

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 1 016 783 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**17.03.2004 Patentblatt 2004/12**

(51) Int Cl.7: **F02M 47/02**, F02M 59/46,  
F02M 45/08

(21) Anmeldenummer: **99124452.6**

(22) Anmeldetag: **08.12.1999**

(54) **Kraftstoffeinspritzvorrichtung für Brennkraftmaschinen**

Fuel injection device for internal combustion engines

Dispositif d'injection de carburant pour moteurs à combustion

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB**

(30) Priorität: **28.12.1998 DE 19860397**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**05.07.2000 Patentblatt 2000/27**

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

(72) Erfinder:

- **Potschin, Roger**  
**74336 Brackenheim (DE)**
- **Boecking, Friedrich**  
**70499 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**EP-A- 0 949 415**  
**US-A- 4 603 671**

**DE-A- 19 940 290**  
**US-A- 5 429 154**

**EP 1 016 783 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 von einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung für Brennkraftmaschinen nach der Gattung des Patentanspruchs 1 aus. Bei einer solchen, durch die DE 196 24 001 A1 bekannten Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist der Ventilraum in einer ersten Ausführung ohne Querschnittsverminderung mit dem Steuererraum verbunden. Das Steuerventil steuert dabei bei Betätigung durch den Piezoaktor den Abflußquerschnitt zum Abflußkanal hin entweder ganz auf oder schließt diesen. In einer weiteren Ausführung ist der Ventilraum über ein Verbindungskanal mit dem Steuererraum verbunden, wobei dieser Verbindungskanal coaxial zum Ventilsitz zur Seite des Abflußkanals liegt. Durch Betätigung des Steuerventilgliedes durch den Piezoaktor wird dabei entweder der Abflußquerschnitt vom Ventilraum zum Abflußkanal hin ganz geöffnet oder geschlossen oder es wird zur Erzielung einer Voreinspritzung das Steuerventilglied vom Ventilsitz zum Abflußkanal hin weg zum Eintritt des Verbindungskanals in den Ventilraum bewegt, wobei in der Folge dieser Bewegung der Steuererraum kurzzeitig über den Ventilraum zum Abflußkanal hin geöffnet ist. Für eine anschließende Haupteinspritzung wird das Steuerventilglied in eine Mittelstellung bewegt, in der sowohl der Querschnitt zum Abflußkanal hin als auch der Querschnitt des Verbindungskanals in den Ventilraum hinein ganz geöffnet sind. Diese Ausgestaltung hat den Nachteil, daß zur Entlastung des Druckes im Steuererraum nur ein einziger geometrisch festgelegter Abflußquerschnitt zum Abflußkanal hin besteht. Die Menge der Voreinspritzung ist dabei in der zweiten geschilderten Ausführung so, daß die Verstellgeschwindigkeit des Steuerventilgliedes durch den Piezoaktor und der geometrisch festgelegte Weg des Steuerventilgliedes bestimmende Größen für den Grad der Entlastung des Druckes im Steuererraum sind. Insbesondere ist der maximale Entlastungsquerschnitt sowohl für die Entlastung für die Voreinspritzung als auch für die Entlastung für die Haupteinspritzung gleich groß, was für eine Feinabstimmung der Öffnungsgeschwindigkeit des Einspritzventils bei verschiedenen Betriebszuständen von Nachteil ist.

### Vorteile der Erfindung

**[0002]** Die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 hat dagegen den Vorteil, daß sequentiell zwei unterschiedliche Abflußquerschnitte nacheinander einstellbar sind, indem in Abhängigkeit von der Stellung des Steuerventilgliedes zwei verschiedene Verbindungsquerschnitte zum Steuererraum hergestellt werden. Somit kann eine Gradation des Abflußquerschnittes in Abhängigkeit vom Hub erzielt werden. Insbesondere für geringe Entlastungen des Steuerdrucks

im Steuererraum kann dabei ein erster, kleinerer Abflußquerschnitt zur Wirkung kommen, mit dem mit höherer Genauigkeit der Voreinspritzhub des Einspritzventilgliedes eingestellt werden kann. Für die Haupteinspritzung steht danach ein großer Abflußquerschnitt zur Verfügung, der eine schnelle Bewegung des Einspritzventilgliedes erlaubt.

**[0003]** In vorteilhafter Weise ist dabei gemäß Patentanspruch 2 als zweiter Verbindungsquerschnitt ein zum ersten Verbindungsquerschnitt zusätzlicher Querschnitt vorgesehen. Damit wird ermöglicht, daß eine große wirkungsvolle Querschnittsveränderung erzielt werden kann. Gemäß Patentanspruch 3 liegt dabei raumsparend der erste Verbindungsquerschnitt im Zwischenventilglied, an dem gemäß Anspruch 4 bis 7 am Außenumfang einen ausreichend großer Durchflußquerschnitt bereitgestellt wird. Dabei kann der zweite Verbindungsquerschnitt durch den Durchflußquerschnitt an den Zwischenräumen zwischen den Längsrippen definiert sein oder er wird vorteilhaft gemäß Patentanspruch 7 durch den Hub des Zwischenventilgliedes bestimmt, das einen bestimmten Durchflußquerschnitt zwischen Dichtsitzschulter und Dichtfläche freigibt.

**[0004]** In der weiteren Ausgestaltung gemäß den Patentanspruch 8 werden immer offene Querverbindungen zwischen dem Verbindungskanal des Ventilgliedes und dem Ventilraum bereitgestellt, so daß dieser Verbindungskanal als immer offener erster Verbindungsquerschnitt bereit steht, dem bei geöffnetem Zwischenventilglied ein weiterer zweiter Verbindungsquerschnitt zugeschaltet wird.

**[0005]** Eine andere vorteilhafte Lösung besteht darin, den Verbindungskanal in dem Zwischenventilglied mit der Anlage des Steuerventilgliedes an diesem zu verschließen und somit statt des Querschnitts des Verbindungskanals im Zwischenventilglied nun den Querschnitt eines Verbindungskanals entlang dem Außenumfang des Zwischenventilgliedes bereitzustellen.

**[0006]** Weitere Ausgestaltungen der Erfindung mit deren Vorteilen sind der nachfolgenden Beschreibung in Verbindung mit der Zeichnung zu entnehmen.

### Zeichnung

**[0007]** In der Zeichnung sind zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt, sie werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 eine schematische Darstellung einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit Kraftstoffversorgung aus einem Kraftstoffhochdruckspeicher und einem Kraftstoffeinspritzventil bekannter Bauart, Figur 2 ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einem Steuerventilglied, das ein Zwischenventilglied einer ersten Ausführungsform betätigt, Figur 3a bis Figur 3c eine Darstellung des Hubverläufe von Einspritzventilglied, Steuerventilglied und Zwischenventilglied des Ausführungsbeispiels nach Figur 2, Figur 4 eine Abwandlung des Ausführungsbeispiels nach Figur 2 mit einem Zwischenven-

tilglied, dessen Verbindungskanal durch das Steuerventilglied verschließbar ist und Figuren 5a bis 5b die Hubverläufe von Einspritzventilglied, Steuerventilglied und Zwischenventilglied des Ausführungsbeispiels nach Figur 4.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

**[0008]** Eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung, mit der bei hohen Einspritzdrücken mit geringem Aufwand eine große Variation der Kraftstoffeinspritzung bezüglich Einspritzmenge und Einspritzzeitpunkt möglich ist, wird durch ein sogenanntes Common Rail System verwirklicht. Dieses stellt eine andere Art von Kraftstoffhochdruckquelle zur Verfügung als es durch die üblichen Kraftstoffhochdruckeinspritzpumpen gegeben ist. Dabei ist jedoch die Erfindung prinzipiell auch bei konventionellen Kraftstoffeinspritzpumpen verwendbar. Besonders vorteilhaft ist die Verwendung jedoch bei einem Common Rail Einspritz-System.

**[0009]** Bei dem in Figur 1 dargestellten Common Rail-Einspritzsystem ist als Kraftstoffhochdruckquelle ein Kraftstoffhochdruckspeicher 1 vorgesehen, der von einer Kraftstoffhochdruckförderpumpe 2 aus einem Kraftstoffvorratsbehälter 4 mit Kraftstoff versorgt wird. Der Druck in dem Kraftstoffhochdruckspeicher 1 wird durch einen Drucksensor 6 erfaßt und als Signal einer elektrischen Steuereinrichtung 8 zugeführt, die über ein Drucksteuerventil 5 den Druck im Kraftstoffhochdruckspeicher steuert. Alternativ kann auch die Fördermenge der Kraftstoffhochdruckpumpe auf diese Weise variiert werden. Die Steuereinrichtung steuert ferner auch das Öffnen und Schließen von Kraftstoffhochdruckeinspritzventile 9, die zur Einspritzung von Kraftstoff vom Kraftstoffhochdruckspeicher versorgt werden.

**[0010]** In einer bekannten Ausgestaltung weist das Kraftstoffeinspritzventil 9 ein Ventilgehäuse 11 auf, das an seinem einen Ende, das zum Einbau in die Brennkraftmaschine bestimmt ist, Einspritzöffnungen 12 besitzt, deren Austritt aus dem Innern des Kraftstoffeinspritzventils durch ein Einspritzventilglied 14 gesteuert wird. Dieses ist im ausgeführten Beispiel als langgestreckte Ventalnadel ausgebildet, die an ihrem einen Ende eine konische Dichtfläche 15 besitzt, die mit einem innenliegenden Ventilsitz am Ventilgehäuse zusammenwirkt, von dem aus die Einspritzöffnungen 12 abführen. Die Einspritzöffnungen können dabei auch von einem Sackloch ausgehen, das sich an den Ventilsitz anschließt. Die Ventalnadel ist in einer Längsbohrung 13 an ihrem oberen, der Dichtfläche 15 abgewandten Ende geführt und wird am der Dichtfläche 15 abgewandten, aus der Längsbohrung 13 heraustretenden Ende durch eine Druckfeder 18 in Schließrichtung beaufschlagt. Zwischen der Führung in der Längsbohrung 13 und dem Ventilsitz ist die Ventalnadel 14 von einem Ringraum 19 umgeben, der in einen Druckraum 16 mündet, welcher wiederum über eine Druckleitung 17 in ständiger Verbindung mit dem Kraftstoffhochdruckspeicher 1 steht.

Im Bereich dieses Druckraumes weist die Ventalnadel 14 eine Druckschulter 20 auf, über die sie vom Druck im Druckraum 16 entgegen der Kraft der Feder 18 im Sinne eines Abhebens der Dichtfläche 15 vom Ventilsitz beaufschlagt wird.

**[0011]** Die Ventalnadel wird weiterhin durch einen Stößel 21 betätigt, dessen der Ventalnadel 14 abgewandte Stirnseite 22 in einer Stößelführungsbohrung 23 einen Steuerraum 24 begrenzt. Dieser ist über einen Zulaufkanal 26, in dem eine Zulaufdrossel 28 vorgesehen ist, ständig mit der Druckleitung 17 beziehungsweise dem Kraftstoffhochdruckspeicher 1 verbunden. Der Zulaufkanal mündet seitlich unverschließbar in den Steuerraum 24 ein. Koaxial zum Stößel 21 führt vom Steuerraum 24 ein Verbindungskanal 29 ab, der in einen Ventilraum 30 eines Steuerventils 31 mündet. In dem Verbindungskanal, der zugleich auch einen Abflußkanal darstellt, ist eine Durchmesserbeschränkung, vorzugsweise in Form einer Abflußdrossel 32 vorgesehen. Der nähere Aufbau des Steuerventils 31 ist in den Ausführungsbeispielen Figuren 2 und 3 detaillierter dargestellt. Diesen Ausführungsbeispielen ist gemeinsam, daß das Steuerventil 31 ein Steuerventilglied 34 aufweist, bestehend aus einem Ventilstößel 35, der in einer Stößelbohrung 36 geführt ist, und einem Ventilkopf 37 an dem in den Ventilraum 30 ragenden Ende des Steuerventilglieds 34. An dem dem Ventilkopf gegenüberliegenden Ende des Ventilstößels 35 ist eine Federteller 38 vorgesehen, an dem sich eine Druckfeder 39 abstützt, die bestrebt ist, das Steuerventilglied in Schließstellung zu bringen. In entgegengesetzter Richtung wird das Steuerventilglied 34 durch einen Kolben 40 beaufschlagt, der Teil eines Piezoaktors 41 ist und bei Erregen des Piezos je nach Grad der Erregung das Steuerventilglied in verschiedene Öffnungsstellungen bringen kann. Dabei kann der Kolben direkt mit dem Piezo des Piezoaktors verbunden sein oder mittels einer hydraulischen oder mechanischen Übersetzung von diesem bewegt werden.

**[0012]** Zur genaueren Darstellung der erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Steuerventils 31 wird dieses anhand von Figur 2 näher beschrieben. Dort ist wiederum das Ende des Stößel 21, der die Ventalnadel 14 betätigt, dargestellt. Der Stößel 21 schließt in der Stößelführungsbohrung 23 mit seiner als bewegliche Wand dienenden Stirnseite 22 den Steuerraum 24 ein. Die Verstellung des Stößels 21 wird nach oben hin, in Öffnungsrichtung des Einspritzventilglieds 14, durch einen Anschlag 42 begrenzt, der einen außenliegenden Ringraum 43 freiläßt, in den der Zulauf 26 mündet. Axial führt im Bereich des Anschlags 42 der Verbindungskanal 29 ab, der in den Ventilraum 30 mündet. Dieser hat eine kreiszylindrische Umfangswand 45, die über einen konischen Ventilsitz 46 in einen den Ventilstößel 35 umgebenden Ringraum 48 übergeht. Von diesem führt ein Abflußkanal 49 zu einem Kraftstoffrücklauf oder einem Entlastungsraum ab.

**[0013]** Der am Ende des Ventilstößels 35 angeordnete

te Ventilkopf 37 weist eine konische, dem Eintritt des Verbindungskanals 29 in den Ventilraum 30 abgewandte Ventilkopfdichtfläche 51 auf, die mit dem Ventilsitz 46 zusammenwirkt und so die Verbindung zwischen dem Ventilraum 30 und dem Ringraum 48 bzw. dem anschließenden Abflußkanal 49 steuert. Der Ringraum 48 wird dabei durch eine sich an die Ventilkopfdichtfläche 37 anschließende Ausnehmung am Umfang des Ventilstößels 35 in Verbindung mit der vom Ventilraum 30 abführenden Stößelbohrung 36 gebildet.

**[0014]** Die dem Verbindungskanal 29 zugewandte Seite des Ventilkopfes hat eine ebene Stirnseite 53, die bei Betätigung des Ventilstößels 35 in Anlage an eine Stirnseite 54 eines ein Zwischenventil 56 bildenden Zwischenventilglieds 57 zur Anlage kommt und bei einer weiteren Betätigung des Ventilstößels 35 das Zwischenventilglied 57 aus seiner Schließstellung bewegbar ist.

**[0015]** Das Zwischenventilglied 57 weist an seinem Außenumfang Rippen 59 auf, zwischen denen Durchflußquerschnitte gebildet werden und die mit ihren Stirnseiten in einer Führungsbohrung 60 geführt werden. Die Führungsbohrung 60 verjüngt sich zur Seite des Ventilraums 30 in über eine Dichtsitzschulter 62 zu einer koaxial zur Führungsbohrung hin den Ventilraum 30 mündenden Anschlußbohrung 63. Die Dichtsitzschulter 62 stellt somit den Ventilsitz des Zwischenventilglieds dar.

**[0016]** Der die Rippen 59 tragende Teil des Zwischenventilglieds 57 verjüngt sich im Anschluß an die Rippen über eine kegelförmige Dichtfläche 64 zu einem zylindrischen Betätigungsteil 65, der mit Abstand zur Anschlußbohrung durch diese hindurch in den Ventilraum 30 ragt. Auf der gegenüberliegenden Seite wird das Zwischenventilglied 57 durch eine Schließfeder 68 belastet, die das Zwischenventilglied mit seiner Dichtfläche 64 in Anlage an die Dichtsitzschulter 62 bringt. Die Schließfeder 68 stützt sich dabei an dem Übergang zwischen der Führungsbohrung 60 und dem weiterführenden Teilstück 29 des Abflußkanals ab, der koaxial zur Führungsbohrung 60 in den Steuerraum 24 mündet.

**[0017]** Durch das Zwischenventilglied 57 führt ein axialer Verbindungskanal 69, der auch bei in Schließstellung befindlichem Zwischenventilglied 57 den Ventilraum 30 über das Teilstück 29 des Abflußkanals mit dem Steuerraum 24 verbindet. Der Verbindungskanal kann dabei als Stufenbohrung ausgeführt werden, von der der eine Stufenbohrungsteil 70, der zur Seite des Steuerraums 24 liegt und mit einem kleineren Durchmesser einen ersten Verbindungsquerschnitt bestimmt. Zur Seite des Ventilraums 30 im Bereich des Betätigungsteils 65 führt vom Verbindungskanal 69 wenigstens eine quer zu diesem verlaufende Ausnehmung 71 ab, dergestalt, daß bei Auflage der ebenen Stirnseite 53 des Ventilkopfes 37 auf der Stirnseite 54 des Zwischenventilglieds 57 die Verbindung zwischen Steuerraum 24 und Ventilraum 30 erhalten bleibt und weiterhin der Teil 70 des Verbindungskanals 69 den Verbindungsquerschnitt bestimmt.

**[0018]** Die Wirkungsweise der Ausgestaltung gemäß

Figur 2 ist dergestalt, daß zur Auslösung einer Kraftstoffeinspritzung mit Hilfe des Steuerventils 31 der Druck im Steuerraum 24 abgesenkt wird, indem der Abflußkanal 29, 70, 69, 30, 48, 49 geöffnet wird. Durch die Drossel 28 im Zuflußkanal 26 abgekoppelt, sinkt der Druck im Steuerraum 24 derart, daß das Ventilglied unter Einwirkung der Öffnungskräfte des Druckraums 60 entgegen der Kraft der Feder 18 öffnet. Der Grad der Öffnung des Einspritzventilglieds 14 kann dabei durch die Größe der Entlastung des Steuerraums bzw. der Menge des dort abfließenden Druckmittels bzw. Kraftstoffs beeinflusst werden. Führt das Steuerventilglied 34 nur einen Teilhub aus, derart, daß die Stirnseite 53 nicht in Anlage mit dem Zwischenventilglied 57 gelangt, so wird der maximale Durchfluß durch das Teilstück 70 des Verbindungskanals 69 bestimmt. Entsprechend gering ist die Entlastungsrate und somit der Hub des Einspritzventilglieds 14. Entsprechend wird nur eine geringe Kraftstoffeinspritzmenge, beispielsweise zur Einbringung einer Voreinspritzmenge in den Brennraum gefördert. Soll jedoch eine größere Kraftstoffmenge zur Einspritzung gelangen, so öffnet das Steuerventilglied 34 ganz und kommt dabei in Anlage an das Zwischenventilglied 57, hebt dieses über das Betätigungsteil 65 von der Dichtsitzschulter 62 ab und stellt dabei zusätzlich zum ersten Verbindungsquerschnitt einen zweiten Verbindungsquerschnitt, der durch Teilstück 70 bestimmt ist, zur Verfügung. Der zweite Verbindungsquerschnitt kann dabei entweder durch den Durchtrittsquerschnitt zwischen Dichtsitzschulter 62 und Dichtfläche 64 bestimmt werden oder es kann der Verbindungsquerschnitt durch die verbleibende Durchtrittsfläche zwischen den Rippen 59 definiert sein. Durch den nun zugeschalteten zweiten Verbindungsquerschnitt erfolgt die Entlastung des Steuerraums 24 schneller und im größeren Maße, so daß das Einspritzventilglied 14 im vorgesehenen Maße voll geöffnet werden kann, z.B. mit einem durch Anlage seiner Stirnfläche 22 an dem Anschlag 42 bestimmten Hub.

**[0019]** Die Teilentlastung des Steuerraums 24 zur Durchführung der Voreinspritzung hat dabei den Vorteil, daß beim Schließen des Steuerventilglieds 34 sich der Druck, da geringer abgesenkt, sehr schnell wieder aufbauen kann.

**[0020]** Der beschriebene Funktionsablauf läßt sich anhand der Figuren 3a bis 3d nachvollziehen. Dabei zeigt die Figur 3a den Hub des Einspritzventilglieds 14 über der Zeit. Man erkennt dort den Hub des Einspritzventilglieds für die Voreinspritzung V und den Hub des Einspritzventilglieds zur Durchführung der Haupteinspritzmenge H. Diese sind durch eine Spritzpause P unterbrochen. In Figur 3b ist dazu der notwendige Hub des Steuerventilglieds 34 dargestellt mit einem kleinen Hub  $V_S$  und einem großen Hub  $H_S$ . In Figur 3c schließlich wird der Hub des Zwischenventilglieds Z über der Zeit aufgetragen mit der Zuordnung zum Hub  $H_S$  des Steuerventilglieds 34 und des Hubs H für die Haupteinspritzung des Einspritzventilglieds 14.

[0021] In Figur 4 ist ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt in Abwandlung zu der Ausführung gemäß Figur 2. Abweichend bei ansonsten gleicher Konstruktion hat der Ventilkopf 134 statt der ebenen Stirnseite 53 nun eine kegelförmige, als Dichtfläche ausgebildete Stirnseite 73, die mit einer als Ventilsitz 74 ausgebildeten Stirnseite des Zwischenventilglieds 157 zusammen wirkt. Der Ventilsitz 74 umgibt den bei dem Zwischenventilglied 57 von Figur 2 vorgesehenen axialen Verbindungskanal 69 im Bereich seines Austritts am Betätigungsteil 65 in den Ventilraum 30. Statt einer im Ausführungsbeispiel nach Figur 2 vorgesehenen Blattfeder 68 ist nun eine Spiralfeder 168 vorgesehen, die das Zwischenventilglied 157 von der Seite des Steuer-raums 24 her belastet und dieses mit seiner Dichtfläche 64 in Anlage an der Dichtsitzschulter 62 hält, solange das Zwischenventilglied 157 nicht vom Steuerventilglied 134 abgehoben wird. Bei dieser Ausgestaltung stellt der Teil 70 des Verbindungskanals 69 wiederum den ersten Verbindungsquerschnitt zwischen Steuer-raum 24 und Ventilraum 30 dar, der allerdings dann, wenn das Steuerventilglied 134 mit seinem Ventilkopf 137 in Anlage an den kegelförmigen Ventilsitz 74 kommt, verschlossen wird. Nun aber wird durch Abheben des zwischenventilglieds 157 der zweite Verbindungsquerschnitt zwischen den Rippen 59 oder zwischen der Dichtsitzschulter 62 und der Dichtfläche 64 geöffnet. Der zweite Verbindungsquerschnitt ist dabei so ausgelegt, daß er entsprechend größer ist als der erste Verbindungsquerschnitt 70 des Teils des Verbindungskanals 69 unter der Brücksichtigung, daß hier der Durchflußquerschnitt des zweiten Verbindungsquerschnitts an die Stelle des Durchtrittsquerschnitts des ersten Verbindungsquerschnitts tritt. Diese Ausgestaltung kann im Einzelfall günstiger sein, um exakter den zweiten Verbindungsquerschnitt festlegen zu können.

[0022] In Figur 5a ist nun analog zu Figur 3a der Hub des Einspritzventilglieds 14 über der Zeit dargestellt mit ebenfalls dem Hub V für die Voreinspritzung und dem Hub H für die Haupteinspritzung. Anhand der Figur 5b erkennt man, daß im vorliegenden Falle der weitere Vorteil der Ausgestaltung nach Figur 4 darin besteht, daß das Steuerventilglied zur Unterbrechung der Kraftstoffeinspritzung zwischen Voreinspritzung V und Haupteinspritzung H nicht wieder in seine Ursprungsschließstellung zurückgefahren werden muß. Gemäß dem Kurvenzug S führt das Steuerventilglied 134 einen Hub  $h_v$  aus und kommt dabei zur Anlage an dem kegelförmigen Ventilsitz 74 des Zwischenventilglieds. Über die Wegstrecke zwischen Schließstellung des Steuerventilglieds 134 an seinem konischen Ventilsitz 46 und der Anlage am kegelförmigen Ventilsitz 74 erfolgt die Entlastung des Steuer-raums 24 bestimmt durch den ersten Verbindungsquerschnitt des Teils 70 des Verbindungskanals 69, was zur Voreinspritzung führt. Danach kann mit Schließen des Verbindungskanals 69 sich der Druck im Steuer-raum 24 wieder aufbauen und das Einspritzventilglied schließen. Zur

Haupteinspritzung wird das Steuerventilglied 134 weiterbewegt bis zum Hub  $h_h$  und öffnet dabei das Zwischenventilglied gemäß der Hubkurve Z. Mit diesem Öffnen des Zwischenventils erfolgt die Entlastung des Steuer-raums 24 mit einer höheren Entlastungsrate und demgemäß wird der für die Haupteinspritzung erforderliche Öffnungshub des Einspritzventilglieds ermöglicht.

## 10 Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzvorrichtung für Brennkraftmaschinen mit einer Kraftstoffhochdruckquelle (1), aus der ein Kraftstoffeinspritzventil (9) mit Kraftstoff versorgt wird, das ein Einspritzventilglied (14) zur Steuerung einer Einspritzöffnung (12) und einen Steuer-raum (24) aufweist, der von einer beweglichen Wand (22), die mit dem Einspritzventilglied (14) wenigstens mittelbar verbunden ist, begrenzt wird und der einen von einer Hochdruckquelle, vorzugsweise von der Kraftstoffhochdruckquelle (1) kommenden Zuflußkanal (26), und einem zu einem Entlastungsraum führenden Abflußkanal (29) aufweist, und dessen Druck durch ein den Abfluß durch den Abflußkanal (29, 49) steuerndes Steuerventil (31) gesteuert wird, das ein von einem Piezoaktor (41) betätigtes Steuerventilglied (34) hat, mit einem in einem Gehäuse geführten Ventilstößel (35), an dessen Ende ein in einen Ventilraum (30) ragender mit einer Ventilkopfdichtfläche (51) versehener Ventilkopf (37) vorgesehen ist, der zur Steuerung des Abflusses mit einem Ventilsitz (46) zusammenwirkt, wobei der Ventilraum (30) über ein Teilstück (29) des Abflußkanals mit dem Steuer-raum (24) verbunden ist, der bei geschlossenem Steuerventil (31) dem Druck der Kraftstoffhochdruckquelle (1) ausgesetzt ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** in dem Teilstück (29) des Abflußkanals ein Zwischenventil (56) mit einem Zwischenventilglied (57, 157) angeordnet ist und zwischen Ventilraum und Steuer-raum ein Verbindungskanal (69) mit einem ersten Verbindungsquerschnitt vorgesehen ist und daß das Zwischenventilglied durch den Ventilkopf (37) des Steuerventilglieds aus seiner Schließstellung zum Steuer-raum hin entgegen einer Schließkraft aufstoßbar ist, und dabei ein zweiter Verbindungsquerschnitt zwischen Ventilraum (30) und Steuer-raum (24) aufgesteuert wird.

2. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der zweite Verbindungsquerschnitt ein zum ersten Verbindungsquerschnitt zusätzlicher Verbindungsquerschnitt ist.

3. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Verbindungskanal (69) durch das Zwischenventilglied (57, 157) führt und durch das Steuerventilglied (34) ver-

geschlossen wird, wenn das Zwischenventilglied (57, 157) von seinem Ventilsitz (62) abgehoben wird und daß der zweiten Verbindungsquerschnitts größer als der erste Verbindungsquerschnitt (70) ist.

4. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Zwischenventilglied (57, 157) an seinem Außenumfang in einer von dem Steuerraum (24) ausgehenden Führungsbohrung (60) geführt ist, die sich über eine als Ventilsitz dienende Dichtsitzschulter (62) zu einer anschließenden in den Ventilraum (30) mündenden Anschlußbohrung (63) verengt, und das Zwischenventilglied (57, 157) eine Dichtfläche (64) an einem Übergang von seinem in der Führungsbohrung (60) geführten Führungsteil zu einem mit Abstand zur Wand der Anschlußbohrung (63) in den Ventilraum (30) ragenden Betätigungsteil (65) aufweist und durch die Kraft einer Schließfeder (68) mit der Dichtfläche in Anlage an die Dichtsitzschulter (62) bringbar ist.
5. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Zwischenventilglied (57, 157) zur Führung Längsrippen (59) aufweist, die an der Wand der Führungsbohrung (60) gleiten.
6. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der zweite Verbindungsquerschnitt zwischen den Längsrippen (59) und der Wand der Führungsbohrung (60) gebildet wird.
7. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der zweite Verbindungsquerschnitt zwischen der Dichtsitzschulter (62) und der Dichtfläche (64) bei abgehobenen Zwischenventilglied (57, 157) eingestellt wird.
8. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Verbindungskanal (69) axial durch das Zwischenventilglied (57, 157) führt und am ventilraumseitigen Ende des Betätigungsteils (65) Querverbindungen (71) aufweist, die bei einem stirnseitig an Betätigungsteil (65) anliegendem Ventilkopf (37) die Verbindung zwischen Ventilraum (30) und Verbindungskanal (69) aufrecht erhalten.
9. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Verbindungskanal (69) axial durch das Zwischenventilglied (57, 157) führt und am ventilraumseitigen Ende des Betätigungsteils (65) in einen Ventilsitz (74) endet, auf dem der Ventilkopf (37) zur Anlage kommt bevor das Zwischenventilglied (57, 157) durch den Ventilkopf (37) vom Ventilsitz (62) abge-

hoben wird und so die Verbindung zwischen Ventilraum (30) und Verbindungskanal (69) verschlossen wird.

- 5 10. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schließfeder ein Blattfeder (68) ist.
- 10 11. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schließfeder ein Spiralfeder (168) ist.

## Claims

- 15 1. Fuel injection device for internal combustion engines having a high-pressure fuel source (1) from which a fuel injection valve (9) is supplied with fuel, said fuel injection valve (9) having an injection valve element (14) for controlling an injection opening (12), and having a control space (24) which is bounded by a moveable wall (22) which is connected at least indirectly to the injection valve element (14) and which has an inflow duct (26) coming from a high-pressure source, preferably from the high-pressure fuel source (1), and an outflow duct (29) which leads to a relief space and whose pressure is controlled by a control valve (31) which controls the outflow through the outflow duct (29, 49) and which has a control valve element (34) which is activated by a piezoactuator (41), having a valve tappet (35) which is guided in a housing and at whose end there is a valve head (37) which projects into a valve space (30), is provided with a valve head sealing face (51) and interacts with a valve seat (46) in order to control the outflow, the valve space (30) being connected via a part (29) of the outflow duct to the control space (24) which is subjected to the pressure of the high-pressure fuel source (1) when the control valve (31) is closed, **characterized in that** an intermediate valve (56) with an intermediate valve element (57, 157) is arranged in the part (29) of the outflow duct, and a connecting duct (69) with a first connection cross section is provided between the valve space and control space, and **in that** the intermediate valve element can be pushed by the valve head (37) of the control valve element from its closed position in the direction of the control space counter to a closing force, and in the process a second connection cross section between the valve space (30) and control space (24) is opened.
2. Fuel injection device according to Claim 1, **characterized in that** the second connection cross section is a connection cross section which is additional to the first connection cross section.
3. Fuel injection device according to Claim 1, **charac-**

**terized in that** the connecting duct (69) leads through the intermediate valve element (57, 157) and is closed off by the control valve element (34) when the intermediate valve element (57, 157) is lifted off from its valve seat (62), and **in that** the second connection cross section is larger than the first connection cross section (70).

4. Fuel injection device according to Claim 2 or 3, **characterized in that** the intermediate valve element (57, 157) is guided at its external circumference in a guide bore (60) which starts from the control space (24), tapers over a sealing seat shoulder (62), serving as valve seat, to a subsequent connecting bore (63) which opens into the valve space (30), and the intermediate valve element (57, 157) has a sealing face (64) at a transition from its guide part, guided in the guide bore (60), to an activation part (65) which projects into the valve space (30) at a distance from the wall of the connecting bore (63), and whose sealing face can be moved into an abutting position against the sealing seat shoulder (62) by the force of a closing spring (68).
5. Fuel injection device according to Claim 4, **characterized in that** the intermediate valve element (57, 157) has, for guiding purposes, longitudinal ribs (59) which slide along the wall of the guide bore (60).
6. Fuel injection device according to Claim 5, **characterized in that** the second connection cross section is formed between the longitudinal ribs (59) and the wall of the guide bore (60).
7. Fuel injection device according to Claim 5, **characterized in that** the second connection cross section is set between the sealing seat shoulder (62) and the sealing face (64) when the intermediate valve element (57, 157) is lifted off.
8. Fuel injection device according to Claims 5 to 7, **characterized in that** the connecting duct (69) leads axially through the intermediate valve element (57, 157) and has, at the valve space end of the activation part (65), transverse connections (71) which maintain the connection between the valve space (30) and connecting duct (69) when there is a valve head (37) bearing against the end of the activation part (65).
9. Fuel injection device according to Claims 5 to 7, **characterized in that** the connecting duct (69) leads axially through the intermediate valve element (57, 157) and ends at the valve space end of the activation part (65) in a valve seat (74), on which the valve head (73) abuts before the intermediate valve element (57, 157) is lifted off from the valve

seat (62) by the valve head (37), and the connection between the valve space (30) and connecting duct (69) is thus closed off.

- 5 10. Fuel injection device according to Claim 4, **characterized in that** the closing spring is a leaf spring (68).
- 10 11. Fuel injection device according to Claim 4, **characterized in that** the closing spring is a helical spring (168).

## Revendications

1. Dispositif d'injection de carburant pour des moteurs à combustion interne comportant une source de carburant à haute pression (1) qui alimente en carburant un injecteur (9), celui-ci comportant un organe de soupape (14) pour commander un orifice d'injection (12) et une chambre de commande (24) délimitée par une cloison mobile (22) reliée au moins indirectement à l'aiguille d'injecteur (14) et qui comporte un canal d'alimentation (26) venant d'une source de haute pression de préférence de la source carburant à haute pression (1) et un canal de sortie (29) partant d'une chambre de décharge et dont la pression est commandée par une soupape de commande (31) qui commande la sortie à travers le canal d'évacuation (29, 49), en ayant un organe de commande de soupape (34) actionné par un actionneur piézo-électrique (41), un poussoir de soupape (35) guidé dans le boîtier et dont l'extrémité comporte une tête de soupape (37) venant dans la chambre de soupape (30) et comportant une surface d'étanchéité (51), cette tête de soupape permettant de commander l'évacuation avec un siège de soupape (46), la chambre de soupape (30) étant reliée par une partie (29) du canal d'évacuation à la chambre de commande (24), qui lorsque la vanne de commande (31) est fermée, est mise hors pression de la source de pression de carburant, **caractérisé en ce que** dans la partie (29) du canal d'évacuation il est prévu une soupape intermédiaire (56) avec un organe de soupape intermédiaire (57, 157) et un canal de liaison (69) ayant une première section de communication est prévu entre la chambre de soupape et la chambre de commande et, l'organe intermédiaire peut être ouvert par la poussée de la tête de soupape (37) de l'organe de commande de soupape à partir d'une position de fermeture vers la chambre de commande dans la direction opposée à celle de la force de fermeture et ainsi on commande l'ouverture d'une seconde section de communication entre la chambre de soupape (30) et la chambre de commande (24).

2. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 1,  
**caractérisé en ce que**  
la seconde section de communication présente une section réduite, en plus par rapport à la première section de communication. 5
3. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 1,  
**caractérisé en ce que** 10  
le canal de communication (69) traverse l'organe intermédiaire (57, 157) et est fermé par la soupape de commande (34) lorsque l'élément de soupape intermédiaire (57, 157) est soulevé de son siège (62) et la seconde section de communication est plus grande que la première section de communication (70). 15
4. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 1 ou 3, 20  
**caractérisé en ce que**  
l'organe intermédiaire (57, 157) est guidé par sa périphérie dans un perçage ou guidage (60) partant de la chambre de commande (24), ce perçage diminuant pour rejoindre un perçage de branchement (63) adjacent dans la chambre de soupape (60) en partant d'un épaulement formant siège d'étanchéité (62), et l'organe de l'intermédiaire (57, 157) présente une surface d'étanchéité (64) au passage entre sa partie de guidage guidée dans le perçage de guidage (60) et une partie d'actionnement (65) pénétrant dans la chambre de soupape (30) en laissant une distance par rapport à la paroi du perçage de raccordement (63) et la force d'un ressort de fermeture (69) conduit la surface d'étanchéité en appui contre l'épaulement formant siège d'étanchéité (62). 25 30
5. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 4, 40  
**caractérisé en ce que**  
l'organe de soupape intermédiaire (57, 157) présente des nervures longitudinales (59) pour le guidage, ces nervures glissant contre la paroi du perçage de guidage (60). 45
6. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 5,  
**caractérisé en ce que** 50  
la seconde section de communication est formée entre les nervures longitudinales (59) et la paroi du perçage de guidage (60).
7. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 5, 55  
**caractérisé en ce que**  
la seconde section de communication entre l'épaulement formant siège d'étanchéité (62) et la surface d'étanchéité (64) est réglée une fois l'organe intermédiaire soulevé (57, 157).
8. Dispositif d'injection de carburant selon les revendications 5 à 7,  
**caractérisé en ce que**  
le canal de liaison (69) traverse axialement l'organe intermédiaire (57, 157) et à l'extrémité située du côté de la chambre de soupape, des liaisons transversales (71) qui lorsque la tête de soupape (37) est appliquée frontalement contre la pièce d'actionnement (65), maintiennent ouverte la communication entre la chambre de soupape (30) et le canal de liaison (69).
9. Dispositif d'injection de carburant selon les revendications 5 à 7,  
**caractérisé en ce que**  
le canal de liaison (69) traverse axialement l'organe intermédiaire (57, 157) et l'extrémité de la pièce d'actionnement (65) du côté de la chambre de soupape se termine au niveau d'un siège soupape (74) et contre lequel vient en appui la tête de soupape (37) avant que l'organe intermédiaire (57, 157) soit soulevé du siège de soupape (62) par la tête de soupape (37) et ferme ainsi la communication entre la chambre de soupape (30) et le canal de liaison (69).
10. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 4,  
**caractérisé en ce que**  
le ressort de fermeture est un ressort à lames (78).
11. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 4,  
**caractérisé en ce que**  
le ressort d'obturation est un ressort spiral (168).



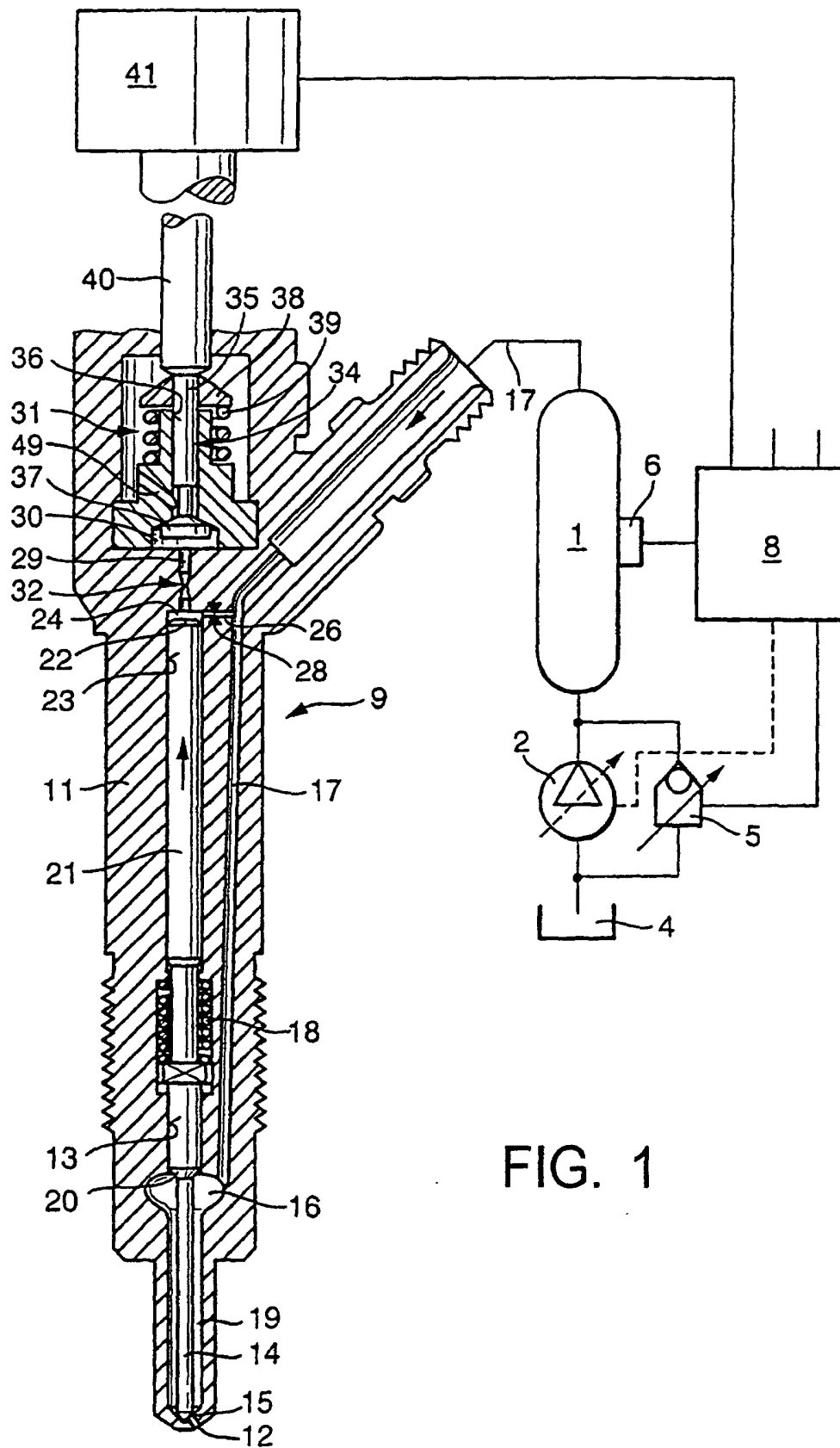


FIG. 1

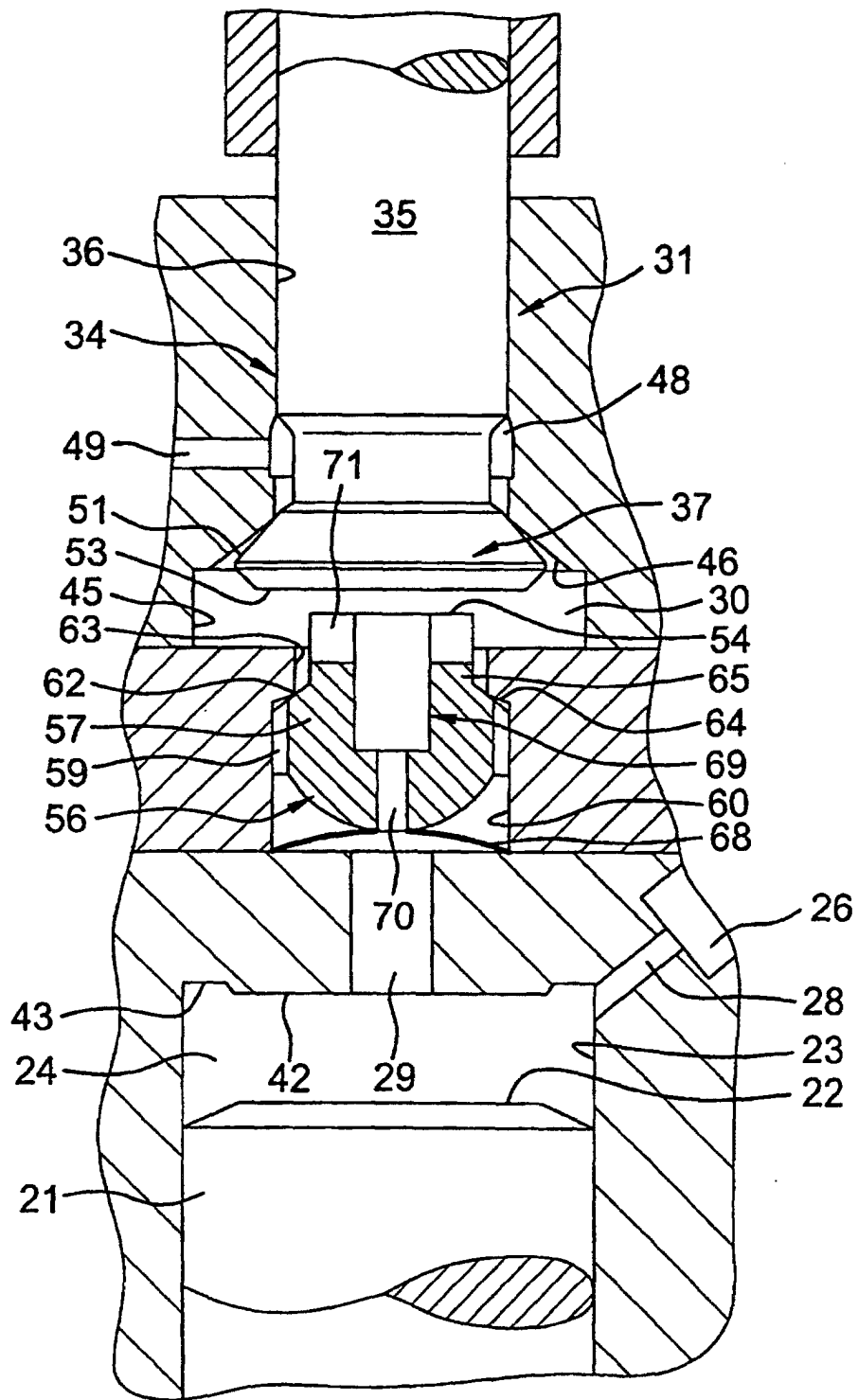


FIG. 2

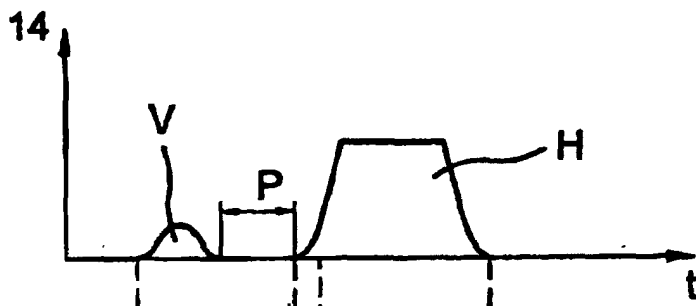


FIG. 3a

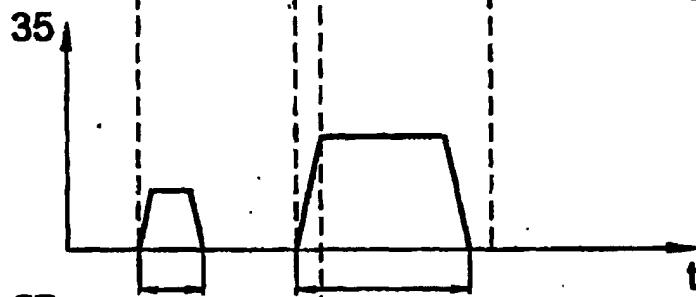


FIG. 3b

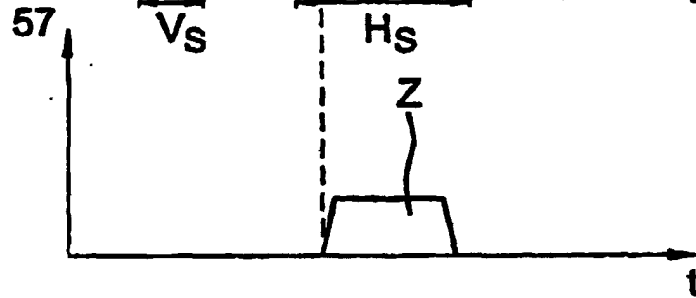


FIG. 3c

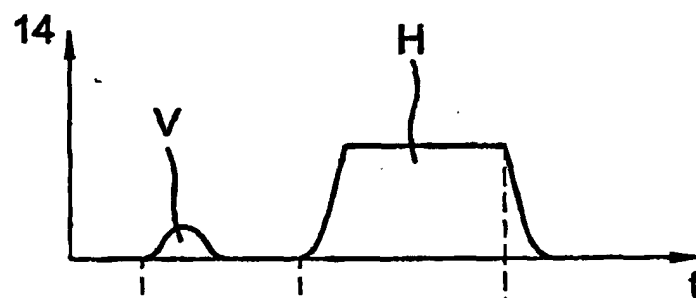


FIG. 5a

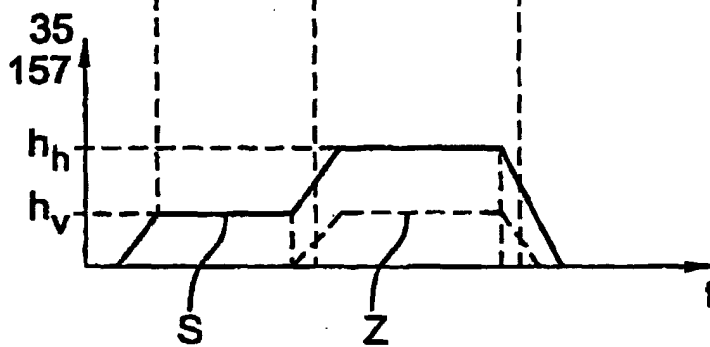


FIG. 5b

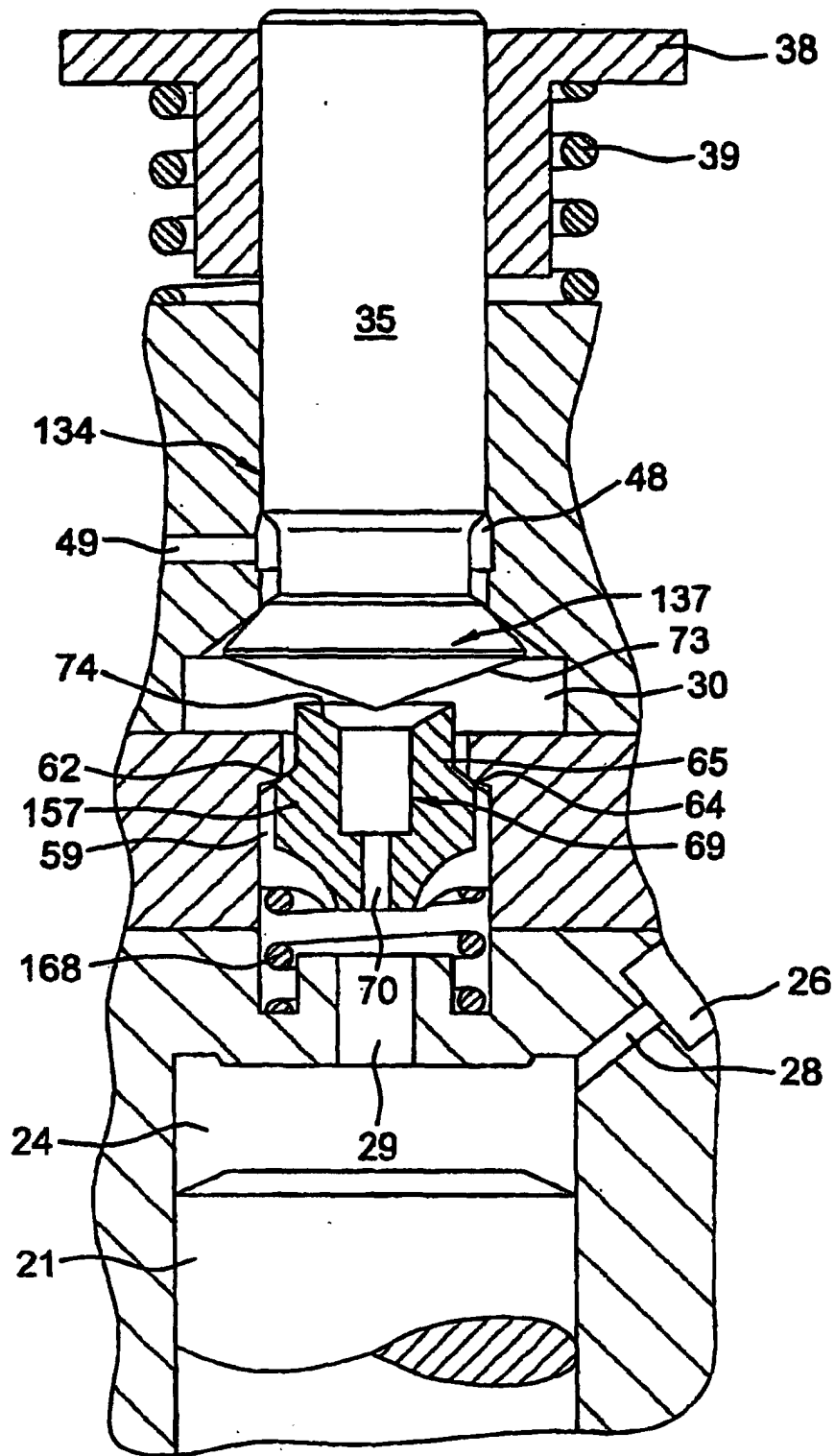


FIG. 4