



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
18.09.2002 Patentblatt 2002/38

(51) Int Cl.⁷: **F02M 47/02**, F02M 59/36,
F02M 45/04, F02M 63/00

(21) Anmeldenummer: **02004726.2**

(22) Anmeldetag: 01.03.2002

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:

- **Rodriguez-Amaya, Nestor**
70372 Stuttgart (DE)
- **Potschin, Roger**
74336 Brackenheim (DE)
- **Gruen, Juergen, Dr.**
71254 Ditzingen (DE)
- **Projahn, Ulrich, Dr.**
71229 Leonberg (DE)

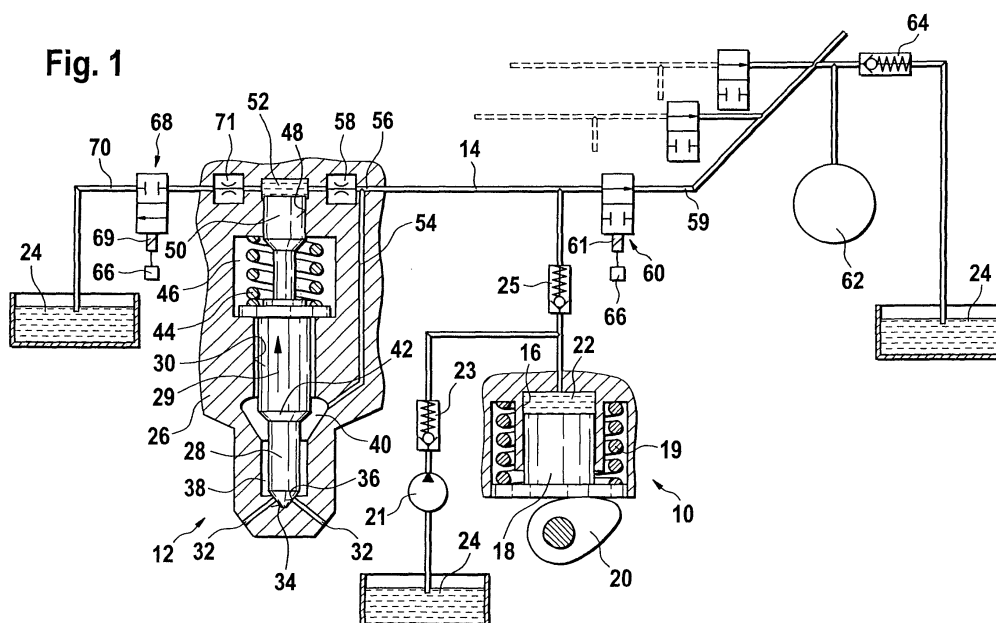
(30) Priorität: 15.03.2001 DE 10112432

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(54) **Kraftstoffeinspritzeinrichtung für Brennkraftmaschinen**

(57) Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist für für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine eine Kraftstoffpumpe (10) auf, die einen durch die Brennkraftmaschine in einer Hubbewegung angetriebenen Pumpenkolben (18) aufweist, der einen Pumpenarbeitsraum (22) begrenzt, dem Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter (24) zugeführt wird und der mit einem Kraftstoffeinspritzventil (12) verbunden ist, das ein Einspritzventilglied (28) aufweist, durch das wenigstens eine Einspritzöffnung (32) gesteuert wird und das durch den im Pumpenarbeitsraum (22) erzeugten Druck gegen eine Schließkraft in einer Öffnungsrichtung (29) bewegbar

ist. Durch ein erstes elektrisch gesteuertes Steuerventil (60), wird eine Verbindung (59) des Pumpenarbeitsraums (22) mit einem Absteuerraum (62) gesteuert und durch ein zweites elektrisch gesteuertes Steuerventil (68) wird der in einem Steuerdruckraum (52) des Kraftstoffeinspritzventils (12) herrschende Druck gesteuert, durch den das Einspritzventilglied (28) zumindest mittelbar in Schließrichtung beaufschlagt ist. Der Absteuerraum (62) ist als Druckspeicher ausgebildet, in dem ein gegenüber dem im Kraftstoffvorratsbehälter (24) herrschenden Druck erhöhter Druck aufrechterhalten wird.



Beschreibung

Stand der Technik

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

[0002] Eine solche Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist durch die EP 0 957 261 A1 bekannt. Diese Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist eine Kraftstoffpumpe für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine auf, die einen durch die Brennkraftmaschine in einer Hubbewegung angetriebenen Pumpenkolben aufweist, der einen Pumpenarbeitsraum begrenzt, dem Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter zugeführt wird. Der Pumpenarbeitsraum ist mit einem Kraftstoffeinspritzventil verbunden, das ein Einspritzventilglied aufweist, durch das wenigstens eine Einspritzöffnung gesteuert wird und das durch den im Pumpenarbeitsraum herrschenden Druck gegen eine Schließkraft in Öffnungsrichtung bewegbar ist. Es ist ein erstes elektrisch gesteuertes Steuerventil vorgesehen, durch das eine Verbindung des Pumpenarbeitsraums mit dem Kraftstoffvorratsbehälter als Absteuererraum gesteuert wird. Es ist außerdem ein zweites elektrisch gesteuertes Steuerventil vorgesehen, durch das der in einem Steuerdruckraum herrschende Steuerdruck gesteuert wird, durch den das Einspritzventilglied zumindest mittelbar in Schließrichtung beaufschlagt ist. Nachteilig bei dieser bekannten Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist, daß durch die Verwendung des drucklosen Kraftstoffvorratsbehälters als Absteuererraum der Druck im Pumpenarbeitsraum und in den mit diesem verbundenen Bereichen der Kraftstoffeinspritzeinrichtung bei der Verbindung mit dem Entlastungsraum stark abfällt und somit die Gefahr von Kavitation besteht. Außerdem ist der Wirkungsgrad der Kraftstoffeinspritzeinrichtung hierdurch nicht optimal.

Vorteile der Erfindung

[0003] Die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß durch den Druckspeicher, in dem ein gegenüber dem Kraftstoffvorratsbehälter erhöhter Druck aufrechterhalten wird, als Absteuererraum die Gefahr der Kavitation verringert ist und außerdem der Wirkungsgrad verbessert ist. Darüberhinaus können durch den Druckspeicher Druckschwingungen in der Kraftstoffeinspritzeinrichtung gedämpft werden.

[0004] In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzeinrichtung angegeben. Die Ausbildung gemäß Anspruch 3 ermöglicht eine Einstellung des Druckes im Druckspeicher beispielsweise abhängig von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine.

Zeichnung

[0005] Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine in schematischer Darstellung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel, Figur 2 die Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel, Figur 3 einen Verlauf eines Druckes an Einspritzöffnungen eines Kraftstoffeinspritzventils der Kraftstoffeinspritzeinrichtung, Figur 4 ausschnittsweise eine modifizierte Ausführung der Kraftstoffeinspritzeinrichtung und Figur 5 ausschnittsweise eine weitere modifizierte Ausführung der Kraftstoffeinspritzeinrichtung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0006] In den Figuren 1, 2, 4 und 5 ist eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs dargestellt. Die Brennkraftmaschine ist vorzugsweise eine selbstzündende Brennkraftmaschine. Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist vorzugsweise als sogenanntes Pumpe-Leitung-Düse-System ausgebildet und weist für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine jeweils eine Kraftstoffpumpe 10, ein Kraftstoffeinspritzventil 12 und eine das Kraftstoffeinspritzventil 12 mit der Kraftstoffpumpe 10 verbindende Leitung 14 auf. Die Kraftstoffpumpe 10 weist einen in einem Zylinder 16 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 mittels einer Förderpumpe 21 Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter 24 des Kraftfahrzeugs zugeführt. Zwischen der Förderpumpe 21 und dem Pumpenarbeitsraum 22 ist ein zum Pumpenarbeitsraum 22 öffnendes Rückschlagventil 23 angeordnet. Das Rückschlagventil 23 kann auch entfallen, wobei dann durch eine Steuerkante des Pumpenkolbens 18 die vom Zylinder 16 abführende Verbindung des Pumpenarbeitsraums 22 mit dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 auf- und zugesteuert wird. In der Leitung 14 ist ein aus dem Pumpenarbeitsraum 22 öffnendes weiteres Rückschlagventil 25 angeordnet. Die Förderleitung von der Förderpumpe 21 mündet zwischen dem Pumpenarbeitsraum 22 und dem weiteren Rückschlagventil 25.

[0007] Das Kraftstoffeinspritzventil 12 ist getrennt von der Kraftstoffpumpe 10 angeordnet und über die Leitung 14 mit dem Pumpenarbeitsraum 22 verbunden. Das Kraftstoffeinspritzventil 12 weist einen Ventilkörper 26 auf, der mehrteilig ausgebildet sein kann, in dem ein Einspritzventilglied 28 in einer Bohrung 30 längsverschiebbar geführt ist. Der Ventilkörper 26 weist an sei-

nem 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 Querschnittsverringerung 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. An den Federraum 46 schließt sich an dessen der Bohrung 30 abgewandtem Ende im Ventilkörper 26 eine weitere Bohrung 48 an, in der ein Kolben 50 dicht geführt ist, der mit dem Einspritzventilglied 28 verbunden ist. Der Kolben 50 begrenzt mit seiner dem Einspritzventilglied 28 abgewandten Stirnseite einen Steuerdruckraum 52 im Ventilkörper 26. Im Ventilkörper 26 ist ein Kanal 54 ausgebildet, in den die Leitung 14 zur Kraftstoffpumpe 10 mündet und der in den Druckraum 40 mündet.

[0008] In Figur 1 ist die Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel dargestellt. Vom Kanal 54 zweigt eine Verbindung 56 zum Steuerdruckraum 52 ab. Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist ein nahe der Kraftstoffpumpe 10 angeordnetes erstes Steuerventil 60 auf, das beispielsweise in die Kraftstoffpumpe 10 integriert sein kann. Durch das erste Steuerventil 60 wird eine Verbindung 59 des Pumpenarbeitsraums 22 der Kraftstoffpumpe 10 mit einem als Druckspeicher ausgebildeten Absteuerraum 62 gesteuert. Die Verbindung 59 zweigt stromabwärts des Rückschlagventils 25 von der Leitung 14 ab. Im Druckspeicher 62 wird ein gegenüber dem Druck im Kraftstoffvorratsbehälter 24 erhöhter Druck aufrechterhalten. Der Druckspeicher 62 ist über ein Druckbegrenzungsventil 64 mit einem Entlastungsraum verbunden, der beispielsweise der Kraftstoffvorratsbehälter 24 ist. Durch das Druckbegrenzungsventil 64 wird der Druck im Druckspeicher 62 zumindest annähernd konstant gehalten, indem dieses bei Erreichen des eingestellten Druckes öffnet und Kraftstoff aus dem Druckspeicher 62 in den Kraftstoffvorratsbehälter 24 abfließen kann. Wenn die Brennkraftmaschine mehrere Zylinder aufweist, so kann für die Kraftstoffeinspritzeinrichtungen aller Zylinder ein gemeinsamer Druckspeicher 62 verwendet werden.

[0009] Das erste Steuerventil 60 ist elektrisch steuerbar und weist einen Aktor 61 auf, der ein Elektromagnet oder ein Piezoaktor sein kann, der elektrisch angesteuert wird und durch den ein Ventilglied des Steuerventils 60 bewegbar ist. Das erste Steuerventil 60 kann druckausgeglichen oder nicht druckausgeglichen ausgebildet sein. Das erste Steuerventil 60 ist als ein 2/2-Wegeventil ausgebildet und durch dieses wird in einer ersten Schaltstellung die Verbindung 59 zum Druckspeicher 62 geöffnet und in einer zweiten Schaltstellung wird die Verbindung 59 zum Druckspeicher 62 getrennt. Das Steuerventil 60 wird durch eine elektrische Steuereinrichtung 66 in Abhängigkeit von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine gesteuert.

[0010] Zur Steuerung des Druckes im Steuerdruckraum 52 ist ein zweites Steuerventil 68 vorgesehen, durch das eine Verbindung 70 des Steuerdruckraums 52 mit einem Entlastungsraum, beispielsweise dem Kraftstoffvorratsbehälter 24, gesteuert wird. Das zweite Steuerventil 68 ist elektrisch steuerbar und weist einen Aktor 69 auf, der ein Elektromagnet oder ein Piezoaktor sein kann, der elektrisch angesteuert wird und durch den ein Ventilglied des Steuerventils 68 bewegbar ist. Das zweite Steuerventil 68 ist vorzugsweise druckausgeglichen ausgebildet, kann jedoch auch nicht druckausgeglichen sein. Das zweite Steuerventil 68 ist als ein 2/2-Wegeventil ausgebildet, durch das in einer ersten Schaltstellung die Verbindung 70 des Steuerdruckraums 52 mit dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 geöffnet ist und durch das in einer zweiten Schaltstellung die Verbindung 70 des Steuerdruckraums 52 mit dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 getrennt ist. In der Verbindung 59 des Steuerdruckraums 52 mit dem Kanal 54 ist eine Drosselstelle 58 vorgesehen und in der Verbindung 70 des Steuerdruckraums 52 mit dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 ist zwischen dem Steuerdruckraum 52 und dem zweiten Steuerventil 68 eine weitere Drosselstelle 71 vorgesehen. Das zweite Steuerventil 68 wird ebenfalls durch die Steuereinrichtung 66 gesteuert. Die Steuerung der Steuerventile 60, 68 durch die Steuereinrichtung 66 erfolgt abhängig von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine, wie beispielsweise Drehzahl, Last und Temperatur.

[0011] Nachfolgend wird die Funktion der Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel erläutert. Beim Saughub des Pumpenkolbens 18 wird durch die Förderpumpe 21 Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 durch das geöffnete Rückschlagventil 23 oder die durch die Steuerkante des Pumpenkolbens 18 geöffnete Verbindung in den Pumpenarbeitsraum 22 gefördert. Beim Förderhub des Pumpenkolbens 18 schließt das Rückschlagventil 23 bzw. wird die Verbindung vom Pumpenkolben 18 überdeckt und das Rückschlagventil 25 öffnet, wobei das erste Steuerventil 60 geöffnet sein kann, so daß die Verbindung 59 mit dem Druckspeicher 62 geöffnet ist. Wenn die Kraftstoffeinspritzung mit einer Voreinspritzung beginnen soll, so wird das erste Steuerventil 60

durch die Steuereinrichtung 66 geschlossen, so daß die Verbindung 59 zum Druckspeicher 62 getrennt ist und sich im Pumpenarbeitsraum 22 Hochdruck aufbauen kann. Der im Pumpenarbeitsraum 22 herrschende Druck wirkt über die Leitung 14 und den Kanal 54 im Ventilkörper 26 auch im Druckraum 40. Das zweite Steuerventil 68 wird durch die Steuereinrichtung 66 geöffnet, so daß sich im Steuerdruckraum 52 trotz dessen Verbindung 56 mit dem Kanal 54 kein Hochdruck aufbauen kann, sondern dieser zum Kraftstoffvorratsbehälter 24 hin abgebaut wird. Durch die Drosselstellen 58 und 71 wird erreicht, daß aus dem Kanal 54 nur eine geringe Kraftstoffmenge in den Kraftstoffvorratsbehälter 24 abfließen kann. Wenn der im Druckraum 40 herrschende Druck eine derartige Höhe erreicht hat, daß dieser über die Druckschulter 42 auf das Einspritzventilglied 28 eine in Öffnungsrichtung 29 wirkende Kraft ausübt, die größer ist als die Kraft der Schließfeder 44, so hebt das Einspritzventilglied 28 mit seiner Dichtfläche 34 vom Ventilsitz 36 ab und Kraftstoff wird durch die Einspritzöffnungen 32 in den Brennraum des Zylinders der Brennkraftmaschine eingespritzt. Der Öffnungsdruck des Kraftstoffeinspritzventils 12 ist dabei wegen dem geöffneten zweiten Steuerventil 68 nur von der Kraft der Schließfeder 44 abhängig. Der Druckverlauf während der Einspritzung ist durch das Profil des Nockens 20 bestimmt.

[0012] Alternativ kann auch vorgesehen sein, daß während der Voreinspritzung das erste Steuerventil 60 geöffnet ist, so daß die Verbindung 59 zum Druckspeicher 62 geöffnet ist. In diesem Fall ist das Druckniveau, bei dem die Voreinspritzung erfolgt, durch den mittels des Druckbegrenzungsventils 64 im Druckspeicher 62 eingestellten Druck bestimmt. Der Öffnungsdruck des Kraftstoffeinspritzventils 12 ist dabei niedriger als der im Druckspeicher 62 durch das Druckbegrenzungsventil 64 eingestellte Druck. In Figur 3 ist der Verlauf des Druckes p an den Einspritzöffnungen 32 des Kraftstoffeinspritzventils 12 über der Zeit t während einem Einspritzzyklus dargestellt. Die Voreinspritzung entspricht dabei einer in Figur 3 mit I bezeichneten Einspritzphase.

[0013] Zur Beendigung der Voreinspritzung wird das zweite Steuerventil 68 durch die Steuereinrichtung 66 geschlossen, so daß der Steuerdruckraum 52 vom Kraftstoffvorratsbehälter 24 getrennt ist und sich im Steuerdruckraum 52 über dessen Verbindung 56 mit dem Kanal 54 Druck aufbaut. Hierdurch wird über den Kolben 50 auf das Einspritzventilglied 28 eine die Kraft der Schließfeder 44 unterstützende Kraft erzeugt, so daß das Einspritzventilglied 28 entgegen seiner Öffnungsrichtung 29 bewegt und mit seiner Dichtfläche 34 am Ventilsitz 36 zur Anlage kommt und die Einspritzung beendet wird.

[0014] Für eine nachfolgende Haupteinspritzung wird das zweite Steuerventil 68 durch die Steuereinrichtung 66 geöffnet, so daß der Steuerdruckraum 52 wieder entlastet ist und das Kraftstoffeinspritzventil 12 öffnet. Das erste Steuerventil 60 kann beim Beginn der Hauptein-

spritzung geschlossen sein, so daß die Verbindung 59 zum Druckspeicher 62 getrennt ist und sich in der Leitung 14 und dem Druckraum 40 des Kraftstoffeinspritzventils 12 ein Druckaufbau entsprechend dem Profil des Nockens 20 ergibt. Alternativ kann auch vorgesehen sein, daß das erste Steuerventil 60 zunächst noch geöffnet bleibt, so daß sich infolge der offenen Verbindung 59 zum Druckspeicher 62 in der Leitung 14 und im Druckraum 40 des Kraftstoffeinspritzventils 12 nur ein Druck entsprechend dem durch das Druckbegrenzungsventil 64 im Druckspeicher 62 eingestellten Druck aufbauen kann. Die Haupteinspritzung beginnt dann mit einem Druckniveau wie auch die Voreinspritzung erfolgt ist. Die Haupteinspritzung beginnt bei geschlossenem erstem Steuerventil 60 mit einem höheren Druckniveau als bei zunächst geöffnetem erstem Steuerventil 60. Anschließend wird das erste Steuerventil 60 durch die Steuereinrichtung 66 geschlossen, und die Haupteinspritzung erfolgt mit einem Druck, wie er entsprechend dem Profil des Nockens 20 im Pumpenarbeitsraum 22 erzeugt wird. Es kann auch vorgesehen sein, daß zunächst das erste Steuerventil 60 geschlossen wird, jedoch das zweite Steuerventil 68 noch geschlossen bleibt, so daß noch keine Einspritzung erfolgt. Das zweite Steuerventil 68 wird dann erst verzögert geöffnet, wodurch der Beginn der Haupteinspritzung verzögert wird und außerdem die Haupteinspritzung bei einem höheren Druck beginnt. Die Haupteinspritzung entspricht in Figur 3 einer mit II bezeichneten Einspritzphase, wobei der Druckverlauf mit durchgezogener Linie für den Fall dargestellt ist, daß das erste Steuerventil 60 zu Beginn geöffnet ist, und der Druckverlauf mit gestrichelter Linie für den Fall dargestellt ist, daß das erste Steuerventil 60 schon zu Beginn geschlossen ist.

[0015] Zur Beendigung der Haupteinspritzung wird das zweite Steuerventil 68 durch die Steuereinrichtung 66 geschlossen, so daß der Steuerdruckraum 52 vom Kraftstoffvorratsbehälter 24 getrennt ist und sich im Steuerdruckraum 52 durch dessen Verbindung mit dem Kanal 54 und damit dem Pumpenarbeitsraum 22 Hochdruck aufbaut, durch den das Kraftstoffeinspritzventil 12 geschlossen wird. Das erste Steuerventil 60 bleibt dabei geschlossen, so daß die Verbindung 59 zum Druckspeicher 62 getrennt ist. Für eine Nacheinspritzung wird das zweite Steuerventil 68 durch die Steuereinrichtung 66 nochmals geöffnet, so daß der Steuerdruckraum 52 wieder entlastet ist und das Kraftstoffeinspritzventil 12 öffnet. Die Nacheinspritzung erfolgt mit einem Druckverlauf entsprechend dem Profil des Nockens 20. Alternativ kann auch vorgesehen sein, daß zur Nacheinspritzung das erste Steuerventil 60 geöffnet wird, so daß die Nacheinspritzung nur mit dem Druckniveau entsprechend dem Druckspeicher 62 erfolgt. Zur Beendigung der Nacheinspritzung wird das zweite Steuerventil 68 durch die Steuereinrichtung 66 geschlossen und/oder das erste Steuerventil 60 durch die Steuereinrichtung 66 geöffnet. Die Nacheinspritzung entspricht einer in Figur 3 mit III bezeichneten Einspritzphase.

[0016] Nach Beendigung der Nacheinspritzung kann das zweite Steuerventil 68 geschlossen oder geöffnet sein. Das erste Steuerventil 60 ist geöffnet, so daß die Verbindung 59 zum Druckspeicher 62 geöffnet ist. Im Pumpenarbeitsraum 22 fällt der Druck bis auf den Druck im Kraftstoffvorratsbehälter 24 bzw. den von der Förderpumpe 21 erzeugten Druck ab. Der Pumpenarbeitsraum 22 ist durch das Rückschlagventil 25 von der Leitung 14 getrennt, wobei in der Leitung 14, im Kanal 54 und im Druckraum 40 des Kraftstoffeinspritzventils 12 ein Druck entsprechend dem durch das Druckbegrenzungsventil 64 im Druckspeicher 62 bestimmten Druck einstellt.

[0017] In Figur 2 ist die Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem der grundsätzliche Aufbau gleich ist wie beim vorstehend erläuterten ersten Ausführungsbeispiel, jedoch die Steuerung des Drucks im Druckspeicher 62 modifiziert ist. Zur Steuerung des Drucks im Druckspeicher 62 ist anstelle des Druckbegrenzungsventils 64 ein drittes Steuerventil 74 vorgesehen. Das dritte Steuerventil 74 ist elektrisch steuerbar und weist einen Aktor 75 auf, der ein Elektromagnet oder ein Piezoaktor sein kann, der elektrisch angesteuert wird und durch den ein Ventilielglied des Steuerventils 74 bewegbar ist. Das dritte Steuerventil 74 ist als ein 2/2-Wegeventil ausgebildet und durch dieses wird in einer ersten Schaltstellung eine Verbindung 76 des Druckspeichers 62 mit dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 als Entlastungsraum geöffnet und in einer zweiten Schaltstellung wird die Verbindung 76 zum Kraftstoffvorratsbehälter 24 getrennt. Das dritte Steuerventil 74 wird ebenfalls von der Steuereinrichtung 66 angesteuert. Es ist außerdem ein Drucksensor 78 vorgesehen, durch den der Druck im Druckspeicher 62 erfaßt wird und der mit der Steuereinrichtung 66 verbunden ist. Durch entsprechende Ansteuerung des dritten Steuerventils 74 durch die Steuereinrichtung 66 kann der Druck im Druckspeicher 62 variabel eingestellt werden. Beispielsweise kann für die Voreinspritzphase I und den Beginn der Haupteinspritzphase II der Druck im Druckspeicher 62 erhöht werden und variabel abhängig von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine eingestellt werden, so daß entsprechend der Druck, bei dem die Voreinspritzung erfolgt und die Haupteinspritzung beginnt, variabel ist. Auch der Standdruck in der Leitung 14 und dem Druckraum 40 des Kraftstoffeinspritzventils 12 bei entlastetem Pumpenarbeitsraum 22 kann variabel eingestellt werden. Ansonsten ist die Funktionsweise der Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel gleich wie beim ersten Ausführungsbeispiel.

[0018] In Figur 4 ist eine weitere Ausführung der Kraftstoffeinspritzeinrichtung dargestellt, bei der der grundsätzliche Aufbau im wesentlichen gleich wie beim ersten oder zweiten Ausführungsbeispiel ist, jedoch die Anordnung und Ausbildung des zweiten Steuerventils 168 modifiziert ist. Das zweite Steuerventil 168 ist elektrisch steuerbar und weist einen Aktor 169 auf, der ein Elek-

tromagnet oder ein Piezoaktor sein kann, der elektrisch angesteuert wird und durch den ein Ventilielglied des Steuerventils 168 bewegbar ist. Das zweite Steuerventil 168 ist in der Verbindung 56 des Steuerdruckraums 52 mit dem Kanal 54 angeordnet. Das zweite Steuerventil 168 ist als ein 3/2-Wegeventil ausgebildet, durch das in einer ersten Schaltstellung die Verbindung 56 des Steuerdruckraums 52 mit dem Kanal 54 und damit dem Pumpenarbeitsraum 22 geöffnet ist und der Steuerdruckraum 52 vom Kraftstoffvorratsbehälter 24 als Entlastungsraum getrennt ist. In einer zweiten Schaltstellung des zweiten Steuerventils 168 ist der Steuerdruckraum 52 mit dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 als Entlastungsraum verbunden und die Verbindung 56 zum Kanal 54 und damit zum Pumpenarbeitsraum 22 ist getrennt. Zur Ermöglichung der Öffnung des Kraftstoffeinspritzventils 12 wird das zweite Steuerventil 168 durch die Steuereinrichtung 66 in seine zweite Schaltstellung gebracht, in der der Steuerdruckraum 52 in den Kraftstoffvorratsbehälter 24 entlastet ist, und zum Schließen des Kraftstoffeinspritzventils 12 wird das zweite Steuerventil 168 in seine erste Schaltstellung gebracht, in der der Steuerdruckraum 52 mit dem Kanal 54 verbunden ist. Ansonsten ist die Funktionsweise der Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß dieser modifizierten Ausführung gleich wie beim ersten oder zweiten Ausführungsbeispiel.

[0019] In Figur 5 ist eine weitere Ausführung der Kraftstoffeinspritzeinrichtung dargestellt, bei der der grundsätzliche Aufbau im wesentlichen gleich wie beim ersten oder zweiten Ausführungsbeispiel ist, jedoch die Anordnung und Ausbildung des zweiten Steuerventils 268 modifiziert ist. Das zweite Steuerventil 268 ist elektrisch steuerbar und weist einen Aktor 269 auf, der ein Elektromagnet oder ein Piezoaktor sein kann, der elektrisch angesteuert wird und durch den ein Ventilielglied des Steuerventils 268 bewegbar ist. An das zweite Steuerventil 268 ist einerseits die Leitung 14 angeschlossen und andererseits ist an dieses der Kanal 54 zum Druckraum 40 und die Verbindung 56 zum Steuerdruckraum 52 angeschlossen. Das zweite Steuerventil 268 ist als ein 3/2-Wegeventil ausgebildet, durch das in einer ersten Schaltstellung die Verbindung 56 des Steuerdruckraums 52 mit dem Kanal 54 geöffnet ist und der Kanal 54 von der Leitung 14 und somit vom Pumpenarbeitsraum 22 getrennt ist. In einer zweiten Schaltstellung des zweiten Steuerventils 268 ist durch dieses der Steuerdruckraum 52 vom Kanal 54 getrennt und der Kanal 54 ist mit der Leitung 14 und somit dem Pumpenarbeitsraum 22 verbunden. Der Steuerdruckraum 52 weist eine Verbindung 270 mit dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 als Entlastungsraum auf, in der ein zum Kraftstoffvorratsbehälter 24 öffnendes Rückschlagventil 272 angeordnet ist und außerdem eine Drosselstelle vorgesehen sein kann. Zur Ermöglichung der Öffnung des Kraftstoffeinspritzventils 12 wird das zweite Steuerventil 268 durch die Steuereinrichtung 66 in seine zweite Schaltstellung gebracht, in der der Steuerdruckraum 52 vom

Kanal 54 getrennt ist und der Kanal 54 mit der Leitung 14 verbunden ist, so daß der von der Kraftstoffpumpe 10 erzeugte Druck in den Druckraum 40 des Kraftstoffeinspritzventils 12 gelangt, wobei der Steuerdruckraum 52 in den Kraftstoffvorratsbehälter 24 entlastet ist. Zum Schließen des Kraftstoffeinspritzventils 12 wird das zweite Steuerventil 268 in seine erste Schaltstellung gebracht, in der der Steuerdruckraum 52 mit dem Kanal 54 verbunden ist, der Kanal 54 jedoch von der Leitung 14 getrennt ist. Der im Druckraum 40 des Kraftstoffeinspritzventils 12 herrschende Druck wirkt dabei auch im Steuerdruckraum 52, wodurch das Kraftstoffeinspritzventil 12 geschlossen wird. Ansonsten ist die Funktionsweise der Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß dieser modifizierten Ausführung gleich wie beim ersten oder zweiten Ausführungsbeispiel.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzeinrichtung für Brennkraftmaschinen mit einer Kraftstoffpumpe (10) für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine, die einen durch die Brennkraftmaschine in einer Hubbewegung angetriebenen Pumpenkolben (18) aufweist, der einen Pumpenarbeitsraum (22) begrenzt, dem Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter (24) zugeführt wird und der mit einem Kraftstoffeinspritzventil (12) verbunden ist, das ein Einspritzventilglied (28) aufweist, durch das wenigstens eine Einspritzöffnung (32) gesteuert wird und das durch den im Pumpenarbeitsraum (22) erzeugten Druck gegen eine Schließkraft in einer Öffnungsrichtung (29) bewegbar ist, mit einem ersten elektrisch gesteuerten Steuerventil (60), durch das eine Verbindung (59) des Pumpenarbeitsraums (22) mit einem Absteuerraum (62) gesteuert wird und mit einem zweiten elektrisch gesteuerten Steuerventil (68;168;268), durch das der in einem Steuerdruckraum (52) des Kraftstoffeinspritzventils (12) herrschende Druck gesteuert wird, durch den das Einspritzventilglied (28) zumindest mittelbar in Schließrichtung beaufschlagt ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Absteuerraum (62) ein Druckspeicher ist, in dem ein gegenüber dem im Kraftstoffvorratsbehälter (24) herrschenden Druck erhöhter Druck aufrechterhalten wird.
2. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Druck im Druckspeicher (62) durch ein zum Kraftstoffvorratsbehälter (24) öffnendes Druckbegrenzungsventil (64) zumindest annähernd konstant gehalten wird.
3. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Druck im Druckspeicher (62) durch ein drittes elektrisch gesteuertes Steuerventil (74) variabel einstellbar ist.
4. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Druck im Druckspeicher (62) durch eine Sensoreinrichtung (78) erfaßt wird, die mit einer elektrischen Steuereinrichtung (66) verbunden ist, durch die das dritte Steuerventil (74) zur Einstellung eines vorgegebenen Druckes im Druckspeicher (62) angesteuert wird.
5. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** durch das dritte Steuerventil (74) eine Verbindung (76) des Druckspeichers (62) mit einem Entlastungsraum (24) gesteuert wird.
6. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** in der Verbindung des Pumpenarbeitsraums (22) mit dem Kraftstoffvorratsbehälter, durch die dem Pumpenarbeitsraum (22) Kraftstoff zugeführt wird, (24) ein zum Pumpenarbeitsraum (22) öffnendes Rückschlagventil (23) angeordnet ist.
7. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** in der Verbindung des Pumpenarbeitsraums (22) mit dem ersten Steuerventil (60) ein zum ersten Steuerventil (60) öffnendes Rückschlagventil (25) angeordnet ist.
8. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das zweite Steuerventil (168) als ein 3/2-Wegeventil ausgebildet ist, durch das in einer ersten Schaltstellung der Steuerdruckraum (52) mit dem Pumpenarbeitsraum (22) verbunden und von einem Entlastungsraum (24) getrennt ist, und durch das in einer zweiten Schaltstellung der Steuerdruckraum (52) mit dem Entlastungsraum (24) verbunden und vom Pumpenarbeitsraum (22) getrennt ist.
9. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** das zweite Steuerventil (268) als ein 3/2-Wegeventil ausgebildet ist, durch das in einer ersten Schaltstellung der Steuerdruckraum (52) von einem Druckraum (40) des Kraftstoffeinspritzventils (12) getrennt und der Druckraum (40) mit dem Pumpenarbeitsraum (22) verbunden ist, und durch das in einer zweiten Schaltstellung der Steuerdruckraum (52) mit dem Druckraum (40) verbunden und der Druckraum (40) vom Pumpenarbeitsraum (22) getrennt ist.
10. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Steuerdruckraum (52) eine Verbindung (270) mit einem Entlastungsraum (24) aufweist, in der vorzugsweise ein zum

Entlastungsraum (24) öffnendes Rückschlagventil
(272) angeordnet ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

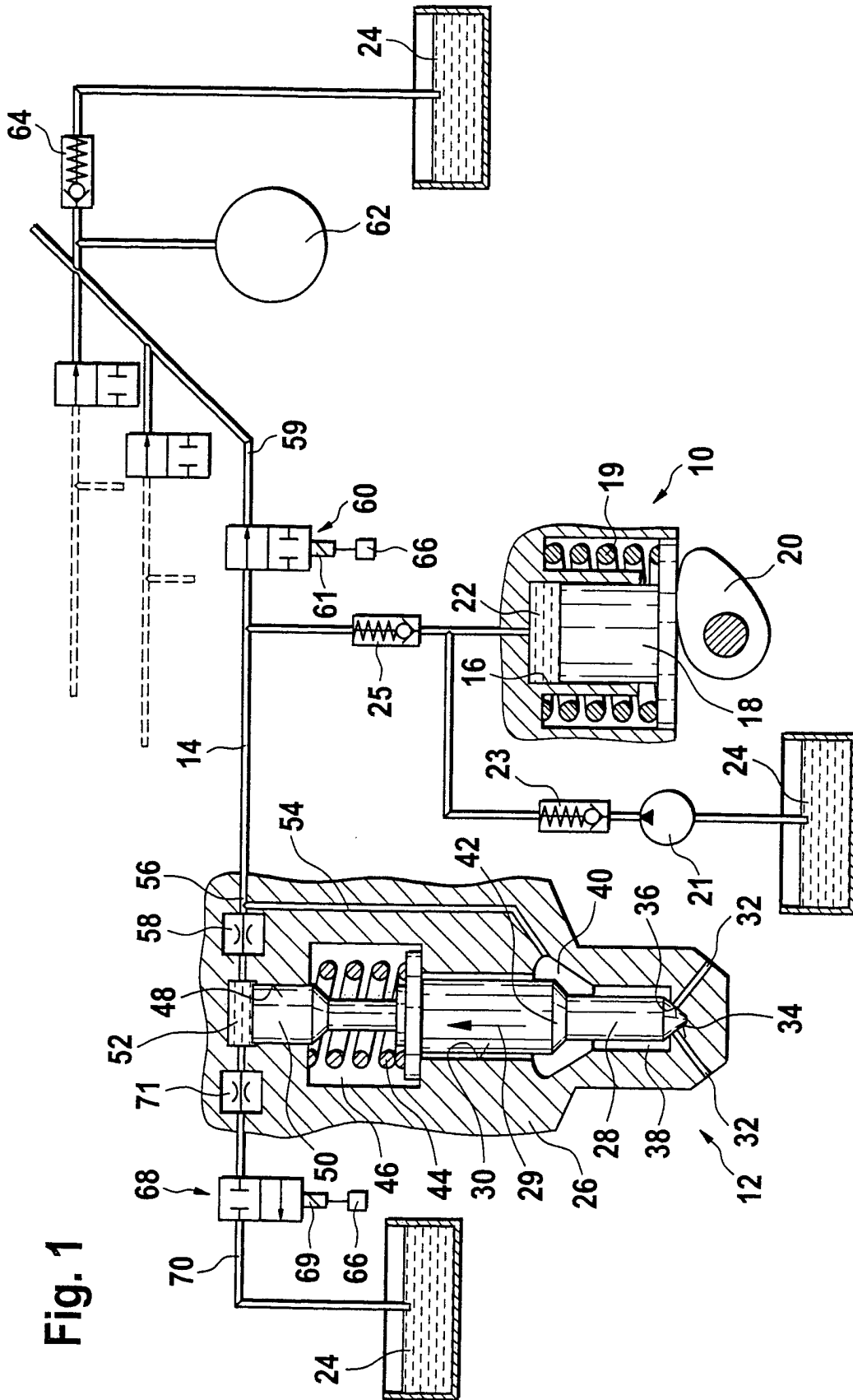


Fig. 1

Fig. 2

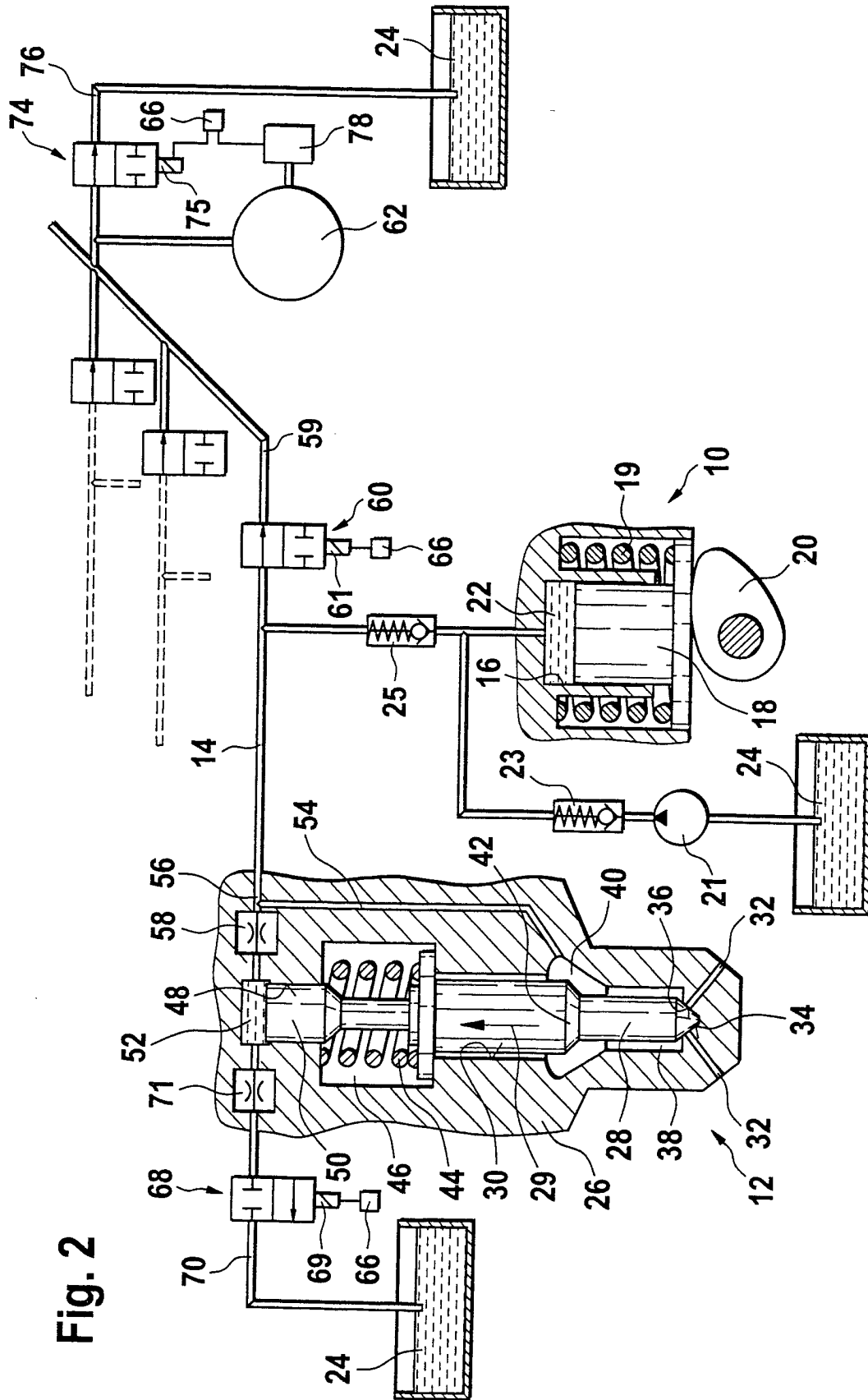


Fig. 3

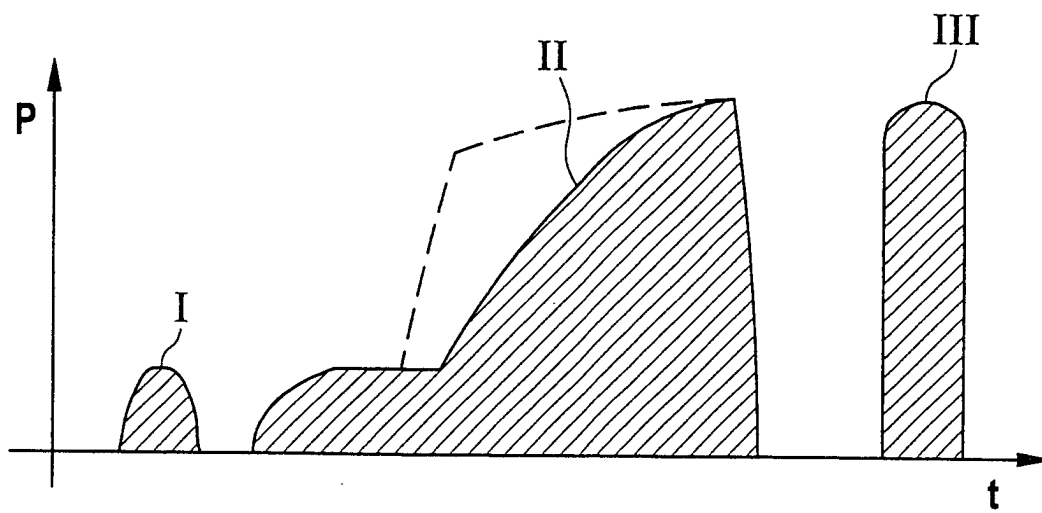


Fig. 4

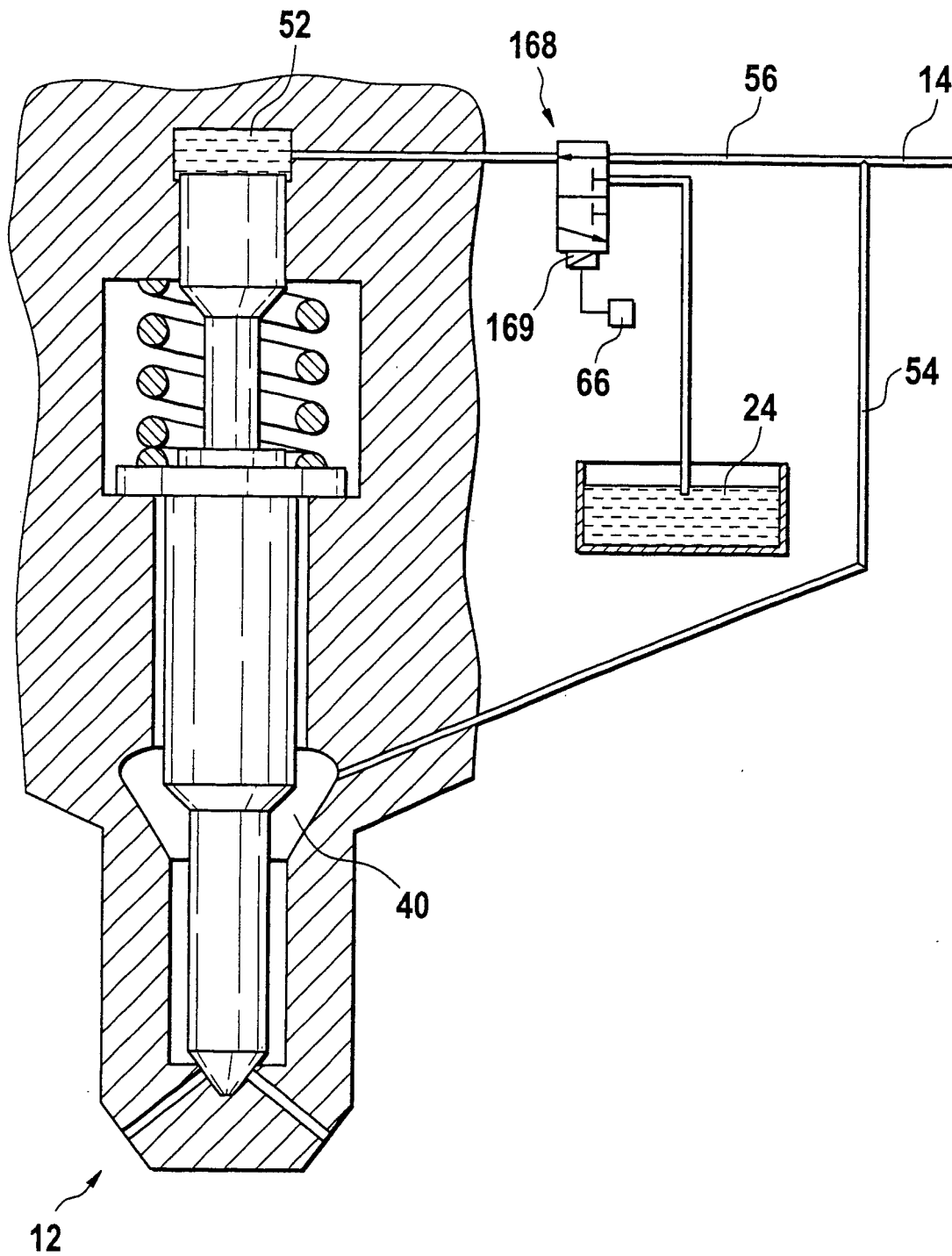


Fig. 5

