



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 864 743 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
11.06.2003 Patentblatt 2003/24

(51) Int Cl.7: **F02M 47/04**

(21) Anmeldenummer: **97120314.6**

(22) Anmeldetag: **20.11.1997**

(54) **Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen**

Fuel injection valve for internal combustion engines

Soupape d'injection de combustible pour moteurs à combustion interne

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **10.03.1997 DE 19709795**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.09.1998 Patentblatt 1998/38

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

(72) Erfinder: **Itoh, Katsuoki**
71229 Leonberg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 3 344 229 **DE-A- 4 306 072**
DE-A- 19 500 706 **US-A- 5 669 355**

EP 0 864 743 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 einem Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen nach der Gattung des Patentanspruchs 1 aus. Bei einem solchen aus der DE 195 00 706 A1 bekannten Kraftstoffeinspritzventil ist ein kolbenförmiges Ventilglied axial verschiebbar in einem Ventilkörper angeordnet, der mit seinem freien Ende in den Brennraum der zu versorgenden Brennkraftmaschine ragt. Das Ventilglied weist dabei an seinem brennraumseitigen Ende eine Ventildichtfläche auf, mit der es zur Steuerung eines Einspritzquerschnittes mit einer Ventilsitzfläche am Ventilkörper zusammenwirkt, von der eine Einspritzöffnung in den Brennraum der Brennkraftmaschine abführt. Das Ventilglied wird von einem elektrischen Stellglied, vorzugsweise einem Piezoaktor axial betätigt, wobei die Stellbewegung des Piezoaktors über einen hydraulischen Arbeitsraum auf das Ventilglied übertragen wird. Dies hat dabei den Vorteil, daß z. B. temperaturabhängige Schwankungen des Piezoaktors ausgeglichen werden können und zudem die Stellbewegung des Piezoaktors in eine größere Stellbewegung des Ventilgliedes übersetzt werden kann.

[0002] Dabei weist das bekannte Kraftstoffeinspritzventil jedoch den Nachteil auf, daß es beim dynamischen Betrieb zu Überschwingungen und Prellern des Ventilgliedes kommen kann, die ein ungewolltes Öffnen des Einspritzventils zur Folge haben. Zudem werden bei dem bekannten Kraftstoffeinspritzventil Eigenschwingungen des Piezoaktors über den hydraulischen Verstärkerraum auf das Ventilglied übertragen, so daß auch dieses zu schwingen beginnt und somit den Einspritzverlauf verfälscht. Ein weiterer Nachteil des bekannten Kraftstoffeinspritzventils tritt bei der Rückstellbewegung des Piezoaktors auf, wobei durch die rasche Volumengrößenerhöhung des hydraulischen Arbeitsraumes der Druck des darin befindlichen Kraftstoffes unter den Dampfdruck sinken kann und somit Kavitationsschäden auftreten können.

Vorteile der Erfindung

[0003] Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß durch die Verwendung eines zweiten elektrischen Stellgliedes eine sehr schnelle und direkte Ventilgliedbetätigung möglich ist, mit der sich der Einspritzöffnungsquerschnitt und somit der Einspritzverlauf am Kraftstoffeinspritzventil optimal über die Einspritzzeit formen läßt. Dabei erfolgt der mechanische bzw. Temperaturengleich des Piezoaktors sowie die hydraulische Verstärkung der Stellbewegung des Piezoaktors über einen hydraulischen Arbeitsraum. Dieser Arbeitsraum ist dabei in zwei Teilräume unterteilt, die je-

weils durch einen Kolben des Piezoaktors und des Ventilgliedes begrenzt werden und die über eine Drosselstelle voneinander getrennt sind, so daß am Piezoaktor auftretende Schwingungen nicht auf das Ventilglied übertragen werden und ein Überschwingen bzw. Prellern am Ventilglied selbst unterdrückt werden. Durch die Trennung von elektrischem Stellglied und dessen Verstellkolben wird zudem das Entstehen eines Unterdruckes bei schnellem Rückstellen der elektrischen Stellglieder vermieden, wobei diese dann vom Verstellkolben abheben. Besonders vorteilhaft ist die Verwendung von zwei in Gegenrichtung auf das Ventilglied wirkenden elektrischen Stellgliedern, da somit neben einem sehr schnellen und gesteuerten Öffnungshub auch der Schließhub des Ventilgliedes sehr rasch und gesteuert ausgeführt werden kann. Dabei kann durch die Verwendung dieser in Gegenrichtung wirkenden elektrischen Stellglieder auch eine Dämpfung des Ventilgliedes erreicht werden, da der zweite in Gegenrichtung zum ersten wirkende Aktor einen dynamischen Kräfteausgleich im hydraulischen Arbeitsraum bewirkt. Ein weiterer Vorteil wird durch die zweiteilige Ausbildung des mit dem Ventilglied verbundenen Ventilkolbens erreicht, bei der jeder Ventilkolbenteil einen in Gegenrichtung auf das Ventilglied wirkenden Arbeitsraum begrenzt. Dabei läßt sich durch einen vorgegebenen Abstand zwischen den beiden Kolbenteilen ein Vorhub am Ventilglied realisieren.

[0004] Durch eine gezielte stufenförmige Verstellbewegung der elektrischen Stellglieder ist es zudem möglich, ein Schwingen des Ventilgliedes zu unterdrücken bzw. zu dämpfen.

[0005] Das elektrische Stellglied kann dabei alternativ als piezoelektrischer oder magnetostriktiver Aktor ausgebildet sein. Zudem kann das von den elektrischen Stellgliedern betätigte Kraftstoffeinspritzventil als nach außen öffnendes Einspritzventil oder nach innen öffnendes Einspritzventil, z. B. Loch- oder Zapfendüse ausgebildet sein.

[0006] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes der Erfindung sind der Beschreibung, der Zeichnung und den Patentansprüchen entnehmbar.

45 Zeichnung

[0007] Drei Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils für Brennkraftmaschinen sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen die Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel in einer vereinfachten Schemadarstellung, bei dem die beiden Piezoaktoren in gleicher Verstellrichtung über einen gemeinsamen hydraulischen Arbeitsraum auf das Ventilglied wirken, die Figur 2 ein zweites Ausführungsbeispiel, bei dem die beiden elektrischen Stellglieder in jeweils entgegengesetzter Verstellrichtung über einen gemeinsamen hydraulischen Arbeitsraum am Ventilglied

des Kraftstoffeinspritzventils angreifen, und die Figur 3 ein drittes Ausführungsbeispiel analog zur Darstellung der Figur 2, bei dem jedem elektrischen Stellglied ein separater hydraulischer Arbeitsraum zum Ventilglied zugeordnet ist.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0008] Das in der Figur 1 in einer vereinfachten Schemadarstellung gezeigte erste Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils für Brennkraftmaschinen weist einen Ventilkörper 1 auf, der mit seinem unteren freien Ende in den nicht näher dargestellten Brennraum der zu versorgenden Brennkraftmaschine ragt. Im Ventilkörper 1 ist eine axiale Sackbohrung 3 vorgesehen, in die eine nicht gezeigte, von einer Kraftstoffeinspritzpumpe abführende Einspritzleitung mündet. Desweiteren ist im Ventilkörper 1 ein kolbenförmiges Ventilglied 5 axial verschiebbar angeordnet, das an seinem unteren, brennraumnahen Ende eine Ventildichtfläche 7 aufweist, mit der es zur Steuerung eines Einspritzquerschnittes mit einer Ventilsitzfläche 9 am Ventilkörper 1 zusammenwirkt, die am geschlossenen Ende der Sackbohrung 3 gebildet ist. Dabei führen von der Ventilsitzfläche 9 zwei Einspritzöffnungen 11 in den Brennraum der zu versorgenden Brennkraftmaschine ab. Das Ventilglied 5 verringert an seinem der Ventildichtfläche 7 abgewandten Ende seinen Querschnitt unter Bildung einer Ringschulter 13, an der eine sich andererseits gehäusefest abstützende Ventildichtfläche 15 derart angreift, daß sie das Ventilglied 5 in Anlage an der Ventilsitzfläche 9 hält.

[0009] An seinem der Ventildichtfläche 7 abgewandten Ende weist das Ventilglied 5 einen im Querschnitt vergrößerten Ventilkolben 17 auf, der zur axialen Betätigung des Ventilgliedes 5 in einen hydraulischen Arbeitsraum 19 ragt und diesen mit seiner unteren, dem Ventilsitz 9 zugewandten Kolbenringstirnfläche 21 begrenzt. Zur Betätigung des Ventilgliedes 5 sind weiterhin zwei vorzugsweise als Piezoaktoren ausgebildete elektrische Stellglieder vorgesehen, von denen ein erstes Stellglied 23 über einen axial daran anliegenden ersten Verstellkolben 25 ebenfalls in den hydraulischen Arbeitsraum 19 ragt. Zusätzlich zum ersten Stellglied 23 ist ein zu diesem versetzt angeordnetes zweites Stellglied 27 vorgesehen, das ebenfalls unter Zwischenschaltung eines zweiten Verstellkolbens 29 in den hydraulischen Arbeitsraum 19 ragt. Dabei ist der hydraulische Arbeitsraum 19 in drei Teilräume unterteilt, von denen ein erster Teilraum 31 vom ersten Verstellkolben 25, ein zweiter Teilraum 33 vom zweiten Verstellkolben 29 und ein dritter Teilraum 35 vom Ventilkolben 17 begrenzt ist. Dabei ist der dritte Teilraum 35 über jeweils eine Drosselstelle 37 mit den beiden anderen Teilräumen 31 und 33 verbunden.

[0010] Für eine sichere ständige Anlage der Verstellkolben 25 und 29 an den elektrischen Stellgliedern 23 und 27 sind zwischen den Verstellkolben 25 und 29 und

dem diese führenden Gehäuse Rückstellfedern 41 eingespannt, die die Verstellkolben 25 und 29 in vom hydraulischen Arbeitsraum 19 abgewandter Richtung beaufschlagen und diese so in ständiger Anlage an den elektrischen Stellgliedern 23 und 27 halten.

[0011] Das in der Figur 1 dargestellte erste Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils für Brennkraftmaschinen arbeitet in folgender Weise. In Ausgangslage des geschlossenen Kraftstoffeinspritzventils sind die als Piezoaktoren ausgebildeten elektrischen Stellglieder 23 und 27 stromlos geschaltet und weisen ihre kleinste axiale Erstreckung auf. Die Verstellkolben 25 und 29 sind durch die Rückstellfedern 41 in Anlage an den Stellgliedern 23 und 27 gehalten, so daß im hydraulischen Arbeitsraum 19 lediglich ein Standdruck aufgebaut ist. Dieser an der Kolbenringstirnfläche 21 des fest mit dem Ventilglied 5 verbundenen Ventilkolbens 17 in Öffnungsrichtung des Ventilgliedes 5 angreifende Standdruck ist dabei jedoch kleiner als die Schließkraft der Ventildichtfläche 15, die das Ventilglied 5 mit seiner Ventildichtfläche 7 dichtend an der Ventilsitzfläche 9 hält, so daß die Einspritzöffnungen 11 von der Ventildichtfläche 7 verschlossen gehalten werden. Soll eine Einspritzung am Kraftstoffeinspritzventil erfolgen, werden die Stellglieder 23 und 27 bestrahlt und dehnen sich in ihrer Länge aus. Dabei werden die Verstellkolben 25 in Richtung hydraulischer Arbeitsraum 19 verschoben, so daß das Hydraulikmedium aus den Teilräumen 31 und 33 über die Drosselstellen 37 in den dritten Teilraum 35 verdrängt wird. Dort greift das zuströmende hydraulische Druckmittel an der Stirnfläche 21 des Ventilkolbens 17 an und verschiebt diesen entgegen der Schließkraft der Ventildichtfläche 15 in die vom Ventilsitz 9 abgewandte Richtung, so daß das Ventilglied 5 vom Ventilsitz 9 abhebt und den Durchströmquerschnitt zwischen der mit Hochdruckkraftstoff gefüllten Sackbohrung 3 zu den Einspritzöffnungen 11 freigibt. Dabei werden Schwingungen am Ventilglied 5 durch eine gezielte stufenförmige Bewegung der elektrischen Stellglieder 23 und 27 gedämpft. Dazu wird die axiale Ausdehnungsbewegung der Stellglieder 23 und 27 stufenweise ausgelöst, wobei ein Stellglied jeweils kurz nach dem zweiten Stellglied angesteuert wird. Die zeitliche Verschiebung der Verstellbewegungen der Stellglieder 23 und 27 zueinander beträgt dabei etwa einige 10 µs.

[0012] Zur Beendigung des Einspritzvorganges am Kraftstoffeinspritzventil werden die elektrischen Stellglieder 23 und 27 erneut stromlos geschaltet, so daß sie wieder sehr rasch in ihre axial verkürzte Ausgangslage zurückkehren. Dabei erfolgt das Ansteuern der elektrischen Stellglieder 23 und 27 erneut mit einer geringen zeitlichen Verschiebung. Die jeweiligen Verstellkolben 25 und 29 werden durch die Kraft der Rückstellfedern 41 ebenfalls in Richtung Stellglieder 23, 27 zurückverschoben, so daß sich das Volumen im hydraulischen Arbeitsraum rasch vergrößert und der Druck somit schnell unter den schließdruck der Ventildichtfläche 15 absinkt. Infol-

gedessen wird das Ventilglied 5 von der Ventildfeder 15 erneut in Anlage an den Ventilsitz 9 verschoben, so daß der Öffnungsquerschnitt am Kraftstoffeinspritzventil wieder verschlossen und die Einspritzung beendet ist. Dabei wird durch die Trennung der Verstellkolben 25, 29 von den elektrischen Stellgliedern 23 und 27 die Rückstellbewegung der Verstellkolben 25 und 29 derart verzögert, daß der Druck im hydraulischen Arbeitsraum nicht unter den Dampfdruck abfällt und somit keine Kavitationsschäden auslösende Unterdruckgebiete entstehen. Diese Vermeidung von Kavitation kann zudem durch eine Verzögerung der Rückstellgeschwindigkeit der elektrischen Stellglieder 23 und 27 und durch eine Erhöhung des Systemdruckes im hydraulischen Arbeitsraum 19 weit über den Dampfdruck des hydraulischen Mediums unterstützt werden.

[0013] Das in der Figur 2 dargestellte zweite Ausführungsbeispiel unterscheidet sich vom in der Figur 1 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel dadurch, daß nunmehr zwei hydraulische Arbeitsräume vorgesehen sind, die durch den Ventilkolben 17 derart voneinander abgegrenzt sind, daß sie den Ventilkolben 17 des Ventilgliedes 5 jeweils in entgegengesetzter Verstellrichtung beaufschlagen. Dazu sind die zwei hydraulischen Arbeitsräume in einer gemeinsamen zylinderförmigen Kammer 43 angeordnet, die durch den gleitend darin geführten Ventilkolben 17 in einen ersten oberen hydraulischen Arbeitsraum 45 und einen zweiten unteren hydraulischen Arbeitsraum 47 unterteilt ist. Dabei begrenzt eine erste obere Ventilkolbenstirnfläche 49 den ersten oberen hydraulischen Arbeitsraum 45 und eine zweite untere Ventilkolbenstirnfläche 21 den zweiten unteren hydraulischen Arbeitsraum 47. Die hydraulischen Arbeitsräume 45 und 47 sind jeweils in zwei Teilräume unterteilt, von denen je ein Teilraum an den Verstellkolben 25, 29 des elektrischen Stellgliedes 23, 27 und ein anderer Teilraum an den Ventilkolben 17 mündet und die wiederum über einen Drosselquerschnitt 37 miteinander verbunden sind.

[0014] Das in der Figur 2 dargestellte zweite Ausführungsbeispiel arbeitet in folgender Weise. In Ausgangslage bei geschlossenem Kraftstoffeinspritzventil ist das erste Stellglied 23 axial ausgedehnt. Dazu kann ein sich unter Zuführung einer Steuerspannung axial ausdehnendes Piezoelement bestromt sein oder ein sich unter Zuführung einer Steuerspannung zusammenziehendes Piezoelement stromlos geschaltet sein. Durch die axiale Ausdehnung des ersten Stellgliedes 23 wird der erste Verstellkolben 25 in Richtung erster hydraulischer Arbeitsraum 45 verschoben, wobei diese Verstellbewegung des ersten Verstellkolbens 25 über die obere Ventilkolbenstirnfläche 49 des Verstellkolbens 17 so auf das Ventilglied 5 übertragen wird, daß dieses mit seiner Ventildichtfläche 7 dichtend in Anlage an die Ventilsitzfläche 9 gepreßt wird. Das zweite Stellglied 27 ist bei geschlossenem Kraftstoffeinspritzventil so geschaltet, daß es seine kleinste axiale Erstreckung aufweist. Der zweite Verstellkolben 29 wird dabei durch die Rückstellfeder 41

in Anlage am Stellglied 27 gehalten und ist weitgehend aus dem zweiten unteren hydraulischen Arbeitsraum 47 ausgetaucht.

[0015] Soll eine Einspritzung am Kraftstoffeinspritzventil erfolgen, wird nunmehr das erste Stellglied 23 so geschaltet, daß es seine axiale Erstreckung verringert. Gleichzeitig wird das zweite Stellglied 27 derart geschaltet, daß sich seine axiale Erstreckung vergrößert, so daß der zweite Verstellkolben 29 vom zweiten Stellglied 27 in Richtung zweiter unterer hydraulischer Arbeitsraum 47 verschoben wird. Diese Stellbewegung des zweiten Verstellkolbens 29 wird hydraulisch auf die untere Kolbenringstirnfläche 21 des Verstellkolbens 17 übertragen, so daß das Ventilglied 5 vom Ventilsitz 9 abgehoben wird und den Einspritzquerschnitt in den Brennraum der Brennkraftmaschine freigibt. Um dabei Schwingungen am Ventilglied 5 zu vermeiden kann die Verstellung des Ventilgliedes erneut durch ein stufenweises Ansteuern der Stellglieder 23 und 27 erfolgen, wobei der in Schließrichtung wirkende Verstellkolben 25 jeweils kurzzeitig vom Stellglied 23 in seiner Lage fixiert wird und so kurzzeitig eine dämpfende Gegenkraft aufbaut. Dabei werden zudem durch den Drosseloeffekt an den Drosselstellen 37 die Übertragung von Eigenschwingungen der Stellglieder 23 und 27 gedämpft.

[0016] Das in der Figur 3 dargestellte dritte Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils unterscheidet sich zum in der Figur 2 dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel durch die Ausbildung des Ventilkolbens 17, der nunmehr zweiteilig ausgebildet ist. Dabei begrenzt ein erster oberer Kolbenteil 61 mit seiner oberen Ventilkolbenstirnfläche 49 den oberen hydraulischen Arbeitsraum 45, der in Schließrichtung auf das Ventilglied 5 wirkt. Ein zweiter unterer Kolbenteil 63 des Ventilkolbens 17 begrenzt mit seiner unteren Kolbenringstirnfläche 21 den unteren hydraulischen Arbeitsraum 47, der in Öffnungsrichtung auf das Ventilglied 5 des nach innen öffnenden Kraftstoffeinspritzventils wirkt. Die beiden Kolbenteile 61 und 63 sind durch eine vorzugsweise am oberen Kolbenteil 61 angeordnete Kolbenstange 65 in einem bestimmten Abstand zueinander miteinander in Anlage bringbar, wobei sich über den freien Abstand zwischen der Kolbenstange 65 und dem unteren Kolbenteil 63 ein Vorhub h_v des Ventilgliedes 5 in Öffnungsrichtung einstellen läßt.

[0017] Das in der Figur 3 ohne die Stellglieder und die entsprechenden Rückstellfedern der Verstellkolben dargestellte Kraftstoffeinspritzventil arbeitet analog zum zweiten Ausführungsbeispiel. Dabei durchläuft das Ventilglied 5 zu Beginn der Öffnungshubphase bei Verschieben des zweiten Stellgliedes 27 in Richtung unterer hydraulischer Arbeitsraum 47 zunächst einen sehr raschen Vorhubweg h_v , bei dem lediglich die Kraft der nicht dargestellten Ventildfeder 15 überdrückt werden muß. Nach Durchfahren des Vorhubweges h_v gelangt der untere Ventilkolbenteil 63 in Anlage an den oberen Ventilkolbenteil 61 und hat nunmehr im Verlauf der weiteren Verstellhubbewegung eine größere Rückstellkraft

zu überwinden. Dabei kann der sich an die Voreinspritzung anschließende Öffnungshubverlauf des Ventilgliedes 5 durch die entsprechende Ansteuerung des den ersten Verstellkolben 25 betätigende erste Stellglied 23 eingestellt werden. Um dabei eine gegenseitige Beeinflussung der Stellbewegung der Kolbenteile 61 und 63 zu vermeiden, sind die hydraulischen Arbeitsräume 45 und 47 durch den Ventilkolben 17 vorzugsweise voneinander getrennt.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem in einem Ventilkörper (1) axial verschiebbaren Ventilglied (5), das an seinem einen Ende eine Ventildichtfläche (7) aufweist, mit der es zur Steuerung eines Einspritzquerschnittes mit einer Ventilsitzfläche (9) am Ventilkörper (1) zusammenwirkt, von der wenigstens eine Einspritzöffnung (11) zur Kraftstoffeinspritzung in den Brennraum der zu versorgenden Brennkraftmaschine abführt und mit einem das Ventilglied (5) axial betätigenden elektrischen Stellglied (23), das über einen hydraulischen Arbeitsraum (19) auf das Ventilglied (5) wirkt, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein zweites elektrisches Stellglied 27 zur Betätigung des Ventilgliedes (5) vorgesehen ist, das unabhängig vom ersten elektrischen Stellglied (23) ansteuerbar ist.
2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der hydraulische Arbeitsraum (19) durch einen mit dem Ventilglied (5) verbundenen Ventilkolben (17) und durch mit den elektrischen Stellgliedern (23, 27) verbundene Verstellkolben (25, 29) begrenzt ist, wobei die an die Verstellkolben (25, 29) und den Ventilkolben (17) angrenzenden Räume des hydraulischen Arbeitsraumes (19) jeweils Teilräume (31, 33, 35) bilden, die durch Drosselquerschnitte (37) voneinander abgeteilt sind.
3. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Ventilkolben (17) direkt am Ventilglied (5) befestigt ist und daß die Verstellkolben (25, 29) mittels Rückstellfedern (41) mit ihren, den hydraulischen Teilräumen (31, 33) abgewandten Stirnflächen in Anlage an den jeweiligen elektrischen Stellgliedern (23, 27) gehalten werden.
4. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die elektrischen Stellglieder (23, 27) als Piezoaktoren ausgebildet sind.
5. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das erste und zweite Stellglied (23, 27) in gleicher Verstellrichtung über den hydraulischen Arbeitsraum (19) am Ventilkolben

(17) des Ventilgliedes (5) angreifen.

- 5 6. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwei hydraulische Arbeitsräume (45, 47) vorgesehen sind, die durch den Ventilkolben (17) derart voneinander abgegrenzt sind, daß sie das Ventilglied (5) jeweils in entgegengesetzter Verstellrichtung beaufschlagen.
- 10 7. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zwei hydraulischen Arbeitsräume (45, 47) in einer gemeinsamen zylinderförmigen Kammer (43) angeordnet sind, die durch den gleitend darin geführten Ventilkolben (17) in einen ersten oberen und einen zweiten unteren hydraulischen Arbeitsraum (45, 47) unterteilt ist, wobei eine erste obere Ventilkolbenstirnfläche (49) den ersten oberen Arbeitsraum (45) und eine zweite untere Ventilkolbenstirnfläche (21) den zweiten unteren Arbeitsraum (47) begrenzt.
- 25 8. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die hydraulischen Arbeitsräume (45, 47) jeweils in zwei Teilräume unterteilt sind, von denen je ein Teilraum an den Verstellkolben (25, 29) des elektrischen Stellgliedes (23, 27) und ein anderer Teilraum an den Ventilkolben (17) mündet und die über einen Drosselquerschnitt miteinander verbunden sind.
- 30 9. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Ventilkolben (17) zweiteilig ausgebildet ist und mit einem ersten oberen Kolbenteil (61) einen ersten oberen hydraulischen Arbeitsraum (45) und mit einem zweiten unteren Kolbenteil (63) einen zweiten unteren hydraulischen Arbeitsraum (47) begrenzt, wobei die Kolbenteile (61, 63) vorzugsweise über eine an einem Kolbenteil befestigte Kolbenstange (65) miteinander in Anlage bringbar sind.

Claims

- 45 1. Fuel injection valve for internal combustion engines, with a valve member (5) which is axially displaceable in a valve body (1) and at one end has a valve-sealing surface (7) by which it cooperates with a valve-seat surface (9) on the valve body (1) in order to control an injection cross section, at least one injection orifice (11) for fuel injection leading from the said valve-seat surface into the combustion space of the internal combustion engine to be supplied, and with an electrical actuator (23) which actuates the valve member (5) axially and acts via a hydraulic working space (19) on the valve member (5), **characterized in that** a second electrical actuator (27) for actuating the valve member (5) is pro-

vided, which can be activated independently of the first electrical actuator (23).

2. Fuel injection valve according to Claim 1, **characterized in that** the hydraulic working space (19) is delimited by a valve piston (17) connected to the valve member (5) and by adjusting pistons (25, 29) connected to the electrical actuators (23, 27), the spaces of the hydraulic working space (19) which are adjacent to the adjusting pistons (25, 29) and to the valve piston (17) forming in each case subspaces (31, 33, 35) which are divided off from one another by means of throttle cross sections (37).
3. Fuel injection valve according to Claim 2, **characterized in that** the valve piston (17) is fastened directly to the valve member (5), and **in that** the adjusting pistons (25, 29) are held with their end faces facing away from the hydraulic subspaces (31, 33) in bearing contact on the respective electrical actuators (23, 27) by means of return springs (41).
4. Fuel injection valve according to Claim 1, **characterized in that** the electrical actuators (23, 27) are designed as piezoelectric actuators.
5. Fuel injection valve according to Claim 2, **characterized in that** the first and the second actuator (23, 27) act on the valve piston (17) of the valve member (5) in the same direction of adjustment via the hydraulic working space (19).
6. Fuel injection valve according to Claim 2, **characterized in that** two hydraulic working spaces (45, 47) are provided, which are delimited from one another by the valve piston (17) in such a way that they act upon the valve member (5) in each case in an opposite direction of adjustment.
7. Fuel injection valve according to Claim 6, **characterized in that** the two hydraulic working spaces (45, 47) are arranged in a common cylindrical chamber (43) which is subdivided by the valve piston (17) guided slidably therein into a first upper and a second lower hydraulic working space (45, 47), a first upper valve-piston end face (49) delimiting the first upper working space (45), and a second lower valve-piston end face (21) delimiting the second lower working space (47).
8. Fuel injection valve according to Claim 7, **characterized in that** the hydraulic working spaces (45, 47) are subdivided in each case into two subspaces, of which in each case one subspace issues onto the adjusting piston (25, 29) of the electrical actuator (23, 27) and another subspace issues onto the valve piston (17) and which are connected to one another via a throttle cross section.

9. Fuel injection valve according to Claim 6, **characterized in that** the valve piston (17) is designed in two parts and with a first upper piston part (61) delimits a first upper hydraulic working space (45) and with a second lower piston part (63) delimits a second lower hydraulic working space (47), the piston parts (61, 63) being capable of being brought into bearing contact with one another preferably via a piston rod (65) fastened to one piston part.

Revendications

1. Injecteur de carburant pour moteur à combustion interne comprenant une soupape (5) pouvant coulisser dans l'injecteur (1) et présentant à son extrémité une portée d'étanchéité (7) coopérant pour commander une section d'injection, avec une portée de siège (9) prévue sur l'injecteur (1) et d'où part un orifice (11) assurant l'injection du carburant dans la chambre de combustion du moteur à alimenter, ainsi qu'un organe électrique de commande (23) actionnant axialement la soupape (5) par l'intermédiaire d'une chambre hydraulique de travail (19), **caractérisé en ce qu'** il est prévu pour actionner la soupape (5), un second organe électrique de commande (27) pouvant être commandé indépendamment du premier (23).
2. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la chambre hydraulique de travail (19) est délimitée par un piston de soupape (17) relié à la soupape (5) et par des pistons de réglage (25, 29) reliés aux organes électriques de commande (23, 27), les parties de la chambre hydraulique de travail (19) délimitées par les pistons de soupape (25, 29) et le piston de soupape (27) formant des chambres partielles séparées les unes des autres par des sections d'étranglement (37).
3. Injecteur de carburant selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le piston de soupape (17) est fixé directement sur la soupape (5) et les pistons de commande (25, 29) sont maintenus par des ressorts de rappel (41) en contact par leurs faces frontales éloignées des chambres partielles (31, 33), avec les organes électriques de commande (23, 27) correspondants.
4. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les organes électriques de commande (23, 27) sont des actionneurs piézo-électriques.
5. Injecteur de carburant selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le premier et le second organe de commande (23,

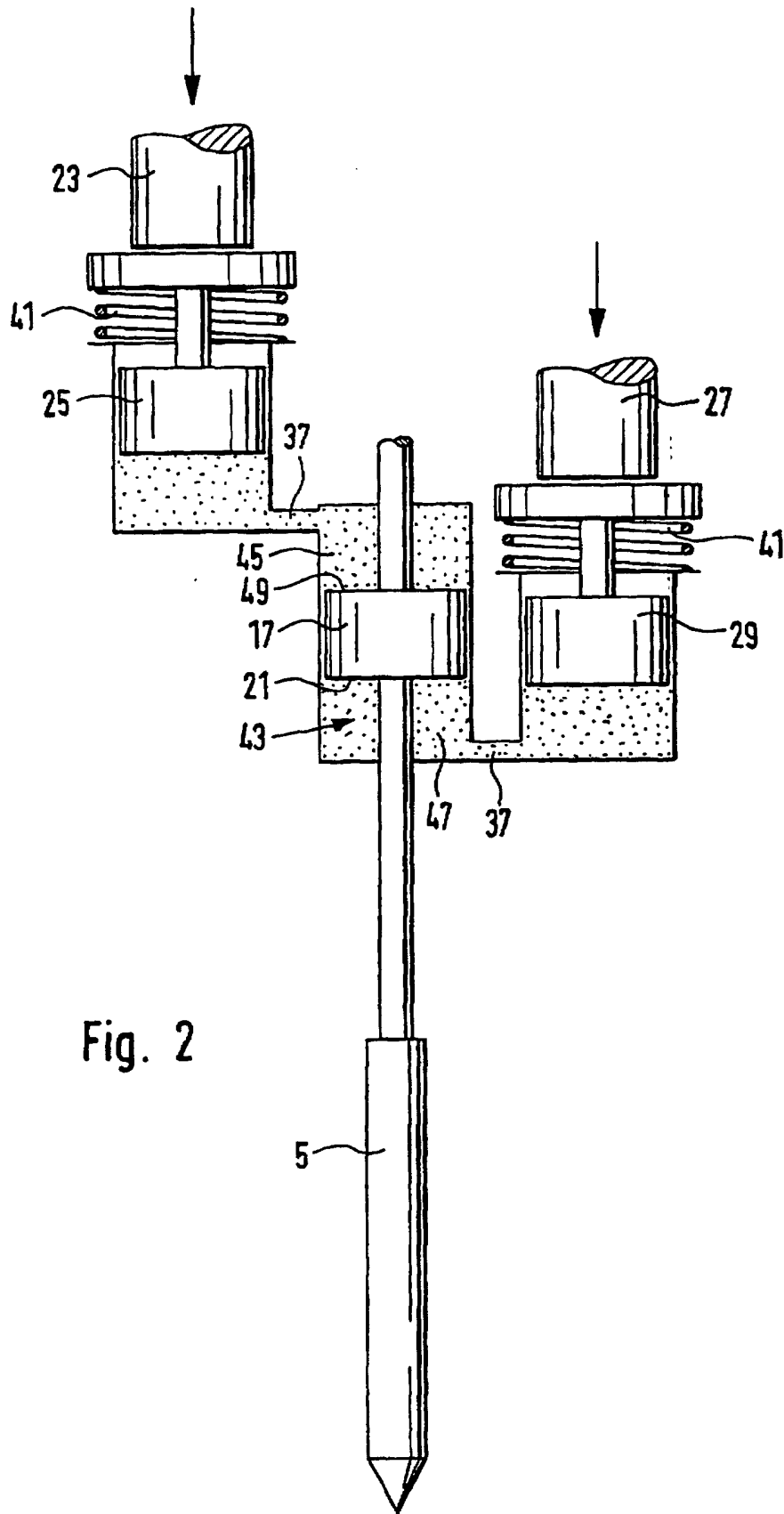
27) agissent dans la même direction de déplacement sur le piston (17) de la soupape (5) par l'intermédiaire de la chambre hydraulique de travail (19).

6. Injecteur de carburant selon la revendication 2, 5
caractérisé en ce qu'
 il est prévu deux chambres hydrauliques de travail (45, 47) délimitées par le piston de soupape (17) de manière que la soupape (5) soit actionnée par ces chambres dans des sens de déplacement opposés. 10
7. Injecteur de carburant selon la revendication 6, 15
caractérisé en ce que
 les deux chambres hydrauliques de travail (45, 47) sont à l'intérieur d'une chambre cylindrique commune (43) dans laquelle coulisse un piston de soupape (17) divisant la chambre (43) en une première chambre supérieure de travail (45) et une seconde chambre inférieure de travail (47) délimitées, la première (45) par la face frontale supérieure (49) du piston de soupape (17) et la deuxième (47) par la face inférieure (21) de ce piston de soupape. 20
8. Injecteur de carburant selon la revendication 7, 25
caractérisé en ce que
 les chambres hydrauliques de travail (45, 47) sont divisées chacune en deux chambres partielles dont l'une débouche sur un piston de commande (25 ou 29) de l'organe de réglage (23 ou 27) respectivement et l'autre sur le piston de soupape (17), les chambres de chaque paire étant reliées entre elles par une section d'étranglement. 30
9. Injecteur de carburant selon la revendication 6, 35
caractérisé en ce que
 le piston de soupape (17) est divisé en deux parties, la première partie supérieure de piston (61) délimitant une première chambre hydraulique supérieure de travail (45) tandis que la seconde partie inférieure de piston (63) délimite une seconde chambre hydraulique de travail (47), les deux parties (61, 63) de piston pouvant avantageusement être amenées en contact par l'intermédiaire d'une tige (65) fixée à une partie de piston. 40

45

50

55



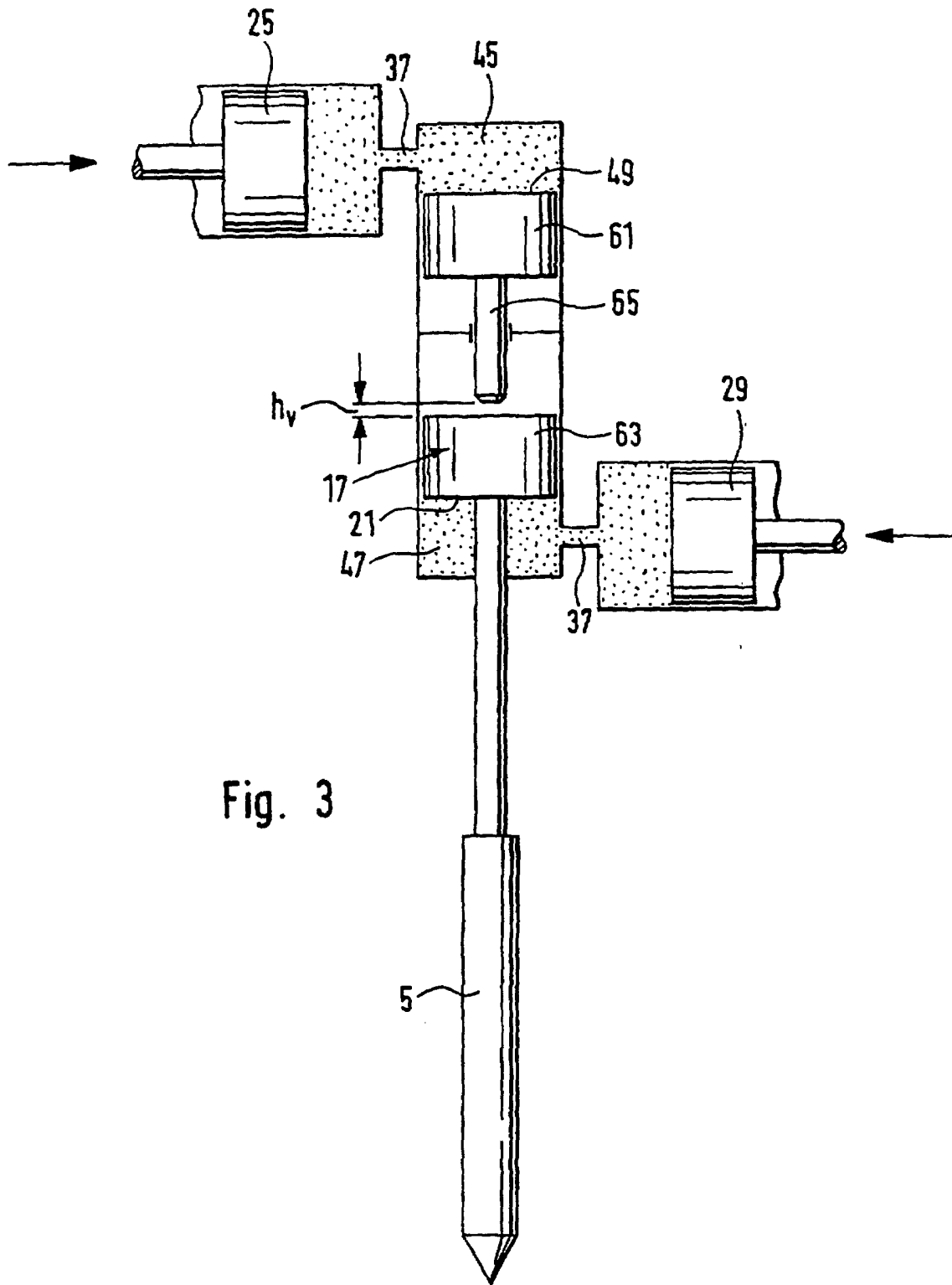


Fig. 3