



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 597 474 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
21.06.2006 Patentblatt 2006/25

(51) Int Cl.:
F02M 59/08 (2006.01) **F02M 59/26** (2006.01)
F02M 59/28 (2006.01) **F02M 63/00** (2006.01)
F02M 57/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04712002.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2004/001509

(22) Anmeldetag: **18.02.2004**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/074675 (02.09.2004 Gazette 2004/36)

(54) **KRAFTSTOFFEINSPRITZEINRICHTUNG**

FUEL INJECTION DEVICE

DISPOSITIF D'INJECTION DE CARBURANT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **20.02.2003 DE 10307398**
02.05.2003 DE 10319623

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.11.2005 Patentblatt 2005/47

(73) Patentinhaber: **L'ORANGE GMBH**
D-70435 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **KOCH, Hans-Joachim**
72293 Glatten (DE)

- **RESSEL, Horst**
71364 Winnenden (DE)
- **SCHEIBE, Wolfgang**
71642 Ludwigsburg-Poppenweiler (DE)
- **SCHRÖDLEN, Günther**
71706 Markgröningen (DE)
- **WALTER, Norbert**
70565 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
FR-A- 1 253 180 GB-A- 1 125 450
US-A- 3 976 249 US-A- 4 171 099
US-A- 4 213 434 US-A- 4 327 694
US-A- 4 403 585 US-A- 5 201 295

EP 1 597 474 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

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung, mit einer als Doppelkolbenpumpe ausgebildeten Kraftstoffpumpe, die zum Einspritzen in den Brennraum einer Brennkraftmaschine Kraftstoff zu einem ihr jeweils zugeordneten Injektor fördert. Zur Steuerung von Beginn und Ende einer Einspritzung wird ein Querschnitt der Düsennadel mit dem von der Kraftstoffpumpe gelieferten Kraftstoff beaufschlagt, der eine Öffnungskraft an der Düsennadel in Öffnungsrichtung bewirkt. Entsprechend der Fördercharakteristik der Doppelkolbenpumpe steigt der Kraftstoffdruck während einer Einspritzung bis zum Erreichen eines Höchstdrucks an, um dann wieder abzufallen.

[0002] Eine Doppelkolbenpumpe der vorausgesetzten Bauart, die an sich Stand der Technik ist, besitzt zwei Pumpenkolben, wobei jedem Pumpenkolben eine Steuerstange zugeordnet ist, mit der Förderbeginn und Förderende des jeweiligen Pumpenkolbens durch Verdrehung des Pumpenkolbens regelbar ist. Derartige Doppelkolbenpumpen haben den Vorteil, dass große Fördermengen möglich sind bei kleinem Bauvolumen. Bei einer aus dem Stand der Technik bekannten Anwendung wird jeweils einer der beiden Pumpenkolben dazu benutzt, um Förderbeginn und Förderende einzustellen. Dadurch, dass beide Pumpenkolben parallel auf eine gemeinsame Leitung fördern, wird die vor Förderbeginn und nach Förderende vom nicht gesteuerten Pumpenkolben geförderte Kraftstoffmenge über die Steuerbohrungen des gesteuerten Pumpenkolbens abgesteuert.

[0003] Im Weiteren ist es aus dem Stand der Technik bekannt, bei Einspritzsystemen mit Einfachkolbenpumpen den Öffnungsdruck eines Einspritzventils in Abhängigkeit von Motorparametern zu variieren, um eine bessere Zerstäubung des eingespritzten Kraftstoffs zu erreichen. Ein derartiges Kraftstoffeinspritzsystem geht beispielsweise aus der US 4,403,585 als bekannt hervor, bei dem die Düsennadelzuhaltekraft durch hydraulische Beaufschlagung eines auf die Ventilschließfeder wirkenden Kolbens variiert wird. Nachteil bei diesem System ist, dass mit Erhöhung der Zuhaltekraft zwar der Beginn der Einspritzung zu höheren Einspritzdrücken hin verschoben wird, aber mit der Verschiebung des Einspritzbeginns zugleich eine ungewollte Verschiebung des Einspritzbeginns nach SPÄT verbunden ist.

[0004] Im Weiteren ist es beispielsweise aus der DE 25 00 644 C2 bekannt, dass Kraftstoffeinspritzventile in Folge der unterschiedlichen Beaufschlagungsquerschnitte für den Kraftstoff in geschlossenem und geöffneten Zustand eine Differenz zwischen Öffnungs- und Schließdruck aufweisen. Deshalb wird der Schließdruck über den durch die Nadelgeometrie bestimmten Wert angehoben, indem die Düsennadel nach Einspritzbeginn mit einer zusätzlichen Schließkraft beaufschlagt wird.

[0005] Das Dokument US 3 976 249 A zeigt ein Kraftstoffeinspritzsystem, bei dem neben der Einspritzpumpe und den Injektoren eine Vorrichtung zum Bereitstellen

eines Steuerdruckes vorhanden ist, welcher Steuerdruck die auf die Düsennadel des Injektors wirkende Schließkraft variabel einstellt.

[0006] Der im Patentanspruch 1 angegebenen Erfindung liegt das Problem zu Grunde, eine eine Doppelkolbenpumpe enthaltende Kraftstoffeinspritzeinrichtung hinsichtlich des Einspritzverlaufs zu optimieren.

[0007] Dieses Problem wird durch die im Patentanspruch aufgeführten Merkmale dadurch gelöst, dass am ersten Pumpenkolben der Doppelkolbenpumpe der Förderbeginn und am zweiten Pumpenkolben das Förderende eingestellt wird, wobei der zweite Pumpenkolben dem ersten Pumpenkolben hinsichtlich des Förderbeginns voreilt und der zweite Pumpenkolben dem ersten Pumpenkolben hinsichtlich des Förderendes nacheilt, wobei der vom zweiten Pumpenkolben vor dem Förderbeginn des ersten Pumpenkolbens geförderte Kraftstoff über die dem ersten Pumpenkolben zugeordneten Steuerbohrungen abgeführt wird, und wobei der vom ersten Pumpenkolben nach dem Förderende des zweiten Pumpenkolbens geförderte Kraftstoff über die dem zweiten Pumpenkolben zugeordneten Steueröffnungen abgeführt wird. Des weiteren ist eine Steuerleitung vorgesehen, die mit ersten Stellräumen aller Injektoren verbunden ist und einen Steuerdruck bereitstellt, der eine Druckbeaufschlagung von den Stellräumen zugeordneten, auf die Düsennadel in Schließrichtung wirkenden Kolben zur variablen Einstellung der in Schließrichtung auf die Düsennadel wirkenden Kraft vor Beginn einer Einspritzung in Abhängigkeit von Motorbetriebsparametern ermöglicht.

[0008] Zur Kompensation der damit verbundenen Spritzbeginnveränderung erfolgt eine Verstellung der Steuerstange zweckmäßigerweise in Abhängigkeit von dem in der Steuerleitung herrschenden Druck. Die Verstellung der Steuerstange kann beispielsweise hydraulisch oder auch elektrisch mittels eines Elektromotors erfolgen.

[0009] Zweckmäßigerweise wird der in der Steuerleitung anliegende Steuerdruck unmittelbar zur Einstellung der Steuerstange des den Förderbeginn regelnden Pumpenkolbens benutzt.

[0010] Zweckmäßigerweise wird der in der Steuerleitung anliegende Steuerdruck in Abhängigkeit von Betriebsparametern bei niedrigen Drehzahlen der Brennkraftmaschine höher eingestellt als bei höheren Drehzahlen. Ein hoher, niedrigen Drehzahlen entsprechender Steuerdruck entspricht am ersten Pumpenkolben (70) einer Verstellung des Förderbeginns in Richtung FRÜH, ein niedriger, hohen Drehzahlen entsprechender Steuerdruck entspricht einer Verstellung des Förderbeginns in Richtung SPÄT. Mit dieser Kopplung wird erreicht, dass einerseits eine Einspritzung bei niedrigen Einspritzdrücken vermieden wird. Gleichzeitig wird die mit der Öffnungsdruckerhöhung verbundene Verschiebung des Einspritzbeginns in Richtung SPÄT durch eine Verstellung des Förderbeginns am Pumpenkolben in Richtung FRÜH ausgeglichen. Grundsätzlich sind aber auch je

nach Motorbetriebserfordernissen davon abweichende Regelstrategien möglich.

[0011] In weiterer Ausgestaltung gemäß den Unteransprüchen kann eine weitere Steuerleitung vorgesehen sein, mit der die auf die Düsennadel wirkende Schließkraft während der Einspritzung erhöht wird, um den Schließdruck anzuheben. Der notwendige Steuerdruck kann an einer Bohrung abgenommen werden, die im Pumpenzylinder des das Förderende steuernden zweiten Pumpenkolbens der Doppelkolbenpumpe angeordnet ist, um den Absteuerdruck zur Beaufschlagung der Düsennadel in Schließrichtung zu nutzen, bevor der Druckabfall am Förderende die Einspritzdüse erreicht.

[0012] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung sind dem ersten, durch die Steuerstange verdrehbaren Pumpenkolben mit den Steuerbohrungen zusammenwirkende Steuerkanten auf dem Umfang zugeordnet, die mit Stufen ausgebildet sind.

[0013] Vorzugsweise sind die Stufen treppenförmig ausgebildet, und die Stufenbreite ist größer als der Durchmesser der Steuerbohrungen angelegt.

[0014] Zweckmäßigerweise erfolgt die Verstellung der Steuerstange (71) in Anpassung auf die stufenförmige Ausbildung der Steuerkante stufenweise.

[0015] Vorzugsweise ist die Steuerstange (71) zur stufenweisen Verstellung mit stufenweise veränderbarem Steuerdruck beaufschlagbar.

[0016] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im Folgenden näher beschrieben.

[0017] Figur 1 zeigt ein Einspritzsystem mit bezüglich des Öffnungs- und Schließdrucks anpassbaren Injektoren, denen jeweils eine Doppelkolbenkraftstoffpumpe zugeordnet ist;

[0018] Figur 2 zeigt einen Pumpenkolben mit stufenförmiger Steuerkante, wie er zur stufenweisen Verstellung des Spritzbeginns bei der Doppelkolbenkraftstoffpumpe Anwendung finden kann.

[0019] In der Figur 1 ist eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit zwei Injektoren 5 dargestellt, denen jeweils eine Doppelkolbenpumpe 1 zugeordnet ist. Die Pumpenkolben 70, 73 der Kraftstoffpumpe 1 werden jeweils von einem Nocken angetrieben, der jedoch nicht dargestellt ist. Auf Grund der Fördercharakteristik der Kraftstoffpumpe nimmt der Druck in einer Einspritzleitung 4, die mit der Zulaufleitung 6 eines Injektors 5 verbunden ist, bis zum Erreichen eines Höchstwerts zu, um am Ende dann wieder abzufallen. Die Injektoren 5 sind druckgesteuert, das heißt, dass die Einspritzung durch Beaufschlagung eines Düsenraums 11 mit dem Kraftstoffdruck gesteuert wird, der auf einen Bund der Düsennadel 12 wirkt, der eine Kreisringfläche ist, die zwischen dem dichtenden Sitzdurchmesser und dem Düsennadelführungsdurchmesser liegt. Im Weiteren ist in der Figur eine Steuerleitung 9 dargestellt, die über davon abzweigende erste 7 und zweite 8 Steuerleitungen mit jedem Injektor 5 verbunden ist. Der Steuerdruck wirkt auf Kolben 16 und 17, die Steuerräumen 13 und 14 zugeordnet sind. Der im

ersten Steuerraum 13 vor Beginn der Einspritzung anliegende Steuerdruck bewirkt eine Erhöhung des Düsenöffnungsdrucks. Vorzugsweise liegt der Steuerdruck über eine Steuerleitung 9 auch an der Steuerstange 71 der Doppelkolbenpumpe 1 an. Der Steuerdruck wird an der Steuerstange 71 dazu benutzt, den Förderbeginn zu verstellen, um die Einspritzbeginnverstellung durch Erhöhung des Düsenöffnungsdrucks zu kompensieren. Um die Steuerstange beispielsweise in Abhängigkeit von Motorbetriebszuständen abweichend von dem in der Steuerleitung 9 herrschenden Druck verstellen zu können, ist es zweckmäßig, die Einstelleinrichtung für die Steuerstange nicht unmittelbar mit dem Steuerdruck in der Steuerleitung 9 zu beaufschlagen, sondern einen separaten hydraulischen oder elektrischen Steuerkreis zu verwenden. Gegebenenfalls kann aus dem Steuerdruck ein Steuersignal abgeleitet, das in eine neue elektrische oder hydraulische Stellgröße umgewandelt wird. Zur Erzeugung geeigneter elektrischer oder hydraulischer Stellgrößen aus dem Steuersignal können beispielsweise elektronisch hinterlegte Tabellen verwendet werden.

[0020] Eine Einrichtung zur Erzeugung des Steuerdrucks besteht beispielsweise aus einem Motorsteuergerät 82, das ein Druckregelventil 83 steuert. Als Steuerfluid kann beispielsweise Motoröl dienen, das von einer Pumpe 80 aus einem Motoröltank 81 entnommen wird.

[0021] Die Doppelkolbenpumpe 1 ist mit einem ersten 70 und einem zweiten 73 Pumpenkolben mit Pumpenzylindern 72, 75 ausgebildet. Den Pumpenkolben 70, 73 sind Steuerstangen 71 und 77 zugeordnet. Der erste Pumpenkolben 70 wird erfindungsgemäß zum Steuern des Förderbeginns und der zweite Pumpenkolben 73 zum Steuern des Förderendes benutzt. Der geförderte Kraftstoff gelangt über eine Einspritzleitung 4 in den Düsenraum 11 des Injektors 5. Der Förderbeginn des ersten Pumpenkolbens wird zum Beispiel durch den über die Steuerleitung 9, 7 an der Steuerstange 71 anliegenden Druck bei niedriger Drehzahl der Brennkraftmaschine in Richtung FRÜH verstellt und bei höheren Drehzahlen in Richtung SPÄT. Die Verstellung der Steuerstange kann je nach Motorbetriebszustand auch davon abweichende Regelstrategien verlangen. Entsprechend muss die Steuerstange 71 dann mit einer Stelleinrichtung versehen sein, die unabhängig von dem in der Steuerleitung herrschenden Druck ansteuerbar ist. Der zweite Pumpenkolben 73 kann dem ersten Pumpenkolben 70 hinsichtlich des Förderbeginns voreilen, wobei der vom zweiten Pumpenkolben 73 vor dem Förderbeginn des ersten Pumpenkolbens 70 geförderte Kraftstoff über die dem ersten Pumpenkolben 70 zugeordneten Steuerbohrungen abgeführt wird.

[0022] Der Injektor kann über den zweiten Steuerraum 14 während einer Einspritzung über die zweite Steuerleitung 8 zusätzlich mit Kraftstoffdruck oder einem anderen Steuerfluid beaufschlagt werden, um den Schließdruck zu erhöhen. Hierzu dient beim dargestellten Injektor 5 ein Ventil 20, das selbsttätig durch den Hub der Düsennadel 12 aufgesteuert wird. Die zweiten Steu-

erleitungen 8 können von der gemeinsamen Steuerleitung 9 abzweigen oder an eine weitere, nicht dargestellte, von der Steuerleitung 9 separate Steuerleitung angeschlossen sein, die ein anderes Druckniveau besitzt.

[0023] Wie dargestellt kann der Steuerraum 14 auch über eine Steuerleitung 60, die aus Gründen der Übersichtlichkeit nur stückweise dargestellt ist, an eine Bohrung 61 des Pumpenzylinders 75 angeschlossen sein. Die Bohrung ist im Pumpenzylinder 75 so angeordnet, dass der Absteuerdruck in der Steuerleitung 61 anliegt, bevor der Druckabfall am Förderende die Einspritzdüse erreicht. Durch diese Ausbildung kann der Schließdruck zusätzlich erhöht werden. Die Steuerleitung 60 kann jedoch auch die zweiten Steuerleitungen 8 ersetzen und ausschließlich zur Regelung des Schließdrucks dienen.

[0024] Der in Figur 2 dargestellte Pumpenkolben 70 mit stufenförmiger Steuerkante 100 kann bei der Doppelkolbenpumpe an Stelle eines Pumpenkolbens mit kontinuierlich verlaufender Steuerkante zur Steuerung des Spritzbeginns verwendet werden. Mit einer Erhöhung der Düsennadelniederhaltezeitkraft wird, wie vorstehend schon beschrieben, der Spritzbeginn unerwünschterweise nach spät verschoben. Zur Kompensation der durch die Schließkraftänderung an der Düsennadel 12 hervorgerufenen Spritzbeginnänderung und zur Einstellung des für den Betriebsbereich optimalen Spritzbeginnzeitpunktes wird mit der Steuerstange 71 die Drehstellung des Pumpenkolbens 70 korrigiert. Die dazu notwendige Verstellung der Steuerstange 71 kann mit beliebigen Mitteln erfolgen, beispielsweise auch mit Hilfe des in der Steuerleitung 9 anliegenden Steuerdrucks, der auf einen Steuerkolben der Steuerstange 71 wirkt, und durch eine Verschiebung der Steuerstange 71 eine Verdrehung des Pumpenkolbens 70 bewirkt. Der Steuerkolben der Steuerstange 71 arbeitet gegen eine mit zunehmendem Stellweg ansteigende Kraft, beispielsweise die Kraft einer Feder, so dass jedem Steuerdruck ein bestimmter Stellweg zugeordnet werden kann, der einer bestimmten Verdrehstellung des Pumpenkolbens 70 entspricht.

[0025] Es besteht jedoch die Möglichkeit, dass aufgrund unterschiedlicher Ursachen keine exakte Gleichstellung der Pumpenkolben 70 aller an der gemeinsamen Steuerleitung 9 angeschlossenen Doppelkolbenpumpen 1 erzielbar ist, so dass von Injektor zu Injektor unerwünschte Abweichungen im Spritzbeginn entstehen. Diesem Stellfehler kann dadurch begegnet werden, dass die Steuerkante 100, die mit einer Steueröffnung 101 zusammenwirkt, mit Stufen mit waagerechten Abschnitten ausgeführt ist.

[0026] Die waagerechten, in Umfangsrichtung verlaufenden und axial zueinander versetzten Abschnitte sind wie die Stufen einer Treppe angeordnet. Der Übergang von einer waagerechten Stufe zur nächsten waagerechten Stufe ist vorzugsweise so ausgebildet, dass mit dem kleinstmöglichen Drehwinkel des Pumpenkolbens 70 die jeweils nächste Stufe erreicht wird. Eine zweckmäßige Ausgestaltung sind Stufen mit waagerechten und ungefähr senkrechten Abschnitten. Senkrecht bedeutet in

Richtung der Längsachse des Pumpenkolbens verlaufend.

[0027] Besonders vorteilhaft ist diese Stufung der Steuerkante, wenn auch der Steuerdruck in definierten Stufen verändert wird. Innerhalb einer zulässigen Toleranz führt eine Abweichung der Drehstellung des Pumpenkolbens 70 von der Soll-drehstellung trotzdem zu gleichem Förderbeginn und damit Spritzbeginn an den verschiedenen Doppelkolbenpumpen 1. Die zulässigen Toleranzabweichungen sind um so größer, je größer die waagerechten Stufenabschnitte im Verhältnis zum Durchmesser der Steueröffnung 101 sind.

[0028] Der mit der gestuften Steuerkante 100 erzielbare Stellfehlerausgleich ist nicht nur in Verbindung mit der dargestellten Betätigungsart mit Druckbeaufschlagung der Steuerstange 71 vorteilhaft. Vielmehr ist die gestufte Steuerkante 100 auch in Verbindung mit anderen Mitteln zur Betätigung der Steuerstange 71 vorteilhaft einsetzbar.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzeinrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit wenigstens einer Doppelkolbenpumpe (1) zum Fördern von unter zunehmendem und abnehmendem Druck stehendem Kraftstoff mit zwei parallel auf eine gemeinsame Leitung fördernden Pumpenkolben (70, 73) mit Steuerkanten (100), die mit Steueröffnungen (101) in einem jeweils zugeordneten Pumpenzylinder (72, 75) zusammenwirken, wobei jedem Pumpenkolben (70, 73) eine Steuerstange (71, 74) zugeordnet ist, mit der Förderbeginn und Förderende steuerbar sind, ferner mit einem jeder Doppelkolbenpumpe (1) zugeordneten Injektor (5) mit einer Einspritzdüse und mit einer Düsennadel (12) zur Steuerung von Beginn und Ende einer Einspritzung, wobei die Düsennadel (12) in den Einspritzpausen durch eine in Schließrichtung an der Düsennadel (12) wirkende Kraft in Schließstellung in Anlage an einem Ventilsitz gehalten wird, und wobei die Düsennadel (12) mit dem von der Doppelkolbenpumpe (1) geförderten Kraftstoff zur Erzeugung einer in Öffnungsrichtung gerichteten Kraft beaufschlagbar ist, und wobei eine Einspritzung beginnt, wenn die in Öffnungsrichtung gerichtete Kraft die in Schließrichtung gerichtete Kraft übersteigt, **dadurch gekennzeichnet, dass** am ersten Pumpenkolben (70) der Förderbeginn und am zweiten Pumpenkolben (73) das Förderende einstellbar ist, wobei der zweite Pumpenkolben (73) dem ersten Pumpenkolben (70) hinsichtlich des Förderbeginns voreilt und der zweite Pumpenkolben (73) dem ersten Pumpenkolben (70) hinsichtlich des Förderendes nachholt, wobei der vom zweiten Pumpenkolben (73) vor dem Förderbeginn des ersten Pumpenkolbens (70) geförderte Kraftstoff über die dem ersten Pumpen-

- kolben (70) zugeordneten Steueröffnungen (101) abgeführt wird, und wobei der vom ersten Pumpenkolben (70) nach dem Förderende des zweiten Pumpenkolbens (73) geförderte Kraftstoff über die dem zweiten Pumpenkolben (73) zugeordneten Steueröffnungen abgeführt wird, dass ferner erste Steuerleitungen (7) vorgesehen sind, die mit ersten Steuererräumen (13) aller Injektoren (5) verbunden sind und einen Steuerdruck bereit stellen, der eine Druckbeaufschlagung von den Steuererräumen (13) zugeordneten, auf die Düsennadel (12) in Schließrichtung wirkenden Kolben (16) zur variablen Einstellung der in Schließrichtung auf die Düsennadel (12) wirkenden Kraft vor Beginn einer Einspritzung in Abhängigkeit von Motorbetriebsparametern ermöglicht, und dass zur Kompensation der **dadurch** verursachten Spritzbeginnveränderung eine Verstellung der Steuerstange (71) des den Förderbeginn regelnden ersten Pumpenkolbens (70) erfolgt.
2. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verstellung der Steuerstange (71) in Abhängigkeit von dem in den Steuerleitungen (7) herrschenden Druck erfolgt.
 3. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Einstellung der Steuerstange (71) der in den Steuerleitungen (7) anstehende Steuerdruck an einem Steuerkolben der Steuerstange (71) anliegt.
 4. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der in den Steuerleitungen (7) anstehende Steuerdruck in Abhängigkeit von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine bei niedrigen Drehzahlen höher einstellbar ist als bei hohen Drehzahlen, und dass ein hoher Steuerdruck einer Verstellung der den Förderbeginn regelnden Steuerstange (71) in Richtung früh entspricht, und dass ein niedriger Steuerdruck einer Verstellung der den Förderbeginn regelnden Steuerstange (71) in Richtung spät entspricht.
 5. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zweite Steuerleitungen (8 oder 60) vorgesehen sind, die einen zweiten Steuerdruck bereit stellen, der eine Druckbeaufschlagung von zweiten Steuererräumen (14) zugeordneten, auf die Düsennadel (12) in Schließrichtung wirkenden Kolben (17) zur variablen Einstellung der in Schließrichtung auf die Düsennadel (12) wirkenden Kraft in Abhängigkeit von Motorbetriebsparametern nach Beginn und vor Ende einer Einspritzung ermöglicht.
 6. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten Steuerleitungen (7) von einer für wenigstens zwei Injektoren gemeinsamen Steuerleitung (9) abzweigen.
 7. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenn vorhanden die zweiten Steuerleitungen (8) von der gemeinsamen Steuerleitung (9) abzweigen.
 8. Kraftstoffeinspritzung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Steuerleitung (60) an eine Bohrung (61) des Pumpenzylinders (75) des das Förderende regelnden zweiten Pumpenkolbens (73) angeschlossen ist, wobei die Bohrung (61) so angeordnet ist, dass der Absteuerdruck in der Steuerleitung (60) anliegt, bevor der Druckabfall am Förderende den Düsenraum (11) der Einspritzdüse erreicht.
 9. Kraftstoffeinspritzung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem ersten Pumpenkolben (70) mit den Steueröffnungen (101) zusammenwirkende Steuerkanten (100) auf dem Umfang zugeordnet sind, dass der erste Pumpenkolben (70) zur Steuerung des Förderbeginns mittels der Steuerstange (71) verdrehbar ist, und dass die Steuerkanten (100) mit Stufen mit waagerechten Abschnitten ausgebildet sind.
 10. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stufen treppenförmig mit ungefähr senkrechten Übergängen ausgebildet sind.
 11. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die waagerechten Stufenabschnitte größer als der Durchmesser der Steueröffnungen (101) sind.
 12. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 9, 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verstellung der Steuerstange (71) in Anpassung an die Ausbildung der Steuerkante (101) stufenweise erfolgt.
 13. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerstange (71) zur stufenweisen Verstellung mit stufenweise veränderbarem Steuerdruck beaufschlagbar ist.

Claims

1. Fuel injection device for injecting fuel into the combustion chamber of an internal combustion engine, having at least one dual-piston pump (1) for feeding fuel which is increasing and decreasing in pressure, which dual-piston pump (1) has two pump pistons (70, 73) which feed a common line in parallel and

have control edges (100) which interact with control openings (101) in a respectively assigned pump cylinder (72, 75), each pump piston (70, 73) being assigned a control rod (71, 74), by means of which a beginning and an end of feeding can be controlled, and also having an injector (5) assigned to each dual-piston pump (1) with an injection nozzle and with a nozzle needle (12) for controlling the beginning and end of an injection, the nozzle needle (12) being kept in a closed position, in contact with a valve seat, in the intervals between injections by means of a force acting on the nozzle needle (12) in the closing direction, and it being possible for the nozzle needle (12) to be acted on by the fuel fed by the dual-piston pump (1) in order to generate a force which is directed in the opening direction, and an injection beginning when the force directed in the opening direction exceeds the force directed in the closing direction, **characterized in that** the beginning of feeding can be set at the first pump piston (70) and the end of feeding can be set at the second pump piston (73), the second pump piston (73) leading the first pump piston (70) with regard to the beginning of feeding, and the second pump piston (73) lagging the first pump piston (70) with regard to the end of feeding, the fuel fed by the second pump piston (73) before the beginning of feeding of the first pump piston (70) being discharged via the control openings (101) assigned to the first pump piston (70), and the fuel fed by the first pump piston (70) after the end of feeding of the second pump piston (73) being discharged via the control openings assigned to the second pump piston (73), **in that**, in addition, first control lines (7) are provided which are connected to first control spaces (13) of all injectors (5) and provide a control pressure which makes it possible for pistons (16), which are assigned to the control spaces (13) and act on the nozzle needle (12) in the closing direction, to be acted on with pressure in order to variably set the force acting on the nozzle needle (12) in the closing direction before the beginning of an injection as a function of engine operating parameters, and **in that**, in order to compensate for the resulting change in the beginning of injection, the control rod (71) of the first pump piston (70) which regulates the beginning of feeding is adjusted.

2. Fuel injection device according to Claim 1, **characterized in that** the control rod (71) is adjusted as a function of the pressure prevailing in the control lines (7).
3. Fuel injection device according to Claim 2, **characterized in that** to set the control rod (71), the control pressure present in the control lines (7) acts on a control piston of the control rod (71).
4. Fuel injection device according to Claim 2 or 3, **char-**

acterized in that the control pressure present in the control lines (7) can be set to higher values at low speeds than at high speeds as a function of operating parameters of the internal combustion engine, and **in that** a high control pressure corresponds to an adjustment of the control rod (71), which regulates the beginning of feeding, in the early direction, and **in that** a low control pressure corresponds to an adjustment of the control rod (71), which regulates the beginning of feeding, in the late direction.

5. Fuel injection device according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** second control lines (8 or 60) are provided which provide a second control pressure which makes it possible for pistons (17), which are assigned to second control spaces (14) and act on the nozzle needle (12) in the closing direction, to be acted on with pressure in order to variably set the force acting on the nozzle needle (12) in the closing direction as a function of engine operating parameters after the beginning and before the end of an injection.
6. Fuel injection valve according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the first control lines (7) branch off from a control line (9) which is common to at least two injectors.
7. Fuel injection device according to Claim 6, **characterized in that**, where present, the second control lines (8) branch off from the common control line (9).
8. Fuel injection device according to Claim 5, **characterized in that** the second control line (60) is connected to a bore (61) of the pump cylinder (75) of the second pump piston (73), which regulates the end of feeding, the bore (61) being arranged in such a way that the terminating pressure is present in the control line (60) before the pressure drop reaches the nozzle space (11) of the injection nozzle at the end of feeding.
9. Fuel injection device according to one of Claims 1 to 8, **characterized in that** control edges (100) which interact with the control openings (101) are assigned to the first pump piston (70) at the circumference, **in that** the first pump piston (70) can be rotated by means of the control rod (71) in order to control the beginning of feeding, and **in that** the control edges (100) are formed with steps having horizontal sections.
10. Fuel injection device according to Claim 9, **characterized in that** the steps are formed in the manner of stairs with approximately perpendicular transitions.
11. Fuel injection device according to Claim 9 or 10,

characterized in that the horizontal step sections are larger than the diameter of the control openings (101).

12. Fuel injection device according to Claim 9, 10 or 11, **characterized in that** the control rod (71) is adjusted in a stepped fashion in accordance with the design of the control edge (100).
13. Fuel injection device according to Claim 12, **characterized in that** the control rod (71) can, for stepped adjustment, be acted on with a control pressure which can be varied in a stepped fashion.

Revendications

1. Dispositif d'injection de carburant pour l'injection de carburant dans la chambre de combustion d'un moteur à combustion interne, comprenant au moins une pompe à piston double (1) pour refouler du carburant soumis à une pression croissante et décroissante avec deux pistons de pompe (70, 73) refoulant parallèlement vers une conduite commune, comprenant des arêtes de commande (100) qui coopèrent avec des ouvertures de commande (101) dans un cylindre de pompe respectif associé (72, 75), à chaque piston de pompe (70, 73) étant associée une tige de commande (71, 74) avec laquelle le début et la fin du refoulement peuvent être commandés, et comprenant en outre un injecteur (5) associé à chaque pompe à piston double (1), avec un injecteur et une aiguille d'injecteur (12) pour la commande du début et de la fin d'une injection, l'aiguille d'injecteur (12) étant maintenue dans les pauses d'injection par une force agissant dans la direction de fermeture sur l'aiguille d'injecteur (12) dans la position fermée en appui contre un siège de soupape, et l'aiguille d'injecteur (12) pouvant être sollicitée avec le carburant refoulé par la pompe à piston double (1) pour produire une force orientée dans la direction d'ouverture, et une injection commençant lorsque la force orientée dans la direction d'ouverture dépasse la force orientée dans la direction de fermeture, **caractérisé en ce que** le début du refoulement peut être ajusté sur le premier piston de pompe (70) et la fin du refoulement sur le deuxième piston de pompe (73), le deuxième piston de pompe (73) agissant avant le premier piston de pompe (70) en ce qui concerne le début du refoulement et le deuxième piston de pompe (73) agissant après le premier piston de pompe (70) en ce qui concerne la fin du refoulement, le carburant refoulé par le deuxième piston de pompe (73) avant le début du refoulement du premier piston de pompe (70) étant évacué par le biais des ouvertures de commande (101) associées au premier piston de pompe (70), et le carburant refoulé par le premier piston de pompe (70) après la fin du

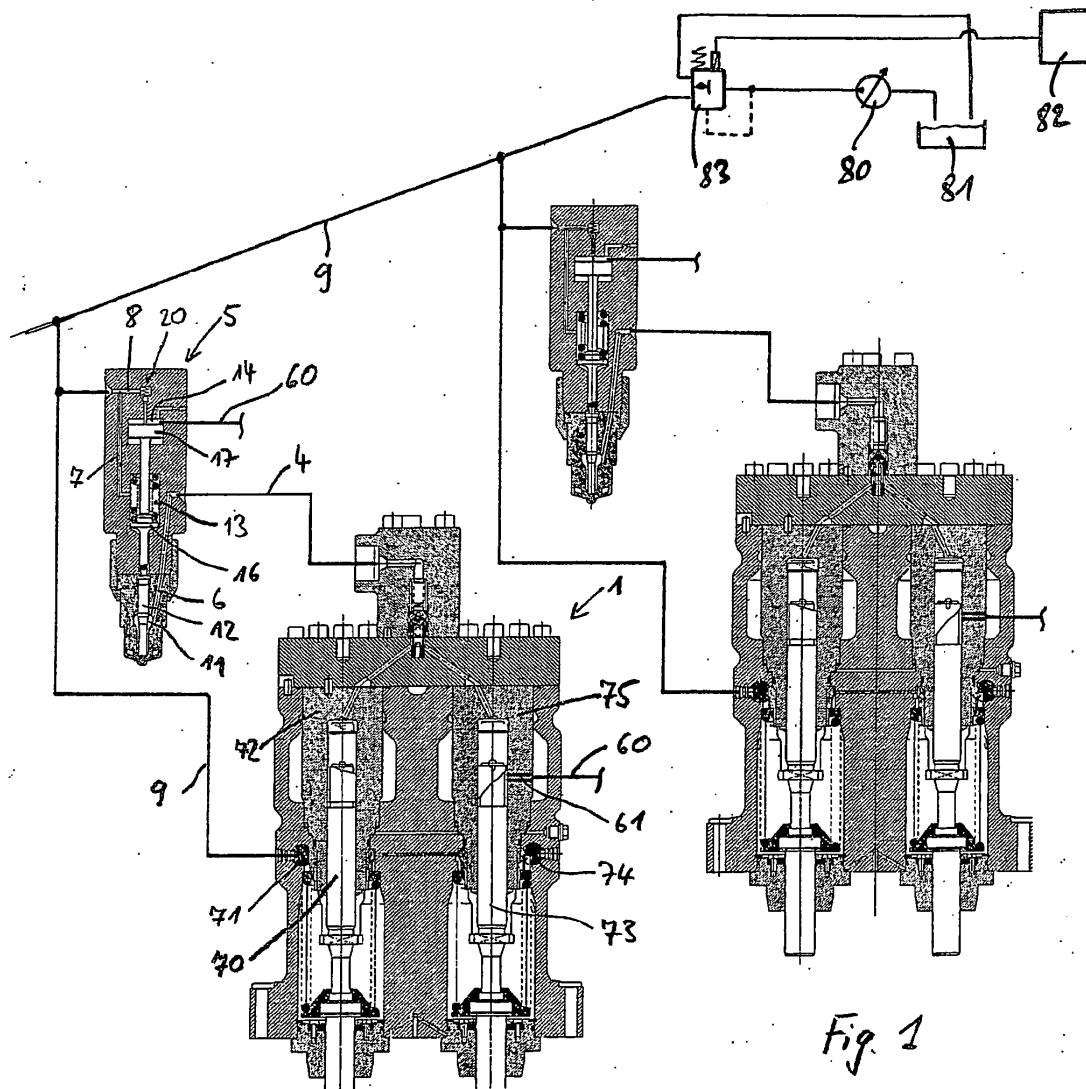
refoulement du deuxième piston de pompe (73) étant évacué par le biais des ouvertures de commande associées au deuxième piston de pompe (73), **en ce qu'en** outre des premières conduites de commande (7) sont prévues, lesquelles sont connectées à des premiers espaces de commande (13) de tous les injecteurs (5) et fournissent une pression de commande qui permet une sollicitation en pression des pistons (16) associés aux espaces de commande (13), agissant sur les aiguilles d'injecteur (12) dans la direction de fermeture, pour l'ajustement variable de la force agissant dans la direction de fermeture sur les aiguilles d'injecteur (12) avant le début d'une injection en fonction de paramètres de fonctionnement du moteur, et **en ce que** pour la compensation de la variation ainsi provoquée du début de l'injection, il se produit un déplacement de la tige de commande (71) du premier piston de pompe (70) régulant le début du refoulement.

2. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le déplacement de la tige de commande (71) s'effectue en fonction de la pression régnant dans les conduites de commande (7).
3. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** pour l'ajustement de la tige de commande (71), la pression de commande existant dans les conduites de commande (7) s'applique à un piston de commande de la tige de commande (71).
4. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** la pression de commande existant dans les conduites de commande (7) peut être ajustée en fonction de paramètres de fonctionnement du moteur à combustion interne à un niveau plus élevé pour de faibles régimes que pour des régimes élevées, et **en ce qu'une** pression de commande élevée correspond à un déplacement de la tige de commande (71) régulant le début du refoulement dans la direction d'un refoulement précoce, et **en ce qu'une** faible pression de commande correspond à un déplacement de la tige de commande (71) régulant le début du refoulement dans la direction d'un refoulement retardé.
5. Dispositif d'injection de carburant selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** des deuxième conduites de commande (8 ou 60) sont prévues, lesquelles fournissent une deuxième pression de commande qui permet une sollicitation en pression de pistons (17), associés à des deuxième espaces de commande (14), agissant sur les aiguilles d'injecteur (12) dans la direction de fermeture, pour l'ajustement variable de la force agissant dans la direction de fermeture sur les aiguilles

d'injecteur (12) en fonction de paramètres de fonctionnement du moteur après le début et avant la fin d'une injection.

d'un réglage par incréments.

6. Dispositif d'injection de carburant selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les premières conduites de commande (7) partent d'une conduite de commande (9) commune à au moins deux injecteurs. 5
7. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 6, **caractérisé en ce que**, lorsqu'elles sont présentes, les deuxièmes conduites de commande (8) partent de la conduite de commande commune (9). 10 15
8. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la deuxième conduite de commande (60) est raccordée à un alésage (61) du cylindre de pompe (75) du deuxième piston de pompe (73) régulant la fin du refoulement, l'alésage (61) étant disposé de telle sorte que la pression de commande s'applique dans la conduite de commande (60) avant que la chute de pression à la fin du refoulement atteigne l'espace d'injection (11) de l'injecteur. 20 25
9. Dispositif d'injection de carburant selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** des arêtes de commande (100) coopérant avec les ouvertures de commande (101) sur la périphérie sont associées au premier piston de commande (70), **en ce que** le premier piston de commande (70) peut tourner pour commander le début du refoulement au moyen de la tige de commande (71) et **en ce que** les arêtes de commande (100) sont réalisées avec des gradins ayant des portions horizontales. 30 35
10. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** les gradins sont réalisés en forme d'escaliers avec des transitions approximativement perpendiculaires. 40
11. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 9 ou 10, **caractérisé en ce que** les portions de gradins horizontales sont plus grandes que le diamètre des ouvertures de commande (101). 45
12. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 9, 10 ou 11, **caractérisé en ce que** le déplacement de la tige de commande (71) s'effectue de manière étagée de façon adaptée à la formation de l'arête de commande (100). 50
13. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** la tige de commande (71) peut être sollicitée avec une pression de commande variable de manière discontinue en vue 55



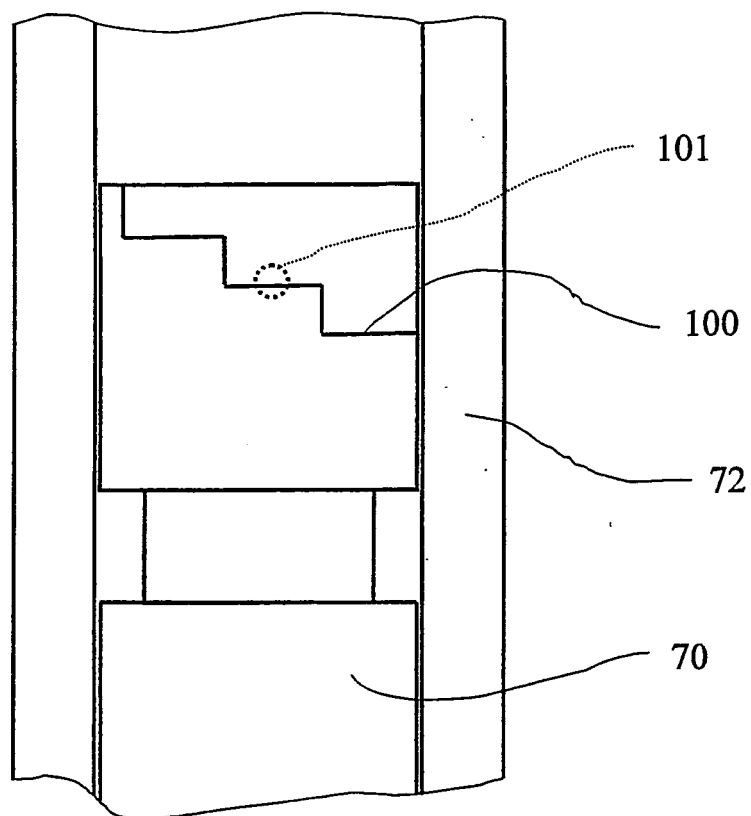


Fig. 2