei Leckage infolge des geschlossenen Rückschlagventils 68 ein erhöhter Druck auf, durch den der Pumpenkolben 18 zum gegenüberliegenden Umfangsbereich der Zylinderbohrung 16 gedrückt wird, in dem die Mündung der ersten Leitung 56 angeordnet ist, wodurch die Leckage aus dem Pumpenarbeitsraum 22 in die erste Leitung 56 verringert wird.

[0018] Bei Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine, bei denen auch das zweite Einspritzventilglied 128 öffnen soll, wird das Steuerventil 23 durch die Steuereinrichtung 25 zu Beginn des Hubs des Pumpenkolbens 18 ausgehend von seinem äußeren Totpunkt nicht geschlossen, so dass im Pumpenarbeitsraum 22 kein Druckaufbau erfolgt, bis die Mündung der Leitung 56 durch den Pumpenkolben 18 verschlossen ist. Im Steuerraum 54 ist dabei kein erhöhter Druck vorhanden, so dass das zweite Einspritzventilglied 128 zumindest im

wesentlichen nur durch die zweite Schließfeder 144 in Schließrichtung beaufschlagt ist. Wie vorstehend erläutert tritt auch bei Leckage aus dem Pumpenarbeitsraum 22 keine Erhöhung des Drucks im Federraum 54 auf, so dass das Öffnungsverhalten des zweiten Einspritzventilglieds 128 nicht unkontrollierbar beeinflusst wird. Der Druckaufbau und damit der Zeitpunkt der Kraftstoffeinspritzung wird durch das Schließen des Steuerventils 23 durch die Steuereinrichtung 25 bestimmt. Wenn der Druck im Pumpenarbeitsraum 22 und damit im Druckraum 40 so hoch ist, dass die in Öffnungsrichtung über die Druckschulter 42 auf das erste Einspritzventilglied 28 wirkende Kraft größer ist als die in Schließrichtung durch die erste Schließfeder 44 erzeugte Kraft, so öffnet das erste Einspritzventilglied 28 und Kraftstoff wird durch die wenigstens eine erste Einspritzöffnung 32 eingespritzt. Nach dem ersten Einspritzventilglied 28 öffnet auch das zweite Einspritzventilglied 128, wenn der im Druckraum 40 herrschende Druck so hoch ist, daß dieser über die Druckfläche 142 auf das zweite Einspritzventilglied 128 eine höhere Kraft in Öffnungsrichtung erzeugt als die auf das zweite Einspritzventilglied 128 durch die Schließfeder 144 erzeugte Schließkraft, und gibt die zweiten Einspritzöffnungen 132 frei. Somit ist am Kraftstoffeinspritzventil 12 der gesamte Einspritzquerschnitt freigegeben und es kann eine größere Kraftstoffmenge eingespritzt werden.

[0019] Ein Kraftstoffeinspritzzyklus wird beendet, indem das Steuerventil 23 durch die Steuereinrichtung 25 geöffnet wird, so dass der Pumpenarbeitsraum 22 entlastet ist. Bei seinem Saughub bewegt sich der Pumpenkolben 18 aus der Zylinderbohrung 16 heraus, wobei die Mündungen der beiden Leitungen 56,66 in die Zylinderbohrung 16 durch den Pumpenkolben 18 geöffnet werden. Der Steuerraum 54 wird dabei über die zweite Leitung 66 und das zweite Rückschlagventil 68 mit dem Pumpenarbeitsraum 22 verbunden und somit entlastet, so dass im Steuerraum 54 kein erhöhter Druck mehr herrscht. Für den nachfolgenden Kraftstoffeinspritzzyklus kann somit durch Ansteuerung des Steuerventils 23 beim Förderhub des Pumpenkolbens 18 wieder in den Steuerraum 54 erhöhter Druck eingespeist werden, wenn das zweite Einspritzventilglied 128 nicht öffnen soll, beziehungsweise durch Nichtansteuerung des Steuerventils 23 und damit keine Druckeinspeisung in den Steuerraum 54 ein Öffnen des zweiten Einspritzventilglieds 128 ermöglicht werden.

[0020] Es kann vorgesehen sein, daß die durch die ersten Einspritzöffnungen 32 und die zweiten Einspritzöffnungen 132 gebildeten Einspritzquerschnitte zumindest annähernd gleich groß sind, so daß bei der Öffnung nur des ersten Einspritzventilglieds 28 der halbe gesamte Einspritzquerschnitt freigegeben wird. Alternativ kann auch vorgesehen sein, daß die ersten Einspritzöffnungen 32 einen größeren oder kleineren Einspritzquerschnitt bilden als die zweiten Einspritzöffnungen 132.

[0021] Da von der Steuereinrichtung 25 durch das Schließen des Steuerventils 23 bei geringem Hub des

Pumpenkolbens 18 ein Geschlossenhalten des zweiten Einspritzventilglieds 128 bzw. ein Öffnen des zweiten Einspritzventilglieds 128 durch Offenhalten des Steuerventils 23 bei geringem Hub des Pumpenkolbens 18 gezielt bewirkt wird, kann durch die Steuereinrichtung 25 auch eine beim Öffnen des zweiten Einspritzventilglieds 128 auftretende Zunahme der eingespritzten Kraftstoffmenge gezielt ausgeglichen werden, indem die Einspritzdauer entsprechend verringert wird.

[0022] Hierdurch können sprungartige Änderungen der Kraftstoffeinspritzmenge beim Übergang zwischen Kraftstoffeinspritzungen nur durch die ersten Einspritzöffnungen 32 und Kraftstoffeinspritzungen sowohl durch die ersten Einspritzöffnungen 32 als auch durch die zweiten Einspritzöffnungen 132 vermieden werden.

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) einen durch die Brennkraftmaschine in einer Hubbewegung angetriebenen Pumpenkolben (18) aufweist, der in einer Zylinderbohrung (16) einen Pumpenarbeitsraum (22) begrenzt, der mit einem Druckraum (40) des Kraftstoffeinspritzventils (12) verbunden ist, mit einem elektrisch betätigten Steuerventil (23), durch das eine Verbindung des Pumpenarbeitsraums (22) mit einem Entlastungsbereich gesteuert wird, wobei das Kraftstoffeinspritzventil (12) zwei Einspritzventilglieder (28,128) aufweist, durch die jeweils wenigstens eine Einspritzöffnung (32,132) gesteuert wird, wobei innerhalb des ersten Einspritzventilglieds (28) das zweite Einspritzventilglied (128) verschiebbar angeordnet ist, wobei die beiden Einspritzventilglieder (28,128) von dem im Druckraum (40) herrschenden Druck beaufschlagt gegen jeweils eine Schließkraft in einer Öffnungsrichtung zur Freigabe der wenigstens einen Einspritzöffnung (32,132) bewegbar sind, wobei das zweite Einspritzventilglied (128) abhängig von dem in einem mit dem Pumpenarbeitsraum (22) verbindbaren Steuerraum (54) herrschenden Druck in einer Schließstellung fixierbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerraum (54) eine durch den Pumpenkolben (18) gesteuerte erste Verbindung (56) mit dem Pumpenarbeitsraum (22) aufweist, in der ein zum Steuerraum (54) hin öffnendes erstes Rückschlagventil (64) angeordnet ist, dass der Steuerraum (54) eine durch den Pumpenkolben (18) gesteuerte zweite Verbindung (66) mit dem Pumpenarbeitsraum (22) aufweist, in der ein zum Pumpenarbeitsraum (22) hin öffnendes zweites Rückschlagventil (68) angeordnet ist, dass die beiden Verbindungen (56,66) durch den Pumpenkolben (18) ausgehend von des-

sen Totpunkt, in dem dieser sich zu Beginn seines Förderhubs befindet, bei geringem Hub des Pumpenkolbens (18) geöffnet sind und bei großem Hub des Pumpenkolbens (18) verschlossen sind, und dass das Steuerventil (23) während des geringen Hubs des Pumpenkolbens (18) zumindest zeitweise schließbar ist, um in den Steuerraum (54) einen erhöhten Druck einzuspeisen und das zweite Einspritzventilglied (128) in seiner Schließstellung zu halten.

2. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Verbindung (66) des Steuerraums (54) mit dem Pumpenarbeitsraum (22) durch den Pumpenkolben (18) bereits bei einem geringeren Hub des Pumpenkolbens (18) ausgehend von dessen Totpunkt, in dem dieser sich zu Beginn seines Förderhubs befindet, verschlossen wird als die erste Verbindung (56).
3. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mündungen der beiden Verbindungen (56,66) des Steuerraums (54) mit dem Pumpenarbeitsraum (22) auf einander gegenüberliegenden Umfangsbereichen der Zylinderbohrung (16) angeordnet sind.
4. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** von der ersten Verbindung (56) des Steuerraums (54) mit dem Pumpenarbeitsraum (22) zwischen dem ersten Rückschlagventil (64) und dem Pumpenarbeitsraum (22) eine Entlastungsverbindung (76) zu einem Niederdruckbereich abführt, in der vorzugsweise eine Drosselstelle (77) angeordnet ist.

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 a pump piston (18) which is driven in a stroke movement by the internal combustion engine and which delimits in a cylinder bore (16) a pump working space (22) which is connected to a pressure space (40) of the fuel injection valve (12), and with an electrically actuated control valve (23), by means of which a connection of the pump working space (22) to a relief region is controlled, the fuel injection valve (12) having two injection-valve members (28, 128), by means of which in each case at least one injection orifice (32, 132) is controlled, the second injection-valve member (128) being arranged displaceably within the first injection-valve member (28), the two injection-valve members (28, 128), acted upon by the pressure pre-

vailing in the pressure space (40), being capable in each case of being moved, counter to a closing force, in an opening direction in order to release the at least one injection orifice (32, 132), the second injection-valve member (128) being capable of being fixed in a closing position as a function of the pressure prevailing in a control space (54) connectable to the pump working space (22), **characterized in that** the control space (54) has a first connection (56) to the pump working space (22), which first connection is controlled by the pump piston (18) and has arranged in it a first non-return valve (64) opening towards the control space (54), **in that** the control space (54) has a second connection (66) to the pump working space (22), which second connection is controlled by the pump piston (18) and has arranged in it a second non-return valve (68) opening towards the pump working space (22), **in that** the two connections (56, 66) are opened by the pump piston (18) in the case of a low stroke of the pump piston (18) and closed by the pump piston (18) in the case of a high stroke of the pump piston (18), starting from the dead centre of the latter in which this is at the commencement of its conveying stroke, and **in that**, during the low stroke of the pump piston (18), the control valve (23) can be closed at least temporarily, in order to feed an increased pressure into the control space (54) and hold the second injection-valve member (128) in its closing position.

2. Fuel injection device according to Claim 1, **characterized in that** the second connection (66) of the control space (54) to the pump working space (22) is closed by the pump piston (18) at a lower stroke of the pump piston (18) than in the case of a first connection (56), starting from the dead centre of the said pump piston in which this is at the commencement of its conveying stroke.

3. Fuel injection device according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the issues of the two connections (56, 66) of the control space (54) to the pump working space (22) are arranged on mutually opposite circumferential regions of the cylinder bore (16).
4. Fuel injection device according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** a relief connection (76), in which a throttle point (77) is preferably arranged, to a low-pressure region leads away from the first connection (56) of the control space (54) to the pump working space (22) between the first non-return valve (64) and the pump working space (22).

Revendications

1. Dispositif d'injection de carburant pour un moteur à combustion interne comportant une pompe à carbu-

rant haute pression (10) et un injecteur de carburant (12) relié à celle-ci pour chaque cylindre du moteur à combustion interne, la pompe à carburant haute pression (10) dont le piston (18), entraîné dans un mouvement de levée par le moteur à combustion limite, dans un alésage du cylindre (16), une chambre de travail (22) de la pompe, reliée à une chambre de pression (40) de l'injecteur de carburant (12), comportant une soupape de commande (23) électrique qui commande une liaison entre la chambre de travail (22) et une zone de décharge, l'injecteur de carburant (12) présentant deux éléments d'injecteur (28, 128) permettant la commande respective d'au moins un orifice d'injection (32, 132), le deuxième élément d'injecteur (128) étant mobile à l'intérieur du premier élément d'injecteur (28), les deux éléments d'injecteur (28, 128), alimentés par la pression régnant dans la chambre de pression (40), pouvant être déplacés respectivement contre une force de fermeture dans la direction d'ouverture afin de libérer au moins un orifice d'injection (32, 132), le deuxième élément d'injecteur (128) pouvant être immobilisé dans une position de fermeture en fonction de la pression régnant dans une chambre de commande (54) pouvant être reliée à la chambre de travail (22),

caractérisé en ce que

la chambre de commande (54) a une première liaison (56), commandée par le piston de pompe (18), avec la chambre de travail (22) munie d'un premier clapet antiretour (64) s'ouvrant en direction de la chambre de commande (54),

et une deuxième liaison (66), commandée par le piston (18), avec la chambre de travail (22) munie d'un deuxième clapet antiretour (68) s'ouvrant en direction de la chambre de travail (22),

les deux liaisons (56, 66) s'ouvrent grâce au piston de pompe (18) à partir de son point mort où il se trouve au début de sa course de refoulement, en cas de course faible du piston de pompe (18), et se ferment en cas de course importante du piston de pompe (23), et

la soupape de commande (23) peut se fermer, du moins temporairement, lors de la course faible du piston (18), afin d'introduire, dans la chambre de commande (54) une pression accrue et de maintenir le deuxième élément d'injecteur (128) dans sa position de fermeture.

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

caractérisé en ce que

la deuxième liaison (66) de la chambre de commande (54) avec la chambre de travail (22) se ferme déjà en cas de course du piston (18) plus faible que la première liaison (56) à partir de son point mort, où se trouve le piston au début de sa course de refoulement.

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

caractérisé en ce que

les embouchures des deux liaisons (56, 66) de la chambre de commande (54) avec la chambre de travail (22) sont disposées sur des zones périphériques se faisant face de l'alésage du cylindre (16).

4. Dispositif d'injection de carburant selon l'une des revendications 1 à 3,

caractérisé en ce que

une liaison de décharge (76) part de la première liaison (56) de la chambre de commande (54) avec la chambre de travail (22) entre le premier clapet antiretour (64) et la chambre de travail (22), vers une zone de basse pression dans laquelle est disposé, de préférence, un point d'étranglement (77).

Fig. 1

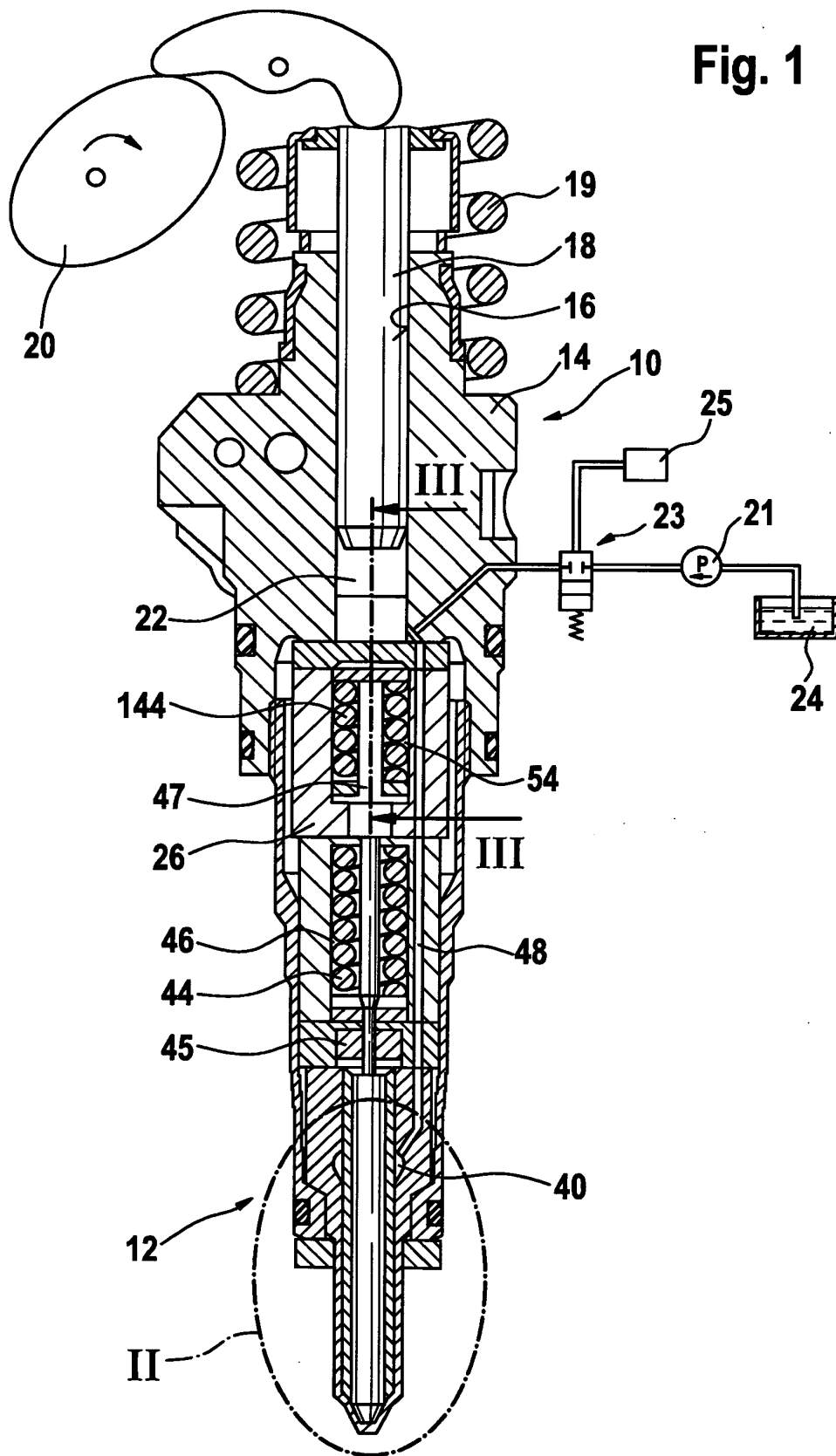


Fig. 2

