



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
11.09.2002 Patentblatt 2002/37

(51) Int Cl.7: **F02M 63/00, F02M 57/02**

(21) Anmeldenummer: **02004091.1**

(22) Anmeldetag: **25.02.2002**

(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

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

(72) Erfinder: **Beck, Matthias**
70439 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **06.03.2001 DE 10110602**

(54) **Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine**

(57) Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist eine Kraftstoffhochdruckpumpe (10) für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine auf, die mit einem an der Brennkraftmaschine angeordneten Kraftstoffeinspritzventil (12) verbunden ist, das ein Einspritzventilglied (28) aufweist, durch das wenigstens eine Einspritzöffnung (32) gesteuert wird und das durch den von der Kraftstoffhochdruckpumpe (10) erzeugten Hochdruck gegen eine Schließkraft in einer Öffnungsrichtung (29) zur Freigabe der wenigstens einen Einspritzöffnung (32) bewegbar ist. Es ist ein Steuerventil (52) vorgesehen, durch das zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung zu-

mindest mittelbar eine Verbindung der Kraftstoffhochdruckpumpe (10) mit einem Entlastungsraum (24) gesteuert wird. Das Kraftstoffeinspritzventil (12) weist einen Steuerdruckraum (46) auf, der über eine Drosselstelle (50) mit der Kraftstoffhochdruckpumpe (10) verbunden ist, wobei das Einspritzventilglied (28) zumindest mittelbar durch den im Steuerdruckraum (46) herrschenden Druck in einer Schließrichtung beaufschlagt ist. Die Drosselstelle (50) weist wenigstens ein Drosselement (62;162) auf, das derart elastisch verformbar ist, daß es mit zunehmendem Druckgefälle vor und nach der Drosselstelle (50) einen größeren Durchflußquerschnitt freigibt.

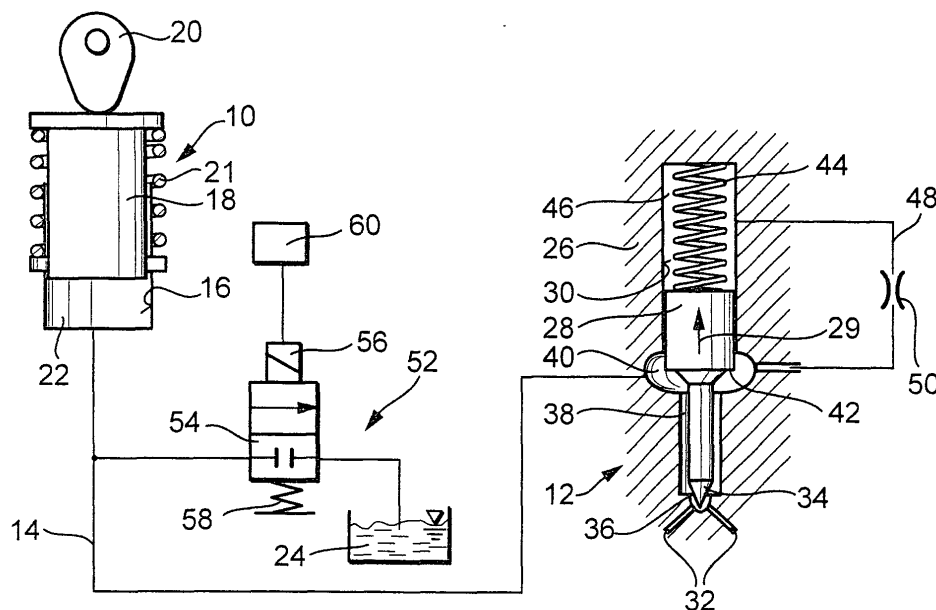


Fig. 1

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 199 39 419 A1 bekannt. Diese Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist eine Kraftstoffhochdruckpumpe für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine auf, die durch die Brennkraftmaschine angetrieben wird und die mit einem Kraftstoffeinspritzventil an der Brennkraftmaschine verbunden ist. Das Kraftstoffeinspritzventil weist ein Einspritzventilglied auf, durch das wenigstens eine Einspritzöffnung gesteuert wird und das durch den von der Kraftstoffhochdruckpumpe erzeugten Druck gegen eine Schließkraft in einer Öffnungsrichtung bewegbar ist. Es ist ein Steuerventil vorgesehen, durch das zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung eine Verbindung der Kraftstoffhochdruckpumpe mit einem Entlastungsraum gesteuert wird. Das Kraftstoffeinspritzventil weist einen Steuerdruckraum auf, der über eine Drosselstelle mit der Kraftstoffhochdruckpumpe verbunden ist. Das Einspritzventilglied ist zumindest mittelbar durch den im Steuerdruckraum herrschenden Druck in Schließrichtung beaufschlagt. Durch diese Ausbildung des Kraftstoffeinspritzventils kann gezielt der Druck, bei dem das Kraftstoffeinspritzventil öffnet, erhöht werden. Es ist dabei jedoch sehr schwierig eine geeignete Dimensionierung der Drosselstelle zu ermitteln. Um bei niedriger Drehzahl der Brennkraftmaschine eine sichere Funktion zu erreichen, ohne daß das Kraftstoffeinspritzventil ständig geschlossen bleibt, muß der Durchflußquerschnitt der Drosselstelle sehr klein gewählt werden. In diesem Fall kann jedoch bei hoher Drehzahl und Last der Brennkraftmaschine keine nennenswerte Erhöhung des Öffnungsdrucks des Kraftstoffeinspritzventils erzielt werden. Wenn andererseits der Durchflußquerschnitt der Drosselstelle ausreichend groß bemessen wird, daß bei hoher Drehzahl und Last der Brennkraftmaschine die angestrebte Erhöhung des Öffnungsdrucks erzielt wird, so kann das Kraftstoffeinspritzventil bei niedriger Drehzahl der Brennkraftmaschine nicht mehr öffnen.

Vorteile der Erfindung

[0003] Die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß sich der Durchflußquerschnitt des Drosselements abhängig vom Druckgefälle selbsttätig derart einstellt, daß dieser bei niedriger Drehzahl der Brennkraftmaschine klein ist und bei hoher Drehzahl groß ist, so daß die angestrebte Erhöhung des Öffnungsdrucks des Kraftstoffeinspritzventils bei hoher Drehzahl erreicht wird und das Kraftstoffeinspritzventil auch bei niedriger Drehzahl der

Brennkraftmaschine öffnet.

[0004] In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzeinrichtung angegeben.

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, Figur 2 eine Drosselstelle der Kraftstoffeinspritzeinrichtung in vergrößerter Darstellung in einem Längsschnitt gemäß einer ersten Ausführungsform, Figur 3 die Drosselstelle in einer Ansicht in Pfeilrichtung III in Figur 2, Figur 4 ein Diagramm, in dem der Durchfluß durch die Drosselstelle über dem Druckgefälle aufgetragen ist, Figur 5 die Drosselstelle in einem Querschnitt gemäß einer zweiten Ausführungsform, Figur 6 die Drosselstelle in einem Längsschnitt entlang Linie VI-VI in Figur 5 und Figur 7 ein Diagramm, in dem der Durchfluß durch die Drosselstelle gemäß der zweiten Ausführungsform über dem Druckgefälle aufgetragen ist.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0006] In Figur 1 ist eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine 10 beispielsweise eines Kraftfahrzeugs dargestellt. Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine eine Kraftstoffhochdruckpumpe 10 auf, die mit einem an der Brennkraftmaschine angeordneten Kraftstoffeinspritzventil 12 verbunden ist. Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung kann als sogenanntes Pumpe-Düse-System ausgebildet sein, bei dem die Kraftstoffhochdruckpumpe 10 und das Kraftstoffeinspritzventil 12 eine Baueinheit bilden. Alternativ kann die Kraftstoffeinspritzeinrichtung auch als sogenanntes Pumpe-Leitung-Düse-System ausgebildet sein, bei dem die Kraftstoffhochdruckpumpe 10 und das Kraftstoffeinspritzventil 12 getrennt voneinander angeordnet sind und über eine Leitung 14 miteinander verbunden sind.

[0007] Die Kraftstoffhochdruckpumpe 10 weist einen in einem Zylinder 16 dicht geführten Pumpenkolben 18 auf, der durch einen Nocken 20 einer Nockenwelle der Brennkraftmaschine gegen eine Rückstellfeder 21 in einer Hubbewegung angetrieben wird. Der Pumpenkolben 18 begrenzt im Zylinder 16 einen Pumpenarbeitsraum 22, in dem durch den Pumpenkolben 18 Kraftstoff unter Hochdruck verdichtet wird. Dem Pumpenarbeitsraum 22 wird durch eine nicht dargestellte Förderpumpe Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter 24 zugeführt.

[0008] Das Kraftstoffeinspritzventil 12 weist einen Ventilkörper 26 auf, der mehrteilig ausgebildet sein kann, in dem ein kolbenförmiges 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 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 durch eine radial Erweiterung der Bohrung 30 in einen das Einspritzventilglied 28 umgebenden Druckraum 40 übergeht. Das Einspritzventilglied 28 weist im Bereich des Druckraums 40 eine Druckschulter 42 auf. Am dem Brennraum abgewandten Ende des Einspritzventilglieds 28 greift zumindest mittelbar 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.

[0009] Die Kraftstoffhochdruckpumpe 10 ist mit dem Druckraum 40 des Kraftstoffeinspritzventils 12 verbunden, wobei beispielsweise die Leitung 14 mit einem im Ventilkörper 26 ausgebildeten und in den Druckraum 40 mündenden Kanal verbunden ist. Der Federraum 46 des Kraftstoffeinspritzventils 12 ist mit dem Druckraum 40 oder direkt mit der Leitung 14 über einen im Ventilkörper 26 ausgebildeten Kanal 48 verbunden. Im Kanal 48 ist eine Drosselstelle 50 vorgesehen, die nachfolgend näher erläutert wird.

[0010] Der Pumpenarbeitsraum 22 der Kraftstoffhochdruckpumpe 10 ist über ein elektrisch angesteuertes Steuerventil 52 zumindest mittelbar mit einem Entlastungsraum verbindbar, als der beispielsweise der Kraftstoffvorratsbehälter 24 dient. Das Steuerventil 52 kann beispielsweise in einem Abzweig von der Leitung 14 zum Kraftstoffvorratsbehälter 24 angeordnet sein. Das Steuerventil 52 ist beispielsweise als ein 2/2-Wegeventil ausgebildet, durch das in einer ersten Schaltstellung die Verbindung zum Kraftstoffvorratsbehälter 24 geöffnet ist und in einer zweiten Schaltstellung die Verbindung getrennt ist. Das Steuerventil 52 weist ein Steuerventilglied 54 auf, das durch einen elektrisch angesteuerten Aktor 56 gegen die Kraft einer Rückstellfeder 58 zwischen den zwei Schaltstellungen bewegbar ist. Als Aktor 56 kann ein Elektromagnet oder ein Piezoaktor verwendet werden. Das Steuerventil 52 wird durch eine elektrische Steuereinrichtung 60 zur Steuerung des Zeitpunkts und der Dauer und damit der Einspritzmenge der Kraftstoffeinspritzung angesteuert. Wenn keine Kraftstoffeinspritzung durch das Kraftstoffeinspritzventil 12 erfolgen soll, so befindet sich das Steuerventil 52 in seiner ersten Schaltstellung, so daß der Pumpenarbeitsraum 22 mit dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 verbunden ist und sich im Pumpenarbeitsraum 22 und im Druckraum 40 kein Hochdruck aufbau-

en kann. Wenn eine Kraftstoffeinspritzung durch das Kraftstoffeinspritzventil 52 erfolgen soll, so wird das Steuerventil 52 durch die Steuereinrichtung 60 in seine zweite Schaltstellung umgeschaltet, so daß der Pumpenarbeitsraum 22 vom Kraftstoffvorratsbehälter 24 getrennt ist und sich im Pumpenarbeitsraum 22 und im Druckraum 40 Hochdruck aufbaut, wie er entsprechend der durch den Nocken 20 bewirkten Hubbewegung des Pumpenkolbens 18 erzeugt wird. Wenn der Druck im Druckraum 40 über die Druckschulter 42 auf das Einspritzventilglied 28 eine in Öffnungsrichtung 29 wirkende Kraft erzeugt, die größer ist als die durch die Schließfeder 44 erzeugte Schließkraft, so hebt das Einspritzventilglied 28 mit seiner Dichtfläche 34 vom Ventilsitz 36 ab und das Kraftstoffeinspritzventil 12 öffnet, so daß Kraftstoff durch die Einspritzöffnungen 32 eingespritzt wird. Wenn die Kraftstoffeinspritzung beendet werden soll, so wird das Steuerventil 52 durch die Steuereinrichtung 60 wieder in seine erste Schaltstellung umgeschaltet, so daß der Pumpenarbeitsraum 22 und der Druckraum 40 entlastet werden und das Kraftstoffeinspritzventil 12 durch die Schließfeder 44 geschlossen wird.

[0011] Die Drosselstelle 50 ist durch ein in den Kanal 48 eingesetztes Drosselement 62 gebildet, das derart elastisch verformbar ist, daß dieses mit zunehmendem Druckgefälle vor und nach dem Drosselement 62 einen größeren Durchflußquerschnitt freibt. Das Drosselement 62 ist in den Figuren 2 und 3 gemäß einer ersten Ausführungsform dargestellt. Das Drosselement 62 weist einen steifen Ring 64 mit beispielsweise etwa kreisförmigem Querschnitt auf, von dessen innerem Rand in Durchflußrichtung 61, das ist zum Federraum 46 hin, mehrere, beispielsweise vier elastische Zungen 66 abstehen, die durch Schlitze 67 voneinander getrennt sind und die zwischen sich eine Öffnung 68 bilden, die der Durchflußquerschnitt ist. Die Zungen 66 verlaufen beispielsweise ausgehend vom Ring 64 etwa kegelförmig aufeinander zu, so daß die Öffnung 68 mit dem kleinsten Durchflußquerschnitt zwischen den freien Enden der Zungen 66 gebildet ist. Die Zungen 66 sind zu ihren freien Enden hin etwa radial elastisch verformbar, wodurch die Größe der Öffnung 68 und damit des Durchflußquerschnitts verändert wird. Das Drosselement 62 ist mit seinem Ring 64 fest eingespannt, so daß sich nur die Zungen 66 elastisch verformen können. Mit zunehmendem Druckgefälle vor und nach dem Drosselement 62 werden dessen Zungen 66 infolge des auf diese wirkenden Drucks durch elastisch Verformung radial voneinander wegbewegt, wodurch die Öffnung 68 und damit der Durchflußquerschnitt vergrößert wird. Wenn das Druckgefälle wieder geringer wird, so verformen sich die Zungen 66 wieder radial nach innen zurück und die Öffnung 68 und der Durchflußquerschnitt wird wieder verkleinert. Das Drosselement 62 kann aus Metall bestehen und beispielsweise als Tiefziehteil aus einem Blech hergestellt werden. Durch die Schlitze 67 wird eine leichte elastische Verformbarkeit der Zun-

gen 66 erreicht.

[0012] In Figur 4 ist ein Diagramm dargestellt, in dem der Durchfluß V durch die Öffnung 68 des Drosselement 62 über dem Druckgefälle Δp vor und nach der Drosselstelle 62 aufgetragen ist. Es ist aus Figur 4 ersichtlich, daß der Durchfluß $\dot{V}$ zumindest annähernd linear mit dem Druckgefälle Δp zunimmt, was durch die Vergrößerung des Durchflußquerschnitts mit zunehmendem Druckgefälle erreicht wird. In Figur 4 ist mit gestrichelter Linie der Durchfluß über dem Druckgefälle für ein Drosselement mit konstantem Durchflußquerschnitt dargestellt, woraus ersichtlich ist, daß die Zunahme des Durchflusses mit zunehmendem Druckgefälle geringer wird.

[0013] Bei niedriger Drehzahl der Brennkraftmaschine ergibt sich ein geringes Druckgefälle vor und nach dem Drosselement 62, so daß dessen Zungen 66 nicht oder nur gering verformt werden und die Öffnung 68 und damit der Durchflußquerschnitt klein ist. In diesem Fall stellt sich im Federraum 46 nur eine geringe Druckerhöhung ein und das Kraftstoffeinspritzventil 12 kann schon bei einem relativ geringen Druck im Druckraum 40 gegen die Kraft der Schließfeder 44 öffnen. Mit zunehmender Drehzahl und Last der Brennkraftmaschine ergibt sich ein größeres Druckgefälle vor und nach dem Drosselement 62, so daß dessen Zungen 66 sich elastisch verformen und eine größere Öffnung 68 und einen größeren Durchflußquerschnitt freigeben. Hierbei stellt sich im Federraum 46 ein zunehmend höherer Druck ein, infolge dessen das Kraftstoffeinspritzventil erst bei einem höheren Druck im Druckraum 40 gegen die Kraft der Schließfeder 44 und zusätzlich die durch den Druck im Federraum 46 verursachte Kraft öffnen kann. Durch die elastische Verformbarkeit des Drosselement 62 und den dadurch freigegebenen veränderlichen Durchflußquerschnitt kann somit eine Erhöhung des Öffnungsdrucks des Kraftstoffeinspritzventils 12 mit zunehmender Drehzahl und Last der Brennkraftmaschine und auch bei niedriger Drehzahl der Brennkraftmaschine ein Öffnen des Kraftstoffeinspritzventils 12 sichergestellt werden.

[0014] In den Figuren 5 und 6 ist das Drosselement 162 gemäß einer zweiten Ausführungsform dargestellt. Der Drosselement 162 kann beispielsweise wie in Figur 5 dargestellt einen etwa rechteckförmigen Querschnitt aufweisen. Das Drosselement 162 ist in eine Aufnahme 163 eingesetzt und in einem Randbereich 164 mit der Aufnahme 163 verbunden. Vom Randbereich 164 weg weist das Drosselement 162 eine elastisch verformbare Zunge 166 auf, die in nicht verformtem Zustand an einer Wand 165 der Aufnahme 163 unter Vorspannung anliegt. Die Zunge 166 erstreckt sich nicht über die gesamte Breite der Aufnahme 163, so daß zwischen seitlichen Wänden 169 der Aufnahme 163 und der Zunge 166 an wenigstens einer Seite, vorzugsweise auf beiden Seiten eine spaltförmige Öffnung 168 verbleibt. Die Öffnungen 168 bestimmen in nicht verformtem Zustand der Zunge 166 den Durchflußquer-

schnitt des Drosselement 162. Die Zunge 166 verläuft ausgehend vom Randbereich 164 in Durchflußrichtung 161 zu der Wand 165 der Aufnahme 163 hin. Mit zunehmendem Druckgefälle vor und nach dem Drosselement 162 verformt sich die Zunge 166 elastisch und hebt von der Wand 165 der Aufnahme 163 ab, so daß zusätzlich zu den Öffnungen 168 eine weitere spaltförmige Öffnung 170 zwischen der Wand 165 und der Zunge 166 freigegeben wird und der gesamte Durchflußquerschnitt des Drosselement 162 vergrößert wird. Mit zunehmendem Druckgefälle verformt sich die Zunge 166 stärker und gibt damit einen größeren Durchflußquerschnitt frei.

[0015] In Figur 7 ist wiederum ein Diagramm dargestellt, in dem der Durchfluß V durch das Drosselement 162 über dem Druckgefälle Δp vor und nach der Drosselstelle 50 aufgetragen ist. Es ist aus Figur 7 ersichtlich, daß der Durchfluß V bei geringem Druckgefälle, wenn nur die Öffnungen 168 freigegeben sind, zumindest annähernd linear mit dem Druckgefälle Δp zunimmt. Wenn die Zunge 166 von der Wand 165 abhebt und die weitere Öffnung 170 freigegeben wird, so vergrößert sich der Durchflußquerschnitt und es ergibt sich ein Sprung in der Kennlinie gemäß Figur 7. Bei weiter zunehmendem Druckgefälle vergrößert sich der freigegebene Durchflußquerschnitt durch elastische Verformung der Zunge 166 weiter und es wird der zumindest annähernd lineare Verlauf der Kennlinie erreicht wird.

[0016] Das vorstehend erläuterte, elastisch verformbare Drosselement 62, 162 kann auch bei anderen Kraftstoffeinspritzeinrichtungen als den vorstehend erläuterten Pumpe-Düse- oder Pumpe-Leitung-Düse-Systemen eingesetzt werden, bei denen ein veränderlicher Durchflußquerschnitt vorteilhaft ist.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine mit einer Kraftstoffhochdruckpumpe (10) für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine, die mit einem an der Brennkraftmaschine angeordneten Kraftstoffeinspritzventil (12) verbunden ist, das ein Einspritzventilglied (28) aufweist, durch das wenigstens eine Einspritzöffnung (32) gesteuert wird und das durch den von der Kraftstoffhochdruckpumpe (10) erzeugten Hochdruck gegen eine Schließkraft in einer Öffnungsrichtung (29) zur Freigabe der wenigstens einen Einspritzöffnung (32) bewegbar ist, mit einem Steuerventil (52), durch das zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung zumindest mittelbar eine Verbindung der Kraftstoffhochdruckpumpe (10) mit einem Entlastungsraum (24) gesteuert wird, wobei das Kraftstoffeinspritzventil (12) einen Steuerdruckraum (46) aufweist, der über eine Drosselstelle (50) mit der Kraftstoffhochdruckpumpe (10) verbunden ist und wobei das Einspritzventilglied (28) zumindest mittelbar durch den im Steu-

erdruckraum (46) herrschenden Druck in einer Schließrichtung beaufschlagt ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Drosselstelle (50) wenigstens ein Drosselement (62;162) aufweist, das derart elastisch verformbar ist, daß es mit zunehmendem Druckgefälle vor und nach der Drosselstelle (50) einen größeren Durchflußquerschnitt freigibt. 5

2. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Drosselement (62) wenigstens teilweise geschlitzt ausgebildet ist, um dessen elastische Verformung zu ermöglichen. 10
3. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Drosselement (62) mehrere von einem gemeinsamen Ring (64) vorzugsweise in Durchflußrichtung (61) abstehende, durch Schlitze (67) voneinander getrennte, elastisch verformbare Zungen (66) aufweist, die zwischen sich den Durchflußquerschnitt bestimmen. 15 20
4. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** durch das Drosselement (162) in nicht verformtem Zustand ein erster Durchflußquerschnitt (168) freigegeben wird und daß durch die elastische Verformung des Drosselements (162) ein zusätzlicher Durchflußquerschnitt (170) freigegeben wird. 25
5. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Drosselement (162) wenigstens eine elastisch verformbare Zunge (166) aufweist, die in nicht verformtem Zustand den zusätzlichen Durchflußquerschnitt (170) verschließt und die bei Verformung den zusätzlichen Durchflußquerschnitt (170) freigibt. 30 35

40

45

50

55

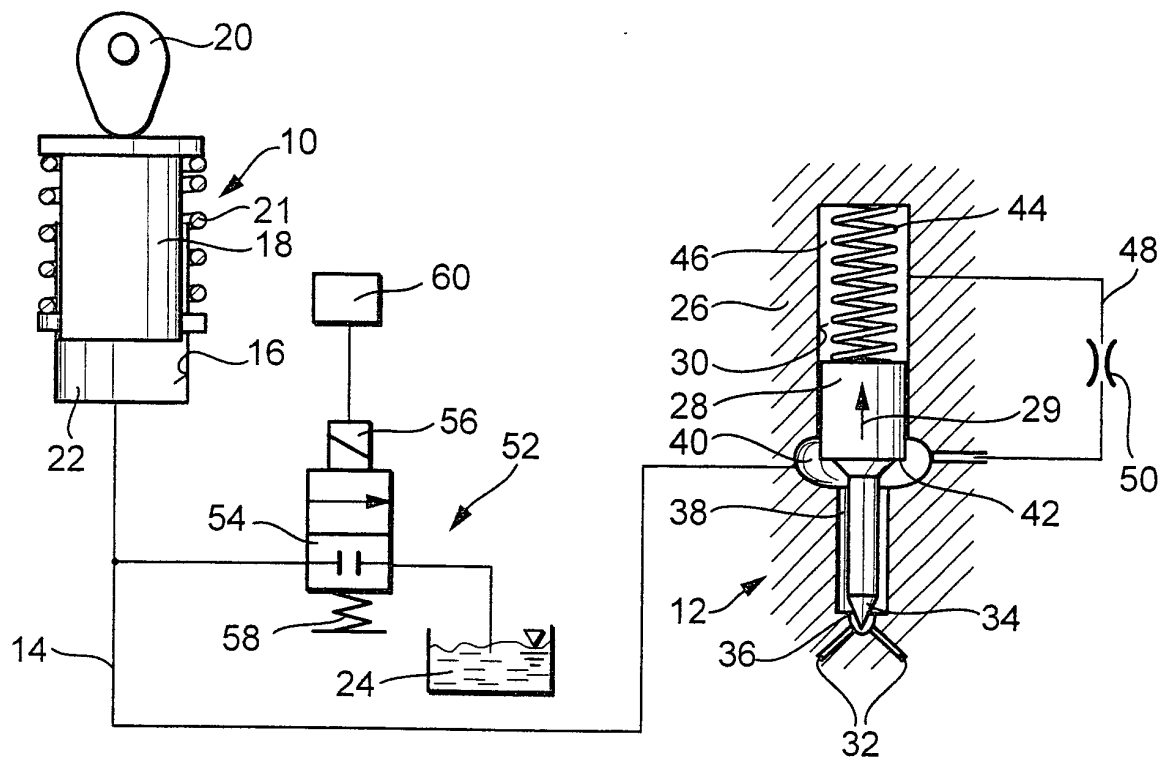


Fig. 1

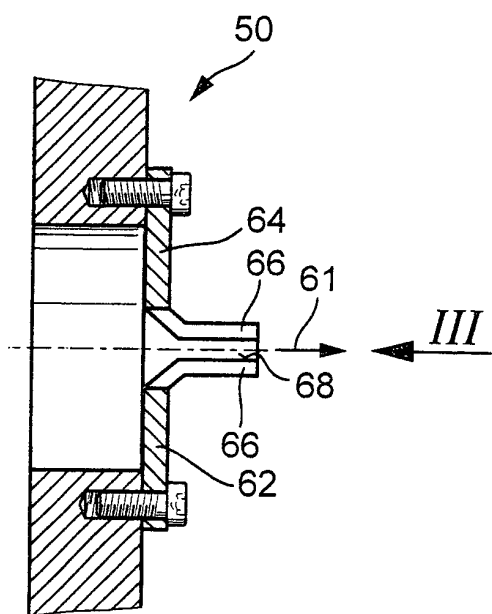


Fig. 2

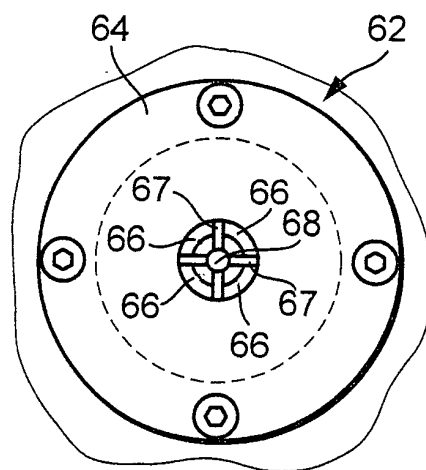


Fig. 3

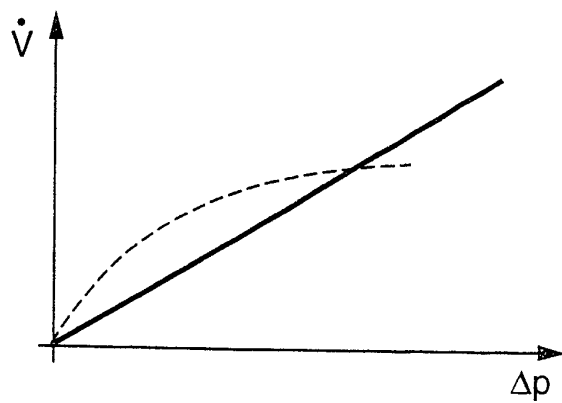


Fig. 4

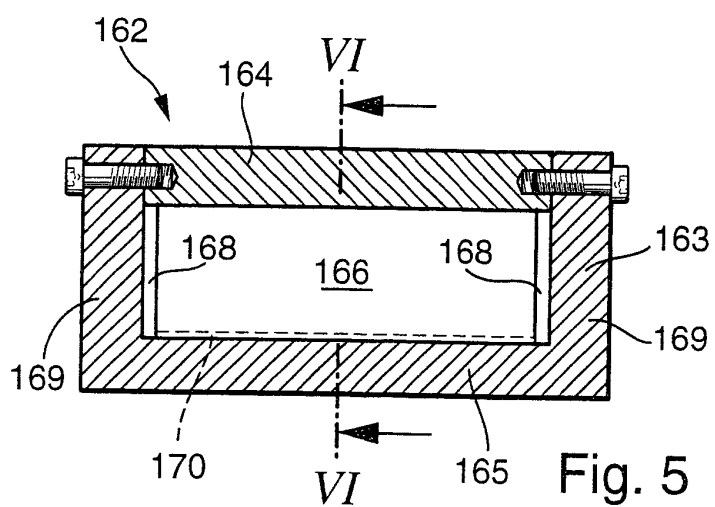


Fig. 5

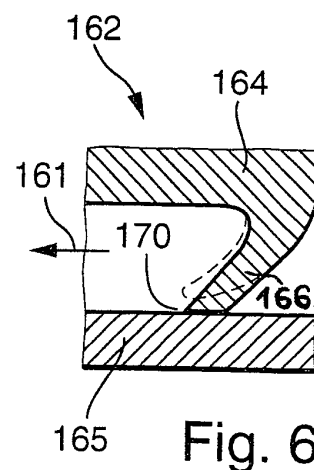


Fig. 6

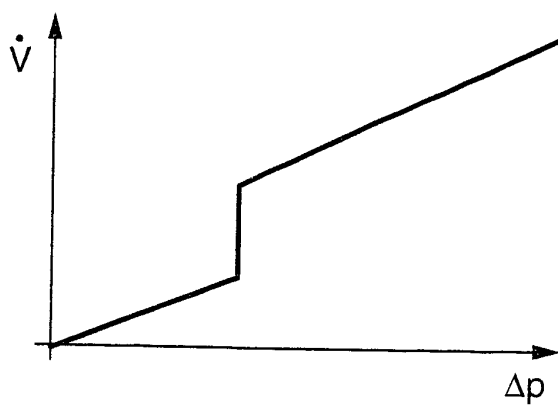


Fig. 7