

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 260 705 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
20.10.2004 Patentblatt 2004/43

(51) Int Cl.7: **F02M 57/02**, F02M 59/46,
F02M 47/02

(21) Anmeldenummer: **02008448.9**

(22) Anmeldetag: **13.04.2002**

(54) **Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine**

Fuel injection system for internal combustion engine

Systeme d'injection de carburant pour moteur a combustion interne

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT SE

(30) Priorität: **17.05.2001 DE 10123994**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.11.2002 Patentblatt 2002/48

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

(72) Erfinder: **Reusing, Volker**
70197 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 823 549 **EP-A- 1 211 411**

EP 1 260 705 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Stand der Technik

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

[0002] Eine solche Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist durch die EP 0 823 549 A bekannt. Diese Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine jeweils eine Kraftstoffpumpe und ein Kraftstoffeinspritzventil auf, die eine Baueinheit bilden. Die Kraftstoffpumpe weist einen durch die Brennkraftmaschine in einer Hubbewegung angetriebenen Pumpenkolben auf, der einen Pumpenarbeitsraum begrenzt. Es ist ein erstes elektrisch gesteuertes Steuerventil vorgesehen, durch das eine Verbindung des Pumpenarbeitsraums mit einem Entlastungsraum gesteuert wird. Das Kraftstoffeinspritzventil weist ein Einspritzventilglied auf, durch das wenigstens eine Einspritzöffnung gesteuert wird und das durch den in einem mit dem Pumpenarbeitsraum verbundenen Druckraum herrschenden Druck gegen eine Schließkraft in Öffnungsrichtung bewegbar ist. Es ist ein zweites elektrisch gesteuertes Steuerventil vorgesehen, durch das der in einem Steuerdruckraum des Kraftstoffeinspritzventils herrschende Druck gesteuert wird, durch den das Einspritzventilglied zumindest mittelbar in Schließrichtung beaufschlagt ist. Durch das zweite Steuerventil wird eine Verbindung des Steuerdruckraums mit dem Pumpenarbeitsraum gesteuert. Diese Kraftstoffeinspritzeinrichtung ermöglicht bei einem Einspritzzyklus aufeinanderfolgend eine Voreinspritzung einer geringen Kraftstoffmenge, eine Haupteinspritzung einer großen Kraftstoffmenge und eine Nacheinspritzung einer geringen Kraftstoffmenge. Beide Steuerventile werden durch einen gemeinsamen Aktor in Form eines Elektromagneten gesteuert. Um dies zu ermöglichen müssen die beiden Ventile zueinander axial angeordnet sein, wodurch die Baueinheit aus Kraftstoffpumpe und Kraftstoffeinspritzventil eine große Bauhöhe aufweist.

Vorteile der Erfindung.

[0003] Die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß die beiden Steuerventile in beliebiger Weise, beispielsweise nebeneinander angeordnet werden können, so daß die Baueinheit aus Kraftstoffpumpe und Kraftstoffeinspritzventil nur eine geringe Bauhöhe aufweist.

[0004] In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzeinrichtung angegeben. Die Ausbildung gemäß Anspruch 5 ermöglicht eine Kraftstoffeinspritzung mit gestuftem Druckanstieg.

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 einen Druckverlauf an Einspritzöffnungen eines Kraftstoffeinspritzventils der Kraftstoffeinspritzeinrichtung und Figur 3 die Kraftstoffeinspritzeinrichtung in einem Längsschnitt.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0006] In den Figuren 1 und 3 ist eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs dargestellt. Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist als sogenanntes Pumpe-Düse-System ausgebildet und weist für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine jeweils eine Kraftstoffpumpe 10 und ein Kraftstoffeinspritzventil 12 auf, die eine Baueinheit bilden. Die Kraftstoffpumpe 10 weist einen in einem Zylinder 16 dicht geführten Pumpenkolben 18 auf, der durch einen Nocken 20 einer Nockenwelle der Brennkraftmaschine gegen die Kraft einer Rückstellfeder 19 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 Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter 24 zugeführt, beispielsweise mittels einer nicht dargestellten Niederdruckpumpe.

[0007] Das Kraftstoffeinspritzventil 12 ist unterhalb der Kraftstoffpumpe 10 zum Brennraum der Brennkraftmaschine hin angeordnet und mit dem Pumpenarbeitsraum 22 verbunden. 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 radiale 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 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 an-

geordnet, der sich an die Bohrung 30 anschließt. An den Federraum 46 schließt sich an dessen der Bohrung 30 abgewandtem Ende im Ventilkörper 26 eine weitere Bohrung 48 an, in der ein Kolben 50 dicht geführt ist, der mit dem Einspritzventilglied 28 verbunden ist. Der Kolben 50 begrenzt mit seiner dem Federraum 46 abgewandten Stirnfläche einen Steuerdruckraum 52 im Ventilkörper 26. Der Druckraum 40 ist über einen im Ventilkörper 26 verlaufenden Kanal 54 mit dem Pumpenarbeitsraum 22 verbunden. Der Steuerdruckraum 52 weist eine ständig geöffnete Verbindung mit einem Entlastungsraum auf, als der beispielsweise der Kraftstoffvorratsbehälter 24 dient, und in der wenigstens eine Drosselstelle 56 vorgesehen ist.

[0008] Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist zwei elektrisch gesteuerte Steuerventile 60, 70 auf, die an der Baueinheit aus Kraftstoffpumpe 10 und Kraftstoffeinspritzventil 12 angeordnet sind. Durch ein erstes Steuerventil 60 wird eine Verbindung des Pumpenarbeitsraums 22 mit einem Entlastungsraum gesteuert, wobei der Entlastungsraum beispielsweise der Kraftstoffvorratsbehälter 24 ist oder ein anderer Bereich, in dem ein geringer Druck herrscht. Das erste Steuerventil 60 kann als ein 2/2-Wegeventil oder vorzugsweise als ein 2/3-Wegeventil ausgebildet sein. Das erste Steuerventil 60 weist ein Ventilglied 61 auf, das gegen die Kraft einer Rückstellfeder 62 bei der Ausbildung als 2/2-Wegeventil zwischen zwei Schaltstellungen bewegbar ist und bei der Ausbildung als 2/3-Wegeventil zwischen drei Schaltstellungen bewegbar ist.

[0009] Durch das zweite Steuerventil 70 wird eine Verbindung des Steuerdruckraums 52 des Kraftstoffeinspritzventils 12 mit dem Pumpenarbeitsraum 22 gesteuert. Das zweite Steuerventil 70 ist als 2/2-Wegeventil ausgebildet und weist ein Ventilglied 71 auf, das gegen die Kraft einer Rückstellfeder 72 zwischen zwei Schaltstellungen bewegbar ist.

[0010] Die Ansteuerung der beiden Steuerventile 60, 70 erfolgt durch einen gemeinsamen Aktor 64, durch den der Druck in einem Aktordruckraum 66 gesteuert wird. Der Aktor 64 kann beispielsweise ein Piezoaktor sein, der abhängig von einer an diesen angelegten elektrischen Spannung seine Länge ändert. Wenn am Aktor 64 keine Spannung anliegt, so weist dieser eine geringe Länge auf und der Druck im Aktordruckraum 66 ist gering. Mit zunehmender an den Aktor 64 angelegter elektrischer Spannung vergrößert sich dessen Länge und der Druck im Aktordruckraum 66 wird erhöht. Das Ventilglied 61 des ersten Steuerventils 60 ist einerseits vom Druck im Aktordruckraum 66 beaufschlagt und andererseits von der Kraft der vorgespannten Rückstellfeder 62. Bei geringem Druck im Aktordruckraum 66 befindet sich das erste Steuerventil 60 bedingt durch die auf dessen Ventilglied 61 wirkende Kraft der Rückstellfeder 62 in einer ersten Schaltstellung, in der der Pumpenarbeitsraum 22 mit dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 verbunden ist. Zur Umschaltung des ersten Steuerventils 60 in eine zweite oder dritte Schaltstellung wird an den

Aktor 64 eine derart hohe elektrische Spannung angelegt, daß der Druck im Aktordruckraum 66 ausreichend hoch ist, so daß die durch diesen auf das Ventilglied 61 erzeugte Kraft größer ist als die Kraft der Rückstellfeder 62 und das Ventilglied 61 in eine weitere Schaltstellung bewegt wird. Bei Ausbildung des ersten Steuerventils 60 als 2/3-Wegeventil wird durch dieses in einer zweiten Schaltstellung der Pumpenarbeitsraum 22 über eine Drosselstelle 63 mit dem Entlastungsraum 24 verbunden. In seine zweite Schaltstellung wird das erste Steuerventil 60 gebracht, indem durch entsprechende Ansteuerung des Aktors 64 der Druck im Aktordruckraum 66 derart erhöht wird, daß das Ventilglied 61 durch die auf dieses wirkende Druckkraft gegen die Kraft der Rückstellfeder 62 den zur Erreichung der zweiten Schaltstellung erforderlichen Hub ausführt. In der dritten Schaltstellung des ersten Steuerventils 60 wird durch dieses der Pumpenarbeitsraum 22 vom Entlastungsraum 24 getrennt. In seine dritte Schaltstellung wird das erste Steuerventil 60 gebracht, indem durch entsprechende Ansteuerung des Aktors 64 der Druck im Aktordruckraum 66 weiter erhöht wird, so daß das Ventilglied 61 durch die auf dieses wirkende Druckkraft gegen die Kraft der Rückstellfeder 62 den zur Erreichung der dritten Schaltstellung erforderlichen weiteren Hub ausführt.

[0011] Das zweite Steuerventil 70 weist ebenfalls ein Ventilglied 71 auf, das einerseits vom Druck im Aktordruckraum 66 und andererseits von der Kraft der vorgespannten Rückstellfeder 72 beaufschlagt ist. Bei geringem Druck im Aktordruckraum 66 befindet sich das Steuerventil 70 bedingt durch die auf dessen Ventilglied 71 wirkende Kraft der Rückstellfeder 72 in einer ersten Schaltstellung, in der der Steuerdruckraum 52 vom Pumpenarbeitsraum 22 getrennt ist. Zur Umschaltung des zweiten Steuerventils 70 in seine zweite Schaltstellung, in der der Steuerdruckraum 52 mit dem Pumpenarbeitsraum 22 verbunden ist, wird an den Aktor 64 eine derart hohe elektrische Spannung angelegt, daß der Druck im Aktordruckraum 66 ausreichend hoch ist, so daß die durch diesen auf das Ventilglied 71 erzeugte Kraft größer ist als die Kraft der Rückstellfeder 72 und das Ventilglied 71 eine Hubbewegung in seine zweite Schaltstellung ausführt.

[0012] Die durch die Rückstellfeder 72 auf das Ventilglied 71 des zweiten Steuerventils 70 ausgeübte Kraft ist größer als die durch die Rückstellfeder 62 auf das Ventilglied 61 des ersten Steuerventils 60 ausgeübte Kraft, so daß für die Umschaltung des zweiten Steuerventils 70 in seine zweite Schaltstellung ein höherer Druck im Aktordruckraum 66 und damit eine Ansteuerung des Aktors 64 mit einer höheren elektrischen Spannung erforderlich ist als für die Umschaltung des ersten Steuerventils 60 in seine zweite und dritte Schaltstellung. Es ist somit möglich, das erste Steuerventil 60 durch eine Druckerhöhung im Aktordruckraum 66 in seine zweite oder dritte Schaltstellung umzuschalten, während das zweite Steuerventil 70 in seiner ersten Schaltstellung verbleibt. Bei einer weiteren Druckerhöhung im

Aktordruckraum 66 wird auch das zweite Steuerventil 70 in seine zweite Schaltstellung umgeschaltet.

[0013] Nachfolgend wird die Funktion der Kraftstoffeinspritzeinrichtung erläutert. Der gemeinsame Aktor 64 der Steuerventile 60, 70 wird durch eine elektrische Steuereinrichtung 74 angesteuert. Beim Saughub des Pumpenkolbens 18 befindet sich das erste Steuerventil 60 in seiner ersten Schaltstellung, so daß die Verbindung des Leitungsteils 56 mit dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 geöffnet ist und sich im Pumpenarbeitsraum 22 und im Druckraum 40 des Kraftstoffeinspritzventils 12 kein Hochdruck aufbauen kann. Das zweite Steuerventil 70 befindet sich ebenfalls in seiner ersten Schaltstellung, so daß der Steuerdruckraum 52 vom Pumpenarbeitsraum 22 getrennt ist. Wenn die Einspritzung beginnen soll, so wird der Aktor 64 durch die Steuereinrichtung 74 derart angesteuert, daß der Druck im Aktordruckraum 66 so hoch wird, daß das erste Steuerventil 60 in seine zweite oder dritte Schaltstellung umgeschaltet wird. Der Pumpenarbeitsraum 22 ist dann nur noch über die Drosselstelle 63 mit dem Entlastungsraum 24 verbunden oder von diesem getrennt, so daß sich im Pumpenarbeitsraum 22 und im Druckraum 40 ein erhöhter Druck aufbaut. Wenn die durch den im Druckraum 40 herrschenden Druck über die Druckschulter 42 auf das Einspritzventilglied 28 wirkende Kraft größer ist als die durch die Schließfeder 44 auf das Einspritzventilglied 28 erzeugte Kraft, so bewegt sich das Einspritzventilglied 28 in Öffnungsrichtung 29 und gibt die wenigstens eine Einspritzöffnung 32 frei, durch die Kraftstoff in den Brennraum des Zylinders der Brennkraftmaschine eingespritzt wird. Die Kraftstoffeinspritzung erfolgt dabei als eine Voreinspritzung mit relativ geringem Druck und mit geringer Menge. In Figur 2 ist der Verlauf des an den Einspritzöffnungen 32 des Kraftstoffeinspritzventils 12 herrschenden Drucks P während eines Einspritzzyklus über der Zeit t dargestellt. Die Voreinspritzung ist in Figur 2 mit I bezeichnet. Während der Voreinspritzung verbleibt das zweite Steuerventil 70 in seiner ersten Schaltstellung, so daß der Steuerdruckraum 52 vom Pumpenarbeitsraum 22 getrennt ist und im Steuerdruckraum 52 kein Hochdruck herrscht.

[0014] Zur Beendigung der Voreinspritzung wird das erste Steuerventil 60 durch entsprechende Verringerung der an den Aktor 64 angelegten Spannung und damit verringertem Druck im Aktordruckraum 66 wieder in seine erste Schaltstellung umgeschaltet, so daß der Pumpenarbeitsraum 22 ungedrosselt mit dem Entlastungsraum 24 verbunden ist und in diesem der Druck abfällt, so daß das Kraftstoffeinspritzventil 12 infolge der Kraft der Schließfeder 44 schließt. Zu einer nachfolgenden Haupteinspritzung wird durch die Steuereinrichtung 74 an den Aktor 64 zunächst eine derart hohe Spannung angelegt, daß der Druck im Aktordruckraum 66 so stark ansteigt, daß das erste Steuerventil 60 in seine zweite

Druckraum 40 baut sich somit Hochdruck entsprechend dem Profil des Nockens 20 auf, der jedoch durch die gedrosselte Verbindung mit dem Entlastungsraum 24 etwas verringert ist. Wenn die durch den im Druckraum 40 herrschenden Druck über die Druckschulter 42 auf das Einspritzventilglied 28 wirkende Kraft größer ist als die durch die Schließfeder 44 auf das Einspritzventilglied 28 erzeugte Kraft, so bewegt sich das Einspritzventilglied 28 in Öffnungsrichtung 29 und gibt die wenigstens eine Einspritzöffnung 32 frei, durch die Kraftstoff in den Brennraum des Zylinders der Brennkraftmaschine eingespritzt wird. Die Haupteinspritzung, die in Figur 2 mit II bezeichnet ist, beginnt somit mit einem relativ geringen Druck und mit geringer Einspritzmenge. Mit zeitlicher Verzögerung wird durch die Steuereinrichtung 74 an den Aktor 64 eine erhöhte Spannung angelegt, so daß der Druck im Aktordruckraum 66 so stark ansteigt, daß das erste Steuerventil 60 in seine dritte Schaltstellung umschaltet und der Pumpenarbeitsraum 22 vom Entlastungsraum 24 getrennt ist. Im Pumpenarbeitsraum 22 und im Druckraum 40 baut sich somit ein weiter steigender Hochdruck entsprechend dem Profil des Nockens 20 auf, so daß die weitere Haupteinspritzung mit hohem Druck und großer Einspritzmenge erfolgt. Der Druck, bei dem das Kraftstoffeinspritzventil 12 für die Haupteinspritzung öffnet, kann durch den Zeitpunkt des Umschaltens des ersten Steuerventils 60 in seine zweite und/oder dritte Schaltstellung beeinflußt werden. Je später das Steuerventil 60 umgeschaltet wird, desto höher ist der Druck, bei dem die Haupteinspritzung beginnt.

[0015] Zur Beendigung der Haupteinspritzung wird durch die Steuereinrichtung 74 eine nochmals erhöhte Spannung an den Aktor 64 angelegt, so daß der Druck im Aktordruckraum 66 so hoch wird, daß das zweite Steuerventil 70 in seine zweite Schaltstellung umschaltet. Das erste Steuerventil 60 verbleibt dabei in seiner dritten Schaltstellung, so daß der Pumpenarbeitsraum 22 vom Entlastungsraum 24 getrennt ist. Durch den nun im Steuerdruckraum 52 herrschenden Hochdruck, der auf den Kolben 48 wirkt und die Schließfeder 44 unterstützt, schließt das Kraftstoffeinspritzventil 12. Nachfolgend erfolgt eine Nacheinspritzung, die in Figur 2 mit III bezeichnet ist, indem durch die Steuereinrichtung 74 an den Aktor 64 wieder eine niedrigere Spannung angelegt wird, so daß der Druck im Aktordruckraum 66 so stark abfällt, daß das zweite Steuerventil 70 in seine erste Schaltstellung umschaltet und der Steuerdruckraum 52 vom Pumpenarbeitsraum 22 getrennt ist. Das erste Steuerventil 60 bleibt bei der Nacheinspritzung in seiner dritten Schaltstellung, so daß der Pumpenarbeitsraum 22 vom Entlastungsraum 24 getrennt ist und die Nacheinspritzung mit einem Druckverlauf entsprechend dem Verlauf des Nockens 20 erfolgt. Zur Beendigung der Nacheinspritzung wird durch die Steuereinrichtung 74 nur noch eine geringe Spannung an den Aktor 64 angelegt, so daß der Druck im Aktordruckraum 66 so gering ist, daß das erste Steuerventil 60 in seine erste

Schaltstellung umschaltet, in der der Pumpenarbeitsraum 22 mit dem Entlastungsraum 24 verbunden ist. Das zweite Steuerventil 70 befindet sich dann in seiner ersten Schaltstellung, in der der Steuerdruckraum 52 vom Pumpenarbeitsraum 22 getrennt ist.

[0016] In Figur 3 ist die Kraftstoffeinspritzeinrichtung ausschnittsweise gemäß einer ausgeführten Konstruktion dargestellt. Die Baueinheit aus Kraftstoffpumpe 10 und Kraftstoffeinspritzventil 12 weist den Ventilkörper 26 auf, mit dem ein Pumpenkörper 11 verbunden ist, in dem der Zylinder 16 ausgebildet ist, in welchem der Pumpenkolben 18 geführt ist. Im Pumpenkörper 11 und/oder im Ventilkörper 26 führt vom Pumpenarbeitsraum 22 ein Kanal 80 ab, der sich zu den beiden Steuerventilen 60,70 verzweigt. Die beiden Steuerventile 60,70 sind nebeneinander angeordnet, wobei die Bewegungsrichtung von deren kolbenförmigen Ventilgliedern 61,71 zumindest annähernd parallel zueinander und parallel zur Bewegungsrichtung des Pumpenkolbens 18 ist. Die Steuerventile 60,70 sind zwischen der Kraftstoffpumpe 10 und dem Kraftstoffeinspritzventil 12 angeordnet. Im Ventilkörper 26 ist zwischen den Steuerventilen 60,70 und dem Pumpenarbeitsraum 22 der Aktordruckraum 66 ausgebildet, in den die Ventilglieder 61,71 der Steuerventile 60,70 mit ihren Enden hineinragen. Die Ventilglieder 61,71 sind somit auf ihren Stirnseiten vom im Aktordruckraum 66 herrschenden Druck beaufschlagt. Der Aktordruckraum 66 ist über einen Kanal 82 mit einem vom Aktor 64 zumindest mittelbar begrenzten Arbeitsraum 84 verbunden. Durch den Aktor 64 wird abhängig von dessen Längenausdehnung, die von der an diesen angelegten Spannung abhängig ist, aus dem Arbeitsraum 84 Kraftstoff verdrängt und damit der Druck im Aktordruckraum 66 verändert. Der Aktor 64 ist neben der Kraftstoffpumpe 10 angeordnet und dessen Längserstreckung verläuft beispielsweise geneigt zur Bewegungsrichtung des Pumpenkolbens 18.

[0017] Die Ventilglieder 61,71 der Steuerventile 60,70 sind jeweils in einer Zylinderbohrung 86,87 verschiebbar geführt, wobei an deren dem Aktordruckraum 66 abgewandter Stirnseite jeweils die Rückstellfeder 62,72 angreift. Das Ventilglied 61 des ersten Steuerventils 60 weist einen in einem zum Aktordruckraum 66 führenden Abschnitt 86a der Zylinderbohrung 86 dicht geführten Abschnitt 61a auf und einen in einem der Rückstellfeder 62 zugewandten Abschnitt 86b der Zylinderbohrung 86 angeordneten Abschnitt 61b. Der Durchmesser des Abschnitts 86a der Zylinderbohrung 86 und des Abschnitts 61a des Ventilglieds 61 ist größer als der Durchmesser des Abschnitts 86b der Zylinderbohrung 86 und des Abschnitts 61b des Ventilglieds 61. Zwischen den Abschnitten 61a und 61b ist der Durchmesser des Ventilglieds 61 in einem Abschnitt 61c reduziert, wobei am Übergang des Abschnitts 61a zum Abschnitt 61c eine beispielsweise kegelförmige Dichtfläche 88 ausgebildet ist, die in einem durch eine Querschnittserweiterung der Zylinderbohrung 86 gebildeten Raum 90 angeordnet ist. Am Übergang vom Raum 90 zum Abschnitt 86b der Zy-

linderbohrung 86 ist ein Ventilsitz 89 ausgebildet, der beispielsweise kegelförmig ist. In den Raum 90 mündet der Kanal 80 zum Pumpenarbeitsraum 22 und vom Raum 90 führt der Kanal 54 in den Druckraum 40 ab. Vom Abschnitt 86b der Zylinderbohrung 86 führt ein zum Kraftstoffvorratsbehälter 24 als Entlastungsraum führender Kanal 91 ab. Der Bereich des Abschnitts 86b der Zylinderbohrung 86, in dem die Rückstellfeder 62 angeordnet ist, ist ebenfalls mit dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 als Entlastungsraum verbunden. Durch das Ventilglied 61 des ersten Steuerventils 60 wird eine Verbindung des Raums 90 und damit des Pumpenarbeitsraums 22 mit dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 als Entlastungsraum gesteuert. Wenn der Druck im Aktordruckraum 66 gering ist, so wird das Ventilglied 61 durch die Rückstellfeder 62 in den Aktordruckraum 66 hineingedrückt in seine erste Schaltstellung, in der dessen Dichtfläche 88 mit Abstand vom Ventilsitz 89 angeordnet ist, so daß der Raum 90 über einen zwischen dem Abschnitt 61c des Ventilglieds 61 und dem Abschnitt 86b der Zylinderbohrung 86 gebildeten Ringspalt mit dem von dieser abführenden Kanal 91 und mit dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 verbunden ist. Wenn der Druck im Aktordruckraum 66 erhöht wird, so bewegt sich das Ventilglied 61 gegen die Kraft der Rückstellfeder 62 in seine zweite Schaltstellung, in der das Ventilglied 61 mit seiner Dichtfläche 88 noch nicht am Ventilsitz 89 anliegt und der Raum 90 über die Drosselstelle 63 mit dem Abschnitt 86b der Zylinderbohrung 86 und von dieser über den Kanal 91 mit dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 verbunden ist. Die Drosselstelle 63 kann dabei zwischen der Dichtfläche 88 und dem Ventilsitz 89 gebildet sein. Wenn der Druck im Aktordruckraum 66 weiter erhöht ist, so wird das Ventilglied 61 in seiner dritten Schaltstellung bewegt, in der dieses mit seiner Dichtfläche 88 am Ventilsitz 89 anliegt und somit der Raum 90 vom Kraftstoffvorratsbehälter 24 getrennt ist.

[0018] Die Zylinderbohrung 87, in der das Ventilglied 71 des zweiten Steuerventils 70 angeordnet ist, weist einen in den Aktordruckraum 66 mündenden Abschnitt 87a und einen entgegengesetzten Abschnitt 87b auf, in dem die Rückstellfeder 72 angeordnet ist. Zwischen den Abschnitten 87a und 87b der Zylinderbohrung 87 ist durch eine radiale Erweiterung ein Raum 92 gebildet, von dem ein Kanal 93 zum Steuerdruckraum 52 abführt. Das Ventilglied 71 weist einen im Abschnitt 87a der Zylinderbohrung 87 angeordneten Abschnitt 71a und einen im Abschnitt 87b der Zylinderbohrung 87 dicht geführten Abschnitt 71b auf. Zwischen den Abschnitten 71a und 71b weist das Ventilglied 71 einen Abschnitt 71c mit verringertem Durchmesser auf. Am Übergang vom Abschnitt 71b zum Abschnitt 71c des Ventilglieds 71 ist an diesem eine beispielsweise kegelförmige Dichtfläche 94 gebildet. Im Abschnitt 87a der Zylinderbohrung 87 ist am Übergang in den Raum 92 ein beispielsweise kegelförmiger Ventilsitz 95 gebildet. Der zum Pumpenarbeitsraum 22 führende Kanal 80 mündet in den Abschnitt 87a der Zylinderbohrung 87. Der Be-

reich des Abschnitts 87b der Zylinderbohrung 87, in dem die Rückstellfeder 72 angeordnet ist, ist mit dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 als Entlastungsraum verbunden. Wenn die durch die Rückstellfeder 72 auf das Ventilglied 71 ausgeübte Kraft größer ist als die durch den im Aktordruckraum 66 herrschenden Druck auf das Ventilglied 71 ausgeübte Kraft, so befindet sich das Ventilglied 71 in seiner ersten Schaltstellung, in der dieses mit seiner Dichtfläche 94 am Ventilsitz 95 anliegt. Der Raum 92 und damit der Steuerdruckraum 52 ist somit vom Pumpenarbeitsraum 22 getrennt. Wenn der Druck im Aktordruckraum 66 so hoch ist, daß die durch diesen auf das Ventilglied 71 ausgeübte Kraft größer ist als die Kraft der Rückstellfeder 72, so bewegt sich das Ventilglied 71 in seine zweite Schaltstellung, in der dieses mit seiner Dichtfläche 94 vom Ventilsitz 95 abgehoben ist und der Raum 92 über einen zwischen dem Abschnitt 71c des Ventilglieds 71 und dem Abschnitt 87a der Zylinderbohrung 87 vorhandenen Ringspalt mit dem Kanal 80 und damit dem Pumpenarbeitsraum 22 verbunden ist.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine mit einer Kraftstoffpumpe (10) für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine, die einen durch die Brennkraftmaschine in einer Hubbewegung angetriebenen Pumpenkolben (18) aufweist, der einen Pumpenarbeitsraum (22) begrenzt, welcher mit einem mit der Kraftstoffpumpe (10) eine Baueinheit bildenden Kraftstoffeinspritzventil (12) verbunden ist, das ein Einspritzventilglied (28) aufweist, durch das wenigstens eine Einspritzöffnung (32) gesteuert wird und das durch den in einem mit dem Pumpenarbeitsraum (22) verbundenen Druckraum (40) herrschenden Druck gegen eine Schließkraft in Öffnungsrichtung (29) bewegbar ist, wobei ein erstes elektrisch angesteuertes Steuerventil (60) vorgesehen ist, durch das zumindest mittelbar eine Verbindung des Pumpenarbeitsraums (22) mit einem Entlastungsraum (24) gesteuert wird, und wobei ein zweites elektrisch angesteuertes Steuerventil (70) vorgesehen ist, durch das eine Verbindung eines Steuerdruckraums (52) des Kraftstoffeinspritzventils (12) mit dem Pumpenarbeitsraum (22) gesteuert wird, wobei das Einspritzventilglied (28) durch den im Steuerdruckraum (52) herrschenden Druck zumindest mittelbar in Schließrichtung beaufschlagt ist und wobei beide Steuerventile (60,70) durch einen gemeinsamen Aktor (64) angesteuert werden, **dadurch gekennzeichnet, daß** durch den Aktor (64) der Druck in einem Aktordruckraum (66) gesteuert wird und daß beide Steuerventile (60,70) jeweils ein vom im Aktordruckraum (66) herrschenden Druck beaufschlagtes Ventilglied (61,71) aufweisen.

2. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich das zweite Steuerventil (70) bei drucklosem Aktordruckraum (66) in einer Schaltstellung befindet, in der der Steuerdruckraum (52) vom Pumpenarbeitsraum (22) getrennt ist.
3. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Steuerdruckraum (52) eine ständig geöffnete Verbindung mit einem Entlastungsraum (24) aufweist, in der wenigstens eine Drosselstelle (63) vorgesehen ist.
4. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die beiden Steuerventile (60,70) nebeneinander angeordnet sind.
5. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** das erste Steuerventil (60) als ein 2/3-Wegeventil ausgebildet ist, durch das in einer ersten Schaltstellung bei geringem Druck im Aktordruckraum (66) eine ungedrosselte Verbindung des Pumpenarbeitsraums (22) mit dem Entlastungsraum (24) geöffnet ist, durch das in einer zweiten Schaltstellung bei erhöhtem Druck im Aktordruckraum (66) eine Drosselstelle (63) aufweisende Verbindung des Pumpenarbeitsraums (22) mit dem Entlastungsraum (24) geöffnet ist und durch das in einer dritten Schaltstellung bei weiter erhöhtem Druck im Aktordruckraum (66) der Pumpenarbeitsraum (22) vom Entlastungsraum (24) getrennt ist.
6. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Aktor (64) ein Piezoaktor ist.
7. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Ventilglieder (61,71) der beiden Steuerventile (60,70) jeweils gegen die Kraft einer Rückstellfeder (62,72) bewegbar sind und daß die Kraft der auf das Ventilglied (71) des zweiten Steuerventils (70) wirkenden Rückstellfeder (72) größer ist als die Kraft der auf das Ventilglied (61) des ersten Steuerventils (60) wirkenden Rückstellfeder (62).

Claims

1. Fuel injection device for an internal combustion engine, having a fuel pump (10) for each cylinder of the internal combustion engine, which has a pump piston (18) which is driven in a reciprocating movement by the internal combustion engine and delimits a pump working chamber (22) which is connected to a fuel injection valve (12) which forms a struc-

tural unit with the fuel pump (10) and has an injection valve element (28), by which at least one injection opening (32) is controlled and which can be moved in the opening direction (29) counter to a closing force by the pressure prevailing in a pressure chamber (40) connected to the pump working chamber (22), a first electrically driven control valve (60) being provided, by which, at least indirectly, a connection between the pump working chamber (22) and a relief chamber (24) is controlled, and a second electrically driven control valve (70) being provided, by which a connection between a control pressure chamber (52) of the fuel injection valve (12) and the pump working chamber (22) is controlled, the injection valve element (28) being loaded, at least indirectly, in the closing direction by the pressure prevailing in the control pressure chamber (52), and both control valves (60, 70) being driven by a common actuator (64), **characterized in that** the pressure in an actuator pressure chamber (66) is driven by the actuator (64), and **in that** the two control valves (60, 70) each have a valve element (61, 71) loaded by the pressure prevailing in the actuator pressure chamber (66).

2. Fuel injection device according to Claim 1, **characterized in that**, when the actuator pressure chamber (66) is unpressurized, the second control valve (70) is in a switching position in which the control pressure chamber (52) is isolated from the pump working chamber (22).
3. Fuel injection device according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the control pressure chamber (52) has a connection which is always open to a relief chamber (24), in which connection at least one throttling point (63) is provided.
4. Fuel injection device according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the two control valves (60, 70) are arranged beside each other.
5. Fuel injection device according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the first control valve (60) is formed as a 2/3-way directional valve, by means of which, in a first switching position with low pressure in the actuator pressure chamber (66), a non-throttled connection between the pump working chamber (22) and the relief chamber (24) is opened, by means of which, in a second switching position with increased pressure in the actuator pressure chamber (66), a connection having the throttling point (63) between the pump working chamber (22) and the relief chamber (24) is opened, and by means of which, in a third switching position with further increased pressure in the actuator pressure chamber (66), the pump working chamber (22) is isolated from the relief chamber (24).

6. Fuel injection device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the actuator (64) is a piezoelectric actuator.

7. Fuel injection device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the valve elements (61, 71) of the two control valves (60, 70) can in each case be moved counter to the force of a return spring (62, 72), and **in that** the force of the return spring (72) acting on the valve element (71) of the second control valve (70) is greater than the force of the return spring (62) acting on the valve element (61) of the first control valve (60).

Revendications

1. Système d'injection de carburant pour moteur à combustion interne, comprenant une pompe de carburant (10) pour chaque cylindre du moteur à combustion interne, qui présente un piston de pompe (18) entraîné par le moteur à combustion interne dans un mouvement linéaire, et qui délimite une chambre de travail de pompe (22) reliée à l'injecteur de carburant (12) formant un ensemble avec la pompe de carburant (10), un organe d'injecteur (28) qui commande au moins un orifice d'injection (32) en étant déplacé contre une force de fermeture dans la direction d'ouverture (29) par la pression régnant dans une chambre de pression (40) reliée à la chambre de travail de pompe (22), une première soupape de commande (60) commandée électriquement qui commande au moins indirectement une liaison de la chambre de travail de pompe (22) avec une chambre de décharge (24), et une deuxième soupape de commande (70) commandée électriquement qui commande une liaison d'une chambre de pression de commande (52) de l'injecteur de carburant (12) avec la chambre de travail de pompe (22), l'organe d'injecteur (28) étant sollicité dans la direction de fermeture au moins indirectement par la pression régnant dans la chambre de pression de commande (52), et les deux soupapes de commande (60, 70) étant commandées par un actionneur (64) commun, **caractérisé en ce que** la pression dans une chambre de pression d'actionneur (66) est commandée par l'actionneur (64), et les deux soupapes de commande (60, 70) présentent chacune un organe de soupape (61, 71) sollicité par la pression régnant dans la chambre de pression d'actionneur (66).
2. Système d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** lorsque la chambre de pression d'actionneur (66) est sans pression, la deuxième soupape de com-

mande (70) se trouve dans une position de commutation dans laquelle la chambre de pression de commande (52) est séparée de la chambre de travail de pompe (22).

5

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

caractérisé en ce que

la chambre de pression de commande (52) est en permanence ouverte vers la chambre de décharge (24), par une liaison comportant au moins un point d'étranglement (63).

10

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

15

caractérisé par

deux soupapes de commande (60, 70) juxtaposées.

5. Système d'injection de carburant selon l'une quelconque des revendications 1 à 4,

20

caractérisé en ce que

la première soupape de commande (60) soit une vanne 2/3 voies dans une première position de commutation, en présence d'une faible pression dans la chambre de pression d'actionneur (66), établit une liaison non étranglée entre la chambre de travail de pompe (22) et la chambre de décharge (24), dans une deuxième position de commutation, en présence d'une pression plus élevée dans la chambre de pression d'actionneur (66), établit une liaison présentant un point d'étranglement (63) entre la chambre de travail de pompe (22) et la chambre de décharge (24), et qui dans une troisième position de commutation, en présence d'une pression encore plus élevée dans la chambre de pression d'actionneur (66), sépare la chambre de travail de pompe (22) de la chambre de décharge (24).

25

30

35

6. Système d'injection de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes,

40

caractérisé en ce que

l'actionneur (64) est un actionneur piézo-électrique.

7. Système d'injection de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes,

45

caractérisé en ce que

les organes de soupape (61, 71) des deux soupapes de commande (60, 70) sont respectivement déplaçables contre la force d'un ressort de rappel (62, 72), et la force du ressort de rappel (72) agissant sur l'organe de soupape (71) de la deuxième soupape de commande (70) est supérieure à la force du ressort de rappel (62) agissant sur l'organe de soupape (61) de la première soupape de commande (60).

50

55



