

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 0 610 585 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**04.09.1996 Patentblatt 1996/36**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **F02M 45/08**, F02M 45/04,  
F02M 43/00, F02M 43/04

(21) Anmeldenummer: **93120308.7**

(22) Anmeldetag: **16.12.1993**

(54) **Kraftstoffeinspritzvorrichtung für eine Vor-und Haupteinspritzung**

Fuel injection device with pilot- and main-injection

Dispositif d'injection de combustible à pré-injection et injection principale

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT NL SE**

(30) Priorität: **09.02.1993 AT 224/93**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**17.08.1994 Patentblatt 1994/33**

(73) Patentinhaber: **STEYR NUTZFAHRZEUGE AG  
A-4400 Steyr (AT)**

(72) Erfinder: **Priesner, Helmut, Dipl.-Ing.  
A-3910 Zwettl (AT)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 142 631 EP-A- 0 237 071**  
**DE-A- 3 330 771 GB-A- 636 080**  
**US-A- 4 681 073**

**EP 0 610 585 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

Die Erfindung betrifft eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung für eine Vor- und Haupteinspritzung über je ein Zwei-Nadel-Einspritzventil in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit einer Einspritzpumpe mit nokkengesteuerten, für Leistungsregelung verdrehbaren Pumpenkolben, deren Pumpenräume jeweils über eine seitlich einmündende Steuerbohrung mit Kraftstoff füllbar und an die sich ausgangsseitig ein in Schließrichtung federbelastetes Ventil anschließt.

Die Erfindung geht aus von einem Stand der Technik gemäß der DE 29 24 128 A1. Diese Schrift offenbart eine Einspritzvorrichtung für eine Voreinspritzung von zündwilligem Kraftstoff und eine Haupteinspritzung von zündträgem Kraftstoff, über ein Zwei-Nadel-Einspritzventil, bei dem beide Ventilmadeln koaxial ineinander angeordnet sind, was auch eine entsprechend angepaßte Zuführung der verschiedenen Kraftstoffe über entsprechend ausgebildete Leitungswege im Hinblick auf den zeitlichen Ablauf der Vor- und Haupteinspritzung bedeutet. Diese Lösung wirft jedoch Probleme auf bzw. ist mit gewissen Nachteilen behaftet, auf die nachfolgend näher eingegangen ist. Die Einspritzpumpe muß immer mit dem zündträgen Kraftstoff betrieben werden. Dies kann deshalb zu Problemen führen, da zum Beispiel Äthanol eine geringe Schmierfähigkeit aufweist oder, wenn als Kraftstoff eine wasserhaltige Emulsion verwendet wird, dieser Korrosion verursachen kann. Darüber hinaus sind bei dieser bekannten Lösung ausgangs der Einspritzpumpe entweder Gleichdruckventile (Fig. 2), Drosselrückschlagventile (Fig. 3) oder Gleichraumventile (Fig. 4) vorgesehen, aufgrund derselben gewisse Probleme bei der Dosierung des geförderten Kraftstoffes auftreten. Soll die Dosierung desselben nur durch Druck und Querschnitt gesteuert werden, wie in der Beschreibung Seite 7 unten angegeben, so ist folgendes zu beachten:

Der Standdruck in der Einspritzleitung muß sehr niedrig und konstant sein, vorzugsweise gleich dem Dampfdruck. Diese Forderung kann vom Gleichdruckventil nach Fig. 2 in der Praxis nicht erfüllt werden. Von den Druckventilen nach Fig. 3 und 4 kann diese Forderung nur durch eine Überentlastung der Einspritzleitung erfüllt werden, so daß im allgemeinen auch nach Zuführung des Haupteinspritzkraftstoffes die Einspritzleitung nicht vollständig gefüllt ist. Dieser Sachverhalt bedingt eine Reihe bekannter Nachteile, wie Kavitation, Streuung von Einspritzmenge und -beginn, geringer Einspritzdruck.

Die exakte Zumessung versagt bei druck-/querschnittsgesteuerten Systemen spätestens dann, wenn die eingespritzte Kraftstoffmenge kleiner ist als die Sollmenge für den Voreinspritzkraftstoff. Dieser Fall tritt bei sehr niedriger Last ein und führt dazu, daß sich die Leitung immer mehr mit Voreinspritzkraftstoff füllt. Akute Probleme verursacht dies insbesondere dann, wenn die beiden Kraftstoffe unterschiedliche Heizwerte besitzen,

was sowohl für die Kombination Dieseldieselkraftstoff/Dieseldiesel-Wasser-Emulsion als auch für die Kombination Dieseldieselkraftstoff/Äthanol der Fall ist. Dadurch wird nämlich bei zu großer Vorlagerung von Voreinspritzkraftstoff eine zu große Brennstoffenergie in den Motor eingebracht, was zu unkontrollierter Leistungsabgabe, Schwarzrauch und eventuell auch zu Motorzerstörung führen kann. Solche Nachteile können aber auch bei einer Magnetventildosierung auftreten, falls es das betreffende Druckventil erlaubt, mehr Menge an Voreinspritzkraftstoff zuzuführen als zuletzt eingespritzt wurde.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung der eingangs genannten Art dahingehend auszubilden, daß in allen Lastbereichen der Brennkraftmaschine eine exakte mengenmäßige Dosierung des Vor- und Haupteinspritzkraftstoffes sowie eine zeitlich exakt aufeinander abgestimmte Vor- und Haupteinspritzung möglich ist.

Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß dadurch gelöst,

- daß jedes Zwei-Nadel-Einspritzventil zwei achsparallel nebeneinander eingebaute Düsenadeln aufweist, die jeweils rückseitig über eine den Öffnungsdruck vorgebende Druckfeder in Schließrichtung kraftbeaufschlagt sind und in Schließstellung, auf einem Sitz abgestützt, zugehörige Düsenbohrungen absperren bzw. in Öffnungsstellung letztere für Einspritzung freigeben,
- daß der Düsenvorraum der Voreinspritznadel über einen ventilinternen Kanal mit eingebautem, nur in Speiserichtung durchlässigem Rückschlagventil von einer Niederdruck-Speiseeinrichtung her mit Voreinspritzkraftstoff versorgbar ist,
- daß sich an jeden Pumpenraum der Einspritzpumpe ein ein Druckventil und eine Druckfeder aufnehmender Pumpenausgangsraum und daran über eine Einspritzleitung oder direkt ein einspritzventilinterner Zuführkanal anschließt,
- daß jedes Druckventil beim Pumpenkolben-Hub als Druckkolben wirkend den in den anschließenden Leitungswegen gegebenen Kraftstoff ausschleibt und gleichzeitig eine seitlich in den Pumpenausgangsraum einmündende Füllbohrung absperrt, über die nach Beendigung jedes Haupteinspritzvorganges und Rückführung des Druckventils in Schließstellung der dadurch entstehende, der eingespritzten Kraftstoffmenge entsprechende Hohlraum in den nachgeordneten Leitungswegen von einer Niederdruck-Speiseeinrichtung her wieder mit Haupteinspritzkraftstoff auffüllbar ist, und
- daß in jedem Zwei-Nadel-Einspritzventil ein zwischen zwei Endstellungen axial frei beweglicher Steuerkolben vorgesehen ist, der aus seiner einen,

unteren Endstellung nach Beendigung jeder Haupteinspritzung durch seinem Steuervorraum über einen Kanal vom Düsenorraum der Voreinspritznadel her zugeführten Voreinspritzkraftstoff in seine andere, obere Endstellung verschiebbar ist, wobei der Zuführkanal verschlossen wird, und der aus dieser oberen Endstellung bei pumpenkolbenseitig gesteuertem Druckaufbau durch den anstehenden Haupteinspritzkraftstoff nach unten bewegt wird, wobei der in seinen Steuervorraum anstehende Voreinspritzkraftstoff unter Öffnung der Voreinspritznadel verdrängt und in entsprechender Menge eingespritzt wird, und wobei vom Steuerkolben eine Verbindung zum Düsenorraum der Haupteinspritznadel freigegeben wird, wodurch diese dann durch den pumpenkolbenseitig nachgeschobenen Haupteinspritzkraftstoff angehoben wird und letzterer bis zur pumpenkolbenseitigen Druckentlastung eingespritzt wird.

Durch die erfindungsgemäße Aufteilung des Zwei-Nadel-Einspritzventils in zwei achsparallel nebeneinander eingebaute Düsenadeln kann jede derselben vergleichsweise einfach ausgebildet und auch der Öffnungsdruck über die jeweils zugeordnete Druckfeder exakt definiert eingestellt werden. Ferner erlaubt dies eine günstige Ausgestaltung der Leitungswege für die Zuführung des Voreinspritzkraftstoffes zum Düsenorraum der Voreinspritznadel sowie einen einfachen Einbau des notwendigen Rückschlagventiles. Darüber hinaus ermöglicht die erfindungsgemäße Anordnung der Düsenadeln auch eine einfache Unterbringung des erfindungsgemäßen Steuerkolbens als einem Teil der Einspritzsteuerung. Außerdem dient die Einspritzpumpe bei der erfindungsgemäßen Lösung nicht zur Kraftstoffförderung, sondern nur zum Druckaufbau, um den in den sich an das Druckventil anschließenden Leitungswegen gegebenen, von einer Niederdruck-Speiseeinrichtung her eingespeisten Haupteinspritzkraftstoff auszuschieben. Diesem Zweck dient jenes erfindungsgemäße Merkmal, daß sich an jeden Pumpenraum der Einspritzpumpe ein ein Druckventil und eine Druckfeder aufnehmender Pumpenausgangsraum und daran eine mit einem einspritzventilinternen Zuführkanal verbundene Einspritzleitung anschließt. Jedes Druckventil wirkt dabei bei jedem Pumpenkolbenhub als Druckkolben, schiebt dabei den in den anschließenden Leitungswegen gegebenen Kraftstoff aus und sperrt gleichzeitig eine seitlich in den Pumpenausgangsraum einmündende Füllbohrung ab, über die nach Beendigung jedes Haupteinspritzvorganges und Rückführung des Druckventils in dessen Schließstellung der dadurch entstehende Hohlraum in den nachgeordneten Leitungswegen von einer Niederdruckspeiseeinrichtung her wieder mit Haupteinspritzkraftstoff auffüllbar ist.

Die solchermaßen wirkende Einspritzpumpe, die Druckventile und die Steuerkolben in den Zwei-Nadel-Einspritzventilen ermöglichen in Verbindung mit dem

weiteren Aufbau der letzteren eine exakte Erfüllung der gestellten Aufgaben, nämlich eine exakte mengenmäßige Dosierung sowohl des Vor- als auch Haupteinspritzkraftstoffes und eine zeitlich exakt definierte Abfolge der Vor- und Haupteinspritzung.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Lösung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Was das Vorsehen zweier achsparallel nebeneinander eingebauter Düsenadeln in einem Zwei-Nadel-Einspritzventil sowie eines zwischen zwei Endstellungen beweglichen Steuerkolbens anbelangt, so ist solches aus der EP-A 0 237 071 bekannt. Im Gegensatz zur Erfindung sind dort beide Ventildadeln über eine Wippe an einer gemeinsamen Druckfeder abgestützt. Ersichtlicherweise kann diese nur auf einen einzigen Öffnungs- bzw. Schließdruck eingestellt sein. Eine gezielte Einstellung des Öffnungs- bzw. Schließdruckes jeder Ventildadel, wie bei der Erfindung über die beiden Druckfedern möglich, ist dort nicht darstellbar. Im übrigen ist das Steuerungssystem für die Steuerung der Vor- und Haupteinspritzung extrem aufwendig. Drei Nockenwellen allein für die Steuerung der Einspritzungen sind in der Praxis kaum vertretbar. Die Erfindung begnügt sich, was Nockenwellen anbelangt, mit einer einzigen, nämlich jener, die zur Steuerung der Pumpenkolben der Einspritzpumpe dient.

Nachstehend ist die erfindungsgemäße Lösung anhand der Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzvorrichtung für eine Vor- und Haupteinspritzung gleichen Kraftstoffs,

Fig. 2 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzvorrichtung für eine Voreinspritzung zündwilligen Kraftstoffs und eine Haupteinspritzung zündträgen Kraftstoffs,

Fig. 3 einen Ausschnitt aus einem zu jenem in Fig. 1 und 2 dargestellten alternativen Zwei-Nadel-Einspritzventil,

Fig. 4 ausschnittsweise ein weiteres alternatives Zwei-Nadel-Einspritzventil, wobei in den Fig. 4A, 4B und 4C der dort eingebaute Steuerkolben in drei unterschiedlichen Stellungen gezeigt ist, nämlich in Fig. 4A vor einer Voreinspritzung, in Fig. 4B am Ende einer Voreinspritzung und in Fig. 4C während einer Haupteinspritzung,

Fig. 5 ausschnittsweise eine weitere zur Ausführungsform gemäß Fig. 1 und 2 alternative Ausgestaltung des Zwei-Nadel-Einspritzven-

tils.

In den Figuren sind gleiche bzw. einander entsprechende Bauteile mit gleichem Bezugszeichen angezo-

gen.  
Die Kraftstoffeinspritzvorrichtung weist eine Einspritzpumpe 1 mit von nicht dargestellten Nocken gesteuerten Pumpenkolben 2 auf, die jeweils übliche Steuer-  
ernuten 3, 4 und schräge Steuerkanten 5 aufweisen sowie für Leistungsregelung durch eine ebenfalls nicht  
dargestellte Steuervorrichtung verdrehbar sind. An die jeweils über eine seitlich einmündende Steuerbohrung  
6 mit Kraftstoff füllbaren Pumpenräume 7 schließt sich ausgangs jeweils ein Pumpenausgangsraum 8 und dar-  
an eine mit einem intern eines Zwei-Nadel-Einspritzventiles 9 gegebenen Zuführkanal 10 verbundene Einspritzleitung  
11 an. Falls das Zwei-Nadel-Einspritzventil 9 mit der Einspritzpumpe 1 zu einem Pumpen-Düsen-  
Organ vereinigt ist, entfällt die Einspritzleitung 11. Die zwischen jedem Pumpenraum 7 und Pumpenausgangs-  
raum 8 gegebene Verbindungsbohrung 12 ist rückseitig mit einer kegigen Erweiterung 13 versehen,  
die als Sitz für ein im Pumpenausgangsraum 8 leckagearm eingebautes Druckventil 14 dient, welches in  
Schließrichtung durch eine ebenfalls in den Pumpenausgangsraum 8 eingebaute Druckfeder 15 beauf-  
schlagt ist. Im Gegensatz zu herkömmlichen Einspritzpumpen, bei denen durch den Pumpenkolben-Hub der  
geförderte Kraftstoff unmittelbar einem Einspritzventil zugeführt wird, dient die erfindungsgemäße Einspritz-  
pumpe nur zum Druckaufbau und zum Ausschub der zur Einspritzung kommenden Menge an Haupteinspritz-  
kraftstoff, welcher sukzessive den sich am Druckventil 14 anschließenden Leitungswegen 8, 11, 10 zugeführt  
wird. Dabei wirkt jedes Druckventil 14 beim Pumpenkolben-Hub als Druckkolben, der durch seine Hubbewegung  
den dahinter anstehenden Kraftstoff ausschiebt und gleichzeitig eine seitlich in den Pumpenausgangsraum 8  
einmündende Füllbohrung 16 absperrt, über die nach Beendigung jedes Haupteinspritzvorganges und  
Rückführung des Druckventils 14 in dessen Schließstellung der dadurch entstehende Hohlraum in den besag-  
ten, letzterem nachgeordneten Leitungswegen 8, 11, 10 von einer Niederdruck-Speiseeinrichtung 17 her wieder  
mit Haupteinspritzkraftstoff auffüllbar sind.

Jedes einem Zylinder der Brennkraftmaschine zugeordnete Zwei-Nadel-Einspritzventil 9 weist zwei  
achsparell nebeneinander eingebaute Düsennadeln, eine Voreinspritznadel 18 und eine Haupteinspritznadel  
19 auf, die jeweils rückseitig über eine an einem Drucker abgestützte und den Öffnungsdruck vorgebende  
Druckfeder 20 bzw. 21 in Schließrichtung kraftbeaufschlagt sind und in Schließstellung, auf einem Sitz 22  
bzw. 23 abgestützt, zugehörige Düsenbohrungen 24 bzw. 25 absperren bzw. in Öffnungsstellung letztere für  
Einspritzung freigeben. Um zu erreichen, daß zunächst eine Voreinspritzung von Voreinspritzkraftstoff durch die  
Düsenbohrungen 24 nach Abheben der Voreinspritzna-

del 18 von ihrem Sitz 22 und danach eine Haupteinspritzung über die Düsenbohrungen 25 nach Abheben der  
Haupteinspritznadel 19 von ihrem Sitz 23 erfolgen kann, ist der Öffnungsdruck der Voreinspritznadel 18 vorzugs-  
weise niedriger, z.B. auf  $\leq 70\%$  als jener der Haupteinspritznadel 19 eingestellt, und zwar über entsprechende  
Auslegung der Druckfedern 20, 21. Beispielsweise kann der Öffnungsdruck der Voreinspritznadel 18 auf 200 bar  
und der Öffnungsdruck der Haupteinspritznadel auf 300 bar eingestellt sein. Abhängig von dieser Öffnungs-  
druck-Einstellung ergibt sich ein bestimmter zeitlicher Versatz des Beginns von Vor- und Haupteinspritzung.

Jede der beiden Düsennadeln 18, 19 weist einen vorderen zylindrischen Abschnitt und einen demgegen-  
über durchmessergrößeren hinteren Abschnitt auf, wobei die Übergangsfläche 26 bzw. 27 zwischen beiden  
Nadelabschnitten im erweiterten Bereich des jeweils zugehörigen Düsenvorraumes 28 bzw. 29 gegeben ist und  
die in Öffnungsrichtung der jeweiligen Ventilmadel 18 bzw. 19 wirksame Druckfläche bildet.

Der Düsenvorraum 28 der Voreinspritznadel 18 ist über einen ventilinternen Kanal 30/1, 30/2, 30/3, 30/4  
mit vorzugsweise möglichst nahe vor dessen Einmündung in den Düsenvorraum 28 eingebautem, nur in  
Speiserichtung durchlässigen Rückschlagventil 31 von einer Niederdruck-Speiseeinrichtung 32 her mit Vorein-  
spritzkraftstoff versorgbar.

Kernstück der Kraftstoffeinspritzvorrichtung ist ein in jedem Zwei-Nadel-Einspritzventil 9 eingebauter,  
zwischen zwei Endstellungen axial frei beweglicher Steuerkolben 33, der für eine exakte mengenmäßige Dosie-  
rung der Voreinspritzkraftstoffmenge und eine zeitlich exakt definierte Steuerung der Voreinspritzung sowie eine  
zeitlich versetzt zu deren Beginn mit oder ohne Überschneidung gesteuerte Haupteinspritzung verantwort-  
lich zeichnet. Dieser Steuerkolben 33 ist im Bereich zwischen den beiden Ventilmadeln 18, 19 vorzugsweise  
achsparell zu diesen in einer Aufnahmebohrung 34 axial verschieblich aufgenommen, die unten - zur Bil-  
dung eines Steuervorraumes 35 - und weiter oben, von dem den unteren Anschlag bildenden Boden des letz-  
teren um etwa die Länge des Steuerkolbens 33 beabstandet - zur Bildung eines Überleiterraumes 36 - entspre-  
chend erweitert ist sowie koaxial zum zentralen, durchmesserkleineren Zuführkanal 10 verläuft, wobei der  
Übergang von letzterem zur Aufnahmebohrung 34 durch eine Einsatzhülse 37 gebildet ist, deren untere  
Stirnfläche den oberen Anschlag für den Steuerkolben 33 bildet.

Der Steuervorraum 35 des Steuerkolbens 33 ist über eine Bohrung 38 mit dem Düsenvorraum 28 der  
Voreinspritznadel verbunden. Der Überleiterraum 36 wiederum ist mit dem Düsenvorraum 29 der Haupteinspritz-  
nadel verbunden, und zwar je nach Abstand unter Anschneidung derselben oder über eine Bohrung.

Der Steuerkolben 33 ist nach Beendigung jeder Haupteinspritzung generell aus seiner einen, nach Be-  
endigung einer Voreinspritzung gegebenen unteren

Endstellung durch von der Niederdruck-Speiseeinrichtung 32 nachgeführten und seinem Steuervorraum 35 über den Kanal 38 vom Düsenraum 28 der Voreinspritznadel 18 her zugeführten Voreinspritzkraftstoff in seine andere, obere Endstellung verschiebbar, wobei während dieser Aufwärtsbewegung der Zuführkanal 10 verschlossen wird. Aus dieser oberen Endstellung ist der Steuerkolben 33 bei einem pumpenkolbenseitig gesteuerten Druckaufbau über den davor im Zuführkanal 10 anstehenden Haupteinspritzkraftstoff nach unten bewegbar, wobei der in seinem Steuervorraum 35 anstehende Voreinspritzkraftstoff - wegen des geschlossenen Rückschlagventils 31 - unter Öffnung der Voreinspritznadel 18 verdrängt und in den Brennraum eingespritzt wird, und wobei nach einem gewissen Weg vom Steuerkolben 33 die Verbindung zwischen Zuführkanal 10 und Überleitraum 36 und damit der Kraftstoffweg zum Düsenraum 29 der Haupteinspritznadel 19 freigegeben ist, worauf letztere dann durch den Druckanstieg des pumpenkolbenseitig nachgeschobenen Haupteinspritzkraftstoffs angehoben und letzterer bis zur pumpenkolbenseitigen Druckentlastung eingespritzt wird.

Der Steuerkolben 33 ist bei den Ausführungsbeispielen gemäß Fig. 1 und 2 zylindrisch mit ebenen, randseitig erforderlichenfalls angefasten Stirnflächen ausgebildet. Hierdurch ergibt sich folgender Einspritzzyklus, betrachtet von folgenden Ausgangsgegebenheiten:

- der Steuerkolben 33 befindet sich durch die Nachfüllung des Voreinspritzkraftstoffes nach oben bewegt in seiner oberen Endstellung,
- der Pumpenausgangsraum 8, die Einspritzleitung 11 und der Zuführkanal 10 sind vollständig mit Haupteinspritzkraftstoff gefüllt,
- der Pumpenkolben 2 befindet sich in unterster Stellung.

Wenn sich nun der Pumpenkolben 2 von einer nicht dargestellten Nocke angetrieben nach oben bewegt, verschließt er die Steuerbohrung 6, wodurch der Druck im Pumpenraum 7 ansteigt und das Druckventil 14 entgegen der Kraft der Druckfeder 15 angehoben wird. Das Druckventil 14 verschließt nach kurzem Hub die Füllbohrung 16, worauf die in den nachfolgenden Leitungswegen 8, 11, 10 anstehende Haupteinspritzkraftstoffsäule durch die Weiterbewegung des als Druckkolben wirkenden Druckventiles 14 vorangeschoben wird. Sobald der Druck dieser Haupteinspritzkraftstoffsäule den über die Druckfeder 20 eingestellten Öffnungsdruck der Voreinspritznadel 18 übersteigt, wird der einspritzventilinterne Steuerkolben 33 aus seiner oberen Endstellung nach unten verschoben, wobei durch den hierdurch aus seinem Steuervorraum 35 verdrängten Voreinspritzkraftstoff die Voreinspritznadel 18 angehoben und dann

bei weiterer haupteinspritzkraftstoffgesteuerter Abwärtsbewegung des Steuerkolbens 33 bis zu dessen unterer Endstellung die dieser Volumenverdrängung entsprechende Menge an Voreinspritzkraftstoff über die Düsenbohrungen 24 in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird. Da der pumpenkolbengesteuerte Druck relativ rasch ansteigt, ist bei der Ausführungsform des Steuerkolbens gemäß Fig. 1 und 2 nur ein kleiner Versatz zwischen Vor- und Haupteinspritzung erreichbar. Es erfolgt mithin eine Überdeckung zwischen Vor- und Haupteinspritzung deswegen, weil vom Steuerkolben 33 bereits nach einem gewissen Abwärtshub die Verbindung vom Zuführkanal 10 zum Düsenraum 29 der Haupteinspritznadel 19 freigegeben wird und letztere, sobald deren durch die Druckfeder 21 eingestellte Öffnungsdruck überschritten wird, angehoben wird und dann exakt jene Menge an Haupteinspritzkraftstoff über die Düsenbohrungen 25 in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird, welche sich aus dem restlichen Hubweg des Druckventiles 14 ergibt. Die Voreinspritzung wird im Fall gemäß Fig. 1 und 2 beendet, sobald der einspritzventilinterne Steuerkolben 33 seine unterste Anschlagposition erreicht hat, die Haupteinspritzung dauert so lange, bis der Druck im Pumpenraum 7 bei Förderende des Pumpenkolbens 2 und damit einhergehend auch der Druck in den Leitungswegen 8, 11, 10 zusammenbricht. In der Folge schließt die Haupteinspritznadel 19 und das Druckventil 14 wird in seine Schließstellung rückgeführt. Dadurch entsteht in den diesem nachfolgenden Leitungswegen 8, 11, 10 ein Hohlraum in der Größe der eingespritzten Kraftstoffmenge. Dieser Hohlraum wird von der Niederdruck-Speiseeinrichtung 17 her über die Füllbohrung 16 wieder aufgefüllt. Andererseits wird bereits bei Zusammenbruch des Druckes in den Leitungswegen 8, 11, 10 der zur Voreinspritzung vorgesehene Kraftstoff von der Niederdruck-Speiseeinrichtung 32 her nachgefüllt, und zwar über die ventilinternen Leitungswege 30/1, 30/2, 30/3, 30/4 unter Öffnung des Rückschlagventils 31 und Auffüllung des Düsenraumes 28 der Voreinspritznadel 18, der Bohrung 38 und des Steuervorraumes 35 des Steuerkolbens 33, wodurch dieser von seiner unteren Anschlagposition in seine obere Anschlagposition unter Absperrung des Zuführkanales 10 bewegt wird.

Um zu erreichen, daß der Düsenraum 29 der Haupteinspritznadel 19 vor Absperrung des Zuführkanales 10 durch den Steuerkolben 33 vollständig mit Haupteinspritzkraftstoff gefüllt wird, muß im Fall der Ausführungsbeispiele gemäß Fig. 1 bis 4 die Füllung der Leitungswegen 8, 11, 10 mit Haupteinspritzkraftstoff von der Niederdruck-Speiseeinrichtung 17 her wesentlich schneller erfolgen als die durch die Nachfüllung des Voreinspritzkraftstoffes erfolgende Verschiebung des Steuerkolbens 33. Dies wird dadurch erreicht, daß der Förderdruck P2 der Niederdruck-Speiseeinrichtung 17 entsprechend größer eingestellt ist als der Förderdruck P1 der Niederdruck-Speiseeinrichtung 32 und außerdem im Leitungsweg zwischen Niederdruck-Speiseeinrich-

tung 32 und Rückschlagventil 31 eine Drossel 39 gegeben ist, deren Durchlaßquerschnitt wesentlich kleiner ist als jener einer anderen Drossel 40, die im Leitungsweg zwischen Niederdruck-Speiseeinrichtung 17 und Pumpenausgangsraum 8 gegeben ist. Die Drossel 39 ist insbesondere eingangs eines Zwei-Nadel-Einspritzventils 9 gegeben, während die Drossel 40 insbesondere eingangs des Pumpenausgangsraums 8 in der Füllbohrung 16 eingebaut ist.

Alternativ zum Vorsehen dieser beiden Drosseln 39, 40 kann unter Verzicht derselben, um die besagte vollständige Auffüllung des Düsenvorraumes 29 der Haupteinspritznadel 19 sicherzustellen, der Steuerkolben 33 - wie aus Fig. 5 ersichtlich - eine von oben her eingebaute Sacklochbohrung 41 und eine von dieser zum Umfang führende, erheblich durchmesser kleinere Querboreung 42 aufweisen. Diese ist am Steuerkolben 33 in solcher axialer Relativlage vorgesehen, daß, wenn sich letzterer in oberer Endstellung befindet, eine gedrosselte Verbindung zwischen Zuführkanal 10 und Überleitraum 36 zum Düsenvorraum 29 der Haupteinspritznadel 19 besteht. Diese Querboreung 42 wird aber bereits nach geringem Abwärtshub des Steuerkolbens 33 durch die Aufnahmebohrung 34 abgedeckt und damit verschlossen, so daß durch dessen Abwärtsbewegung die Voreinspritzung ungehindert steuerbar ist.

Um einen zeitlich weitergehend versetzten Beginn von Vor- und Haupteinspritzung zu erreichen, kann der Steuerkolben 33 auch - wie aus Fig. 3 ersichtlich - als Stufenkolben ausgebildet sein. Dabei besteht der Steuerkolben 33 aus zwei durchmesserunterschiedlichen Zylinderabschnitten 33/1, 33/2, wobei der durchmesser schwächere (33/2) das untere Steuerkolbenteil bildet, an das die Aufnahmebohrung 34 durchmesserseitig entsprechend angepaßt ist. Letztere ist außerdem in Höhe des Übergangs der beiden Zylinderabschnitte 33/1, 33/2 - bei in unterer Anschlagstellung des Steuerkolbens 33 betrachtet - durch einen Leckageraum 43 erweitert, von dem ein Leckageableitkanal 44 wegführt. Aufgrund dieser stufigen Ausbildung des Steuerkolbens 33 ergibt sich eine Druckübersetzung, mit der Folge, daß bei dessen Abwärtsbewegung im Düsenvorraum 28 der Voreinspritznadel 18 ein wesentlich höherer Druck als im Düsenvorraum 29 der Haupteinspritznadel 19 bewirkt wird. Dadurch ist es möglich, den Beginn der Voreinspritzung relativ weit gegenüber dem Beginn der Haupteinspritzung vorzuverlegen. Durch entsprechende Durchmesserbemessung der beiden Zylinderabschnitte 33/1, 33/2 des Steuerkolbens 33 ist es aber auch möglich, eine Beendigung der Voreinspritzung vor Beginn der Haupteinspritzung zu erreichen.

Eine andere Lösung, mit der die Voreinspritzung vor der Haupteinspritzung beendbar ist, ist in Fig. 4A bis 4C gezeigt. Bei dieser Variante ist der Steuerkolben 33 zylindrisch mit ebener oberer Stirnfläche ausgebildet. Ferner ist das Aufnahmevermögen des Düsenvorraumes 35 durch eine von unten her in den Steuerkolben 33 eingebaute Sacklochbohrung 45 erweitert, die an einer be-

stimmten Stelle über eine Querboreung 46 mit dem Umfang des Steuerkolbens 33 verbunden ist. Diese Querboreung 46 ist bei in oberer Endstellung befindlichem Steuerkolben 33 durch die Aufnahmebohrung 34 abgedeckt und kommt bei Abwärtsbewegung des Steuerkolbens 33 mit einem durch eine ringförmige Erweiterung der Aufnahmebohrung gegebenen Leckageraum 47, von dem eine Leckageleitung 48 abgeht, in Verbindung, wodurch der Druck im Steuerdruckraum 35 und Düsenvorraum 28 zusammenbricht, damit die Voreinspritzung beendet und außerdem aufgrund der Abflußmöglichkeit des Voreinspritzkraftstoffes auch eine Rückkehr des Steuerkolbens 33 in seine untere Anschlagposition ermöglicht wird. Ansonsten ist der Ablauf eines Voreinspritz- und Haupteinspritzzyklus gleich wie in Verbindung mit Fig. 1 und 2 beschrieben. Zur Verdeutlichung ist daher nachfolgend anhand von Fig. 4A, 4B und 4C nur der Bewegungsablauf des diesbezüglichen Steuerkolbens 33 in seiner oberen Anschlagstellung, wie sie zu Beginn des pumpenkolbenseitigen Förderhubes gegeben ist. Bei einem pumpenkolbenseitig gesteuerten Druckanstieg über die in den Leitungswegen 8, 11, 10 gegebene Haupteinspritzkraftstoffsäule bewegt sich der Steuerkolben nach unten, wodurch - während die Verbindungen zwischen Zuführkanal 10 und Düsenvorraum 29 der Haupteinspritznadel 19 sowie zwischen Düsenvorraum 35 und Leckageraum 47 noch verschlossen sind - der Druck im Düsenvorraum 28 ansteigt, die Voreinspritznadel 18 angehoben wird und die Voreinspritzung über die Düsenbohrungen 24 erfolgt. Nach einem gewissen Weg des Steuerkolbens 33 gibt die Aufnahmebohrung 34 die Querboreung 46 frei - siehe die Steuerkolben-Stellung gemäß Fig. 4B. Da nunmehr Voreinspritzkraftstoff in den Leckageraum 47 abströmen kann, bricht der Druck im Düsenvorraum 28 zusammen und die Voreinspritzung wird beendet. Die zeitliche Verschiebung zwischen Ende Voreinspritzung und Beginn Haupteinspritzung ist durch die Zeit der weiteren Bewegung des Steuerkolbens 33 bis zu seiner unteren Anschlagposition siehe Fig. 4C - definiert. Kurz bevor der Steuerkolben 33 diese untere Anschlagposition erreicht, wird die Verbindung vom Zuführkanal 10 zum Überleitraum 36 aufgesteuert, wodurch sich ein Druckanstieg im Düsenvorraum 29 ergibt, die Haupteinspritznadel 19 geöffnet und der Haupteinspritzkraftstoff über die Düsenbohrungen 25 eingespritzt wird.

Jede der beiden Niederdruck-Speiseeinrichtungen 17, 32 weist eine Förderpumpe 17/1 bzw. 32/1 und ein Druckbegrenzungsventil 17/2 bzw. 32/2 auf, über welches der Förderdruck P1 der Förderpumpe 17/1 bzw. P2 der Förderpumpe 32/1 auf einen Bereich zwischen ca. 2 bis 4 bar eingestellt ist.

Die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzvorrichtung kann unabhängig von ihrer jeweiligen Ausbildung grundsätzlich entweder zur Vor- und Haupteinspritzung gleichen Kraftstoffs - siehe Fig. 1 - oder zur Voreinspritzung eines zündwilligen Kraftstoffs, insbesondere Die-

selkraftstoff, und Haupteinspritzung eines zündträgen Kraftstoffs wie einer Dieselmotorkraftstoff-Wasser-Emulsion oder Äthanol - siehe Fig. 2 - verwendet werden. In letzterem Fall werden die beiden verschiedenen Kraftstoffe in unterschiedlichen Vorratstanks 49, 50 bereitgestellt und hieraus mittels der jeweiligen Niederdruck-Speiseeinrichtung 17 bzw. 32 den angeschlossenen Kraftstoffwegen zugeführt. Im Fall gemäß Fig. 2 dient die Niederdruck-Speiseeinrichtung 32 gleichzeitig auch zur Versorgung der über jeweils eine Leitung 51 angeschlossenen Pumpenräume 7 der Einspritzpumpe 1. Im Fall gemäß Fig. 1 wird der zur Vor- und Haupteinspritzung dienende Kraftstoff in einem Vorratstank 52 bereitgestellt, aus dem die Pumpen 17/1 bzw. 32/1 beider Niederdruck-Speiseeinrichtungen 17, 32 Kraftstoff in die angeschlossenen Leitungswege fördern. In diesem Fall sind die Pumpenräume 7 der Einspritzpumpe 1 von der Niederdruck-Speiseeinrichtung 17 her über eine Zweigleitung 53 mit Kraftstoff versorgbar.

### Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzvorrichtung für eine Vor- und Haupteinspritzung über je ein Zwei-Nadel-Einspritzventil in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit einer Einspritzpumpe mitnocken-gesteuerten, für Leistungsregelung verdrehbaren Pumpenkolben, deren Pumpenräume jeweils über eine seitlich einmündende Steuerbohrung mit Kraftstoff füllbar sind und an die sich ausgangsseitig ein in Schließrichtung federbelastetes Ventil anschließt, dadurch gekennzeichnet,

- daß jedes Zwei-Nadel-Einspritzventil (9) zwei achsparallel nebeneinander eingebaute Düsen-nadeln (18, 19) aufweist, von denen jede rückseitig über eine eigene, den Öffnungsdruck vorgebende Druckfeder (20, 21) in Schließrichtung kraftbeaufschlagt sind und in Schließstellung, auf einem Sitz abgestützt, zugehörige Düsenbohrungen (24, 25) absperren bzw. in Öffnungsstellung letztere für Einspritzung freigeben,
- daß der Düsenvorraum (28) der Voreinspritznadel (18) über einen ventilinternen Kanal (30/1, 30/2, 30/3, 30/4) mit eingebautem, nur in Speiserichtung durchlässigen Rückschlagventil (31) von einer Niederdruck-Speiseeinrichtung (32) her mit Voreinspritzkraftstoff versorgbar ist,
- daß sich an jeden Pumpenraum (7) der Einspritzpumpe (1) ein ein Druckventil (14) und eine Druckfeder (15) aufnehmender Pumpenausgangsraum (8) und daran über eine Einspritzleitung (11) oder direkt ein einspritzventi-

linterner Zuführkanal (10) anschließt,

- daß jedes Druckventil (14) beim Pumpenkolben-Hub als Druckkolben wirkend den in den anschließenden Leitungswegen (8, 11, 10) gegebenen Kraftstoff ausschleibt und gleichzeitig eine seitlich in den Pumpenausgangsraum (8) einmündende Füllbohrung (16) absperrt, über die nach Beendigung jedes Haupteinspritzvorganges und Rückführung des Druckventils (14) in Schließstellung der dadurch entstehende, der eingespritzten Haupteinspritzkraftstoffmenge entsprechende Hohlraum in den nachgeordneten Leitungswegen (8, 11, 10) von einer Niederdruck-Speiseeinrichtung (17) her wieder mit Haupteinspritzkraftstoff auffüllbar ist, und

- daß in jedem Zwei-Nadel-Einspritzventil (9) ein zwischen zwei Endstellungen axial frei beweglicher Steuerkolben (33) vorgesehen ist, der aus seiner einen, unteren Endstellung nach Beendigung jeder Haupteinspritzung durch seinen Steuervorraum (35) über einen Kanal (38) vom Düsenvorraum (28) der Voreinspritznadel (18) her zugeführten Voreinspritzkraftstoff in seine andere, obere Endstellung verschiebbar ist, wobei der Zuführkanal (10) verschlossen wird, und der aus dieser oberen Endstellung bei pumpenkolbenseitig gesteuertem Druckaufbau durch den anstehenden Haupteinspritzkraftstoff nach unten bewegt wird, wobei der in seinen Steuervorraum (35) anstehende Voreinspritzkraftstoff unter Öffnung der Voreinspritznadel (18) verdrängt und in entsprechender Menge eingespritzt wird, und wobei vom Steuerkolben (33) eine Verbindung (36) zum Düsenvorraum (29) der Haupteinspritznadel (19) freigegeben wird, wodurch diese dann durch den pumpenkolbenseitig nachgeschobenen Haupteinspritzkraftstoff angehoben und letzterer bis zur pumpenkolbenseitigen Druckentlastung eingespritzt wird.

2. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Öffnungsdruck der Voreinspritznadel (18) niedriger als jener der Haupteinspritznadel (19), jeweils über die zugehörige Druckfeder (20, 21), eingestellt ist.

3. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerkolben (33) im Bereich zwischen den beiden Ventilenadeln (18, 19) achsparallel zu diesen in einer Aufnahmebohrung (34) axial verschieblich aufgenommen ist, die unten - zur Bildung des Steuervorraumes (35) - und weiter oben, von dem den unteren Anschlag bildenden Boden des letzteren um etwa die Länge des Steuerkolbens (33) beabstandet - zur Bildung eines

- Überleittraumes (36) - entsprechend erweitert ist sowie koaxial zum zentralen, durchmesserkleineren Zuführkanal (10) verläuft, wobei der Übergang von letzterem zur Aufnahmebohrung (34) durch eine Einsatzhülse (37) gebildet ist, deren untere Stirnfläche den oberen Anschlag für den Steuerkolben (33) bildet.
- 5
4. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Düsenorraum (28) der Voreinspritznadel (18) über eine Bohrung (38) mit dem Steuervorraum (35) des Steuerkolbens (33) und der Überleitraum (36) mit dem Düsenorraum (29) der Haupteinspritznadel (19) - je nach Abstand unter Anschneiden derselben oder über eine Bohrung - verbunden ist.
- 10
5. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerkolben (33) zylindrisch mit ebenen, randseitig erforderlichenfalls angefasten Stirnflächen ausgebildet ist.
- 15
6. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerkolben (33) zur Erhöhung der Druckübersetzung als Stufenkolben ausgebildet ist und aus zwei durchmesserunterschiedlichen Zylinderabschnitten (33/1, 33/2) besteht, wobei der durchmesser- schwächere (3/2) das untere Steuerkolbenteil bildet, an das die Aufnahmebohrung (34) durchmesserseitig entsprechend angepaßt ist, wobei letztere in Höhe des Übergangs der beiden Zylinderabschnitte - bei in unterer Anschlagstellung des Steuerkolbens (33) betrachtet - durch einen Leckage- raum (43) erweitert ist, von dem ein Leckageableit- kanal (44) wegführt.
- 20
- 25
- 30
- 35
7. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerkolben (33) zylindrisch mit ebener oberer Stirnfläche ausgebildet ist, daß ferner das Aufnah- mevolumen des Steuervorraumes (35) durch eine von unten her in den Steuerkolben (33) eingebohrte Sacklochbohrung (45) erweitert ist, die an einer be- stimmten Stelle über eine Querbohrung (46) mit dem Umfang des Steuerkolbens (33) verbunden ist, bei in oberer Endstellung befindlichem Steuerkol- ben (33) durch die Aufnahmebohrung (34) abge- deckt ist und bei Abwärtsbewegung des Steuerkol- bens (33) mit einem durch eine ringförmige Erwei- terung der Aufnahmebohrung gebildeten Leckage- raum (47), von dem eine Leckageableitung (48) ab- geht, in Verbindung kommt, wodurch der Druck im Steuerdruckraum (35) und Düsenvorlageraum (28) zusammenbricht, damit die Voreinspritzung beend- et und eine Rückkehr des Steuerkolbens (33) in seine untere Anschlagposition ermöglicht wird.
- 40
- 45
- 50
- 55
8. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 1, da- durch gekennzeichnet, daß jede der beiden Nieder- druck-Speiseeinrichtungen (17, 32) eine Förder- pumpe (17/1, 32/1), deren Förderdruck P1, P2 über ein Druckbegrenzungsventil (17/2, 32/2) auf ca. 2 bis 4 bar eingestellt ist, aufweist, wobei jedoch - um eine vollständige Füllung der zu versorgenden Kraftstoffräume sowie ein zeitgerechtes Überfüh- ren des Steuerkolbens (33) in seine obere Endstel- lung zu gewährleisten - der Förderdruck P2 für den Voreinspritzkraftstoff größer ist als jener P1 für den Haupteinspritzkraftstoff.
9. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 8, da- durch gekennzeichnet, daß - um nach Beendigung eines Haupteinspritzvorgangs auch eine vollständige Füllung des Düsenorraumes (29) der Hauptein- spritznadel (19) vor Absperrung des Zuführkanals (10) durch den Steuerkolben (33) zu ermöglichen - Vorkehrungen vorgesehen sind, die im Vergleich zum Nachfüllen des Voreinspritzkraftstoffes ein wesent- lich schnelleres Nachfüllen des Haupteinspritz- kraftstoffes ermöglichen.
10. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 9, da- durch gekennzeichnet, daß zur Bildung besagter Vorkehrungen im Leitungsweg zwischen Vorein- spritzkraftstoff-Speiseeinrichtung (32) und Rück- schlagventil (31), insbesondere eingangs des Zwei- Nadel-Einspritzventils (9), eine Drossel (39) gege- ben ist, deren Durchlaßquerschnitt wesentlich klei- ner ist als jener einer anderen Drossel (40), die im Leitungsweg zwischen Haupteinspritzkraftstoff- Speiseeinrichtung (17) und Pumpenausgangsraum (8), insbesondere eingangs des letzteren in der Füllbohrung (16) gegeben ist.
11. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 9, da- durch gekennzeichnet, daß zur Bildung besagter Vorkehrungen der Steuerkolben (33) eine von oben her eingebohrte Sacklochbohrung (41) und eine von dieser zum Umfang führende, erheblich durch- messerkleinere Querbohrung (42) in solcher axialer Relativlage aufweist, daß bei in oberer Endstellung befindlichem Steuerkolben (33) eine gedrosselte Verbindung zwischen Zuführkanal (10) und Über- leittraum (36) zum Düsenorraum (29) der Haupt- einspritznadel (19) besteht, diese Querbohrung (42) aber bereits nach geringem Abwärtshub des Steuerkolbens (33) durch die Aufnahmebohrung (34) abgedeckt, damit verschlossen ist.
12. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 1, da- durch gekennzeichnet, daß das Rückschlagventil (31) im ventilinternen Kanal (30) möglichst nahe vor dessen Einmündung in den Düsenorraum (28) der Voreinspritznadel (18) hingerückt eingebaut ist.

13. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch ihre Verwendung zur Vor- und Haupteinspritzung gleichen Kraftstoffs.
14. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch ihre Verwendung zur Voreinspritzung eines zündwilligen Kraftstoffs, insbesondere Dieselmotorkraftstoff, und Haupteinspritzung eines zündträgigen Kraftstoffs, wie einer Dieselmotorkraftstoff-Wasser-Emulsion oder Äthanol, welche Kraftstoffe in unterschiedlichen Vorratstanks (49, 50) bereitgestellt werden und mittels der jeweiligen Niederdruck-Speiseeinrichtung (17, 32) den zugehörigen Kraftstoffwegen zuführbar sind.

### Claims

1. A fuel injection device for pilot and main injection via a respective two-needle injection valve into a combustion chamber of an internal combustion engine, with an injection pump with cam-controlled pump pistons rotatable for power control, and the respective pump chambers of the said piston pumps are fillable with fuel via a control bore joining at the side, and a valve spring-loaded in the closing direction is attached to the end of the said pump pistons, **characterised in that**
- each two-needle injection valve (9) has two nozzle needles (18, 19) placed parallel to the axis and adjacent each other, the rear of each nozzle needle being acted upon by force in the closing direction via its own compression spring (20, 21) providing the opening pressure, and, when in the closing position supported on a seat they block associated nozzle bores (24, 25), and when in the opening position they open the said nozzle bores for injection,
  - the nozzle antechamber (28) of the pilot injection needle (18) is suppliable with pilot injection fuel from low pressure feed means (32) via a channel (30/1, 30/2, 30/3, 30/4), inside the valve, fitted with a non-return valve (31) allowing flow only in the feed direction,
  - a pump exit chamber (8) containing a delivery valve (14) and a compression spring (15) is attached to each pump chamber (7) of the injection pump (1), and a supply channel (10) inside the injection valve is attached directly or via an injection pipe (11) to the said pump exit chamber,
  - each delivery valve (14) acting as a pressure piston during the pump piston stroke expels the fuel present in the adjacent pipe passages (8, 11, 10), and at the same time blocks a filling bore (16) leading to the side of the pump exit chamber (8), and when each main injection is completed and the delivery valve (14) has been returned to the closed position the resulting cavity, corresponding to the injected main injection fuel quantity, in the downstream pipe passages (8, 11, 10) is refillable with main injection fuel by low pressure feed means (17) via the said filling bore, and
- in each two-needle injection valve (9) a control piston (33) is provided freely movable axially between two final positions and is displaceable from its lower final position to another upper final position, when each main injection is completed, by pilot injection fuel supplied to its control antechamber (35) via a channel (38) from the nozzle antechamber (28) of the pilot injection needle (18), wherein the supply channel (10) is closed, and the said control piston is moved downwards from this upper final position when there is a controlled pressure build-up in the pump piston as a result of the waiting main injection fuel, wherein the pilot injection fuel waiting in its control antechamber (35) is displaced as a result of opening the pilot injection needle (18) and is injected in an appropriate quantity, and wherein a connection (36) to the nozzle antechamber (29) of the main injection needle (19) is opened by the control piston (33), thus causing the said main injection needle to be lifted by the main injection fuel advanced in the pump piston, and the said fuel to be injected to the point of pressure relief in the pump piston.
2. A fuel injection device according to Claim 1, **characterised in that** the opening pressure of the pilot injection needle (18) is set lower than the pressure of the main injection needle (19) by way of the associated respective compression spring (20, 21).
3. A fuel injection device according to Claim 1, **characterised in that** the control piston (33) is contained in the area between the two valve needles (18, 19) parallel to the axis thereto so as to be axially displaceable in a receiving bore (34) correspondingly widened at the bottom to form the control antechamber (35), and also widened further up at a distance of approximately the length of the control piston (33) from the said control-antechamber floor forming the lower stop to form a bridging chamber (36), and extending coaxially to the central supply channel (10) with a smaller diameter, wherein the passage from the said supply channel to the receiving bore (34) is formed by an insert sleeve (37), with the lower end surface thereof forming the upper

stop for the control piston (33).

4. A fuel injection device according to Claim 1 and 3, **characterised in that** the nozzle antechamber (28) of the pilot injection needle (18) is connected via a bore (38) to the control antechamber (35) of the control piston (33), and the bridging chamber (36) is connected to the nozzle antechamber (29) of the main injection needle (19), depending on the distance, by the chambers cutting into each other or by way of a bore. 5
5. A fuel injection device according to any one of Claims 1 to 4, **characterised in that** the control piston is cylindrical with flat end surfaces chamfered where necessary at the edges. 10
6. A fuel injection device according to any one of Claims 1 to 4, **characterised in that** the control piston (33) is in the form of a step piston to increase the pressure transmission, and comprises two cylinder sections (33/1, 33/2) with different diameters, wherein the cylinder section of smaller diameter (33/2) forms the lower control piston part, and the receiving bore (34) is adapted correspondingly in diameter thereto, wherein the said receiving bore is widened by a leakage chamber (43) at the level of the transition of the two cylinder sections, when viewed in the lower stop position of the control piston (33), and a leakage discharge channel (44) leads away from the said leakage chamber. 15
7. A fuel injection device according to any one of Claims 1 to 4, **characterised in that** the control piston (33) is cylindrical with flat upper end surfaces, and also the receiving volume of the control antechamber (35) is extended by a blind hole bore (45) drilled from below into the control piston (33) and connected at a particular point via a transverse bore (46) to the periphery of the control piston (33), and the said blind hole bore is covered by the receiving bore (34) when the control piston (33) is in the upper final position, and comes into connection with a leakage chamber (47), formed by an annular extension of the receiving bore, with a leakage discharge pipe (48) extending therefrom when the control piston (33) moves downwards, and the pressure in the control pressure chamber (35) and the nozzle storage chamber (28) thereby fails, thus ending pilot injection and enabling the control piston (33) to be returned to its lower stop position. 20
8. A fuel injection device according to Claim 1, **characterised in that** each of the two low pressure feed means (17, 32) has a delivery pump (17/1, 32/1), and the supply pressure P1, P2 thereof is set via a pressure restricting valve (17/2, 32/2) to approximately 2 to 4 bar, wherein, to ensure complete filling of the fuel chambers to be supplied and timely transfer of the control piston (33) to its upper final position, the supply pressure P2 for the pilot injection fuel is greater than the supply pressure for P1 for the main injection fuel. 25
9. A fuel injection device according to Claim 8, **characterised in that**, when main injection is completed, to bring about complete filling of the nozzle antechamber (29) of the main injection needle (19) before closing of the supply channel (10) by the control piston (33), means are provided enabling substantially faster refilling of the main injection fuel in comparison with refilling of the pilot injection fuel. 30
10. A fuel injection device according to Claim 9, **characterised in that** a throttle (39) is provided to form the said means in the pipe passage between the pilot injection fuel feed means (32) and the non-return valve (31), in particular at the start of the two-needle injection valve (9), and the transmission cross-section of the said throttle is substantially smaller than that of another throttle (40) in the pipe passage between the main injection fuel feed means (17) and the pump exit chamber (8), in particular at the start of the said pump exit chamber in the filling bore (16). 35
11. A fuel injection device according to Claim 9, **characterised in that** to form the said means the control piston (33) has a blind hole bore (41) drilled from above and a transverse bore (42) leading from the said blind hole bore to the periphery and considerably smaller in diameter and in such an axial relative position, that when the control piston (33) is in the upper final position there is a throttled connection between the supply channel (10) and the bridging chamber (36) to the nozzle antechamber (29) of the main injection needle (19), but this transverse bore (42) is already covered by the receiving bore (34) after a small downward stroke of the control piston (33), and thus closed. 40
12. A fuel injection device according to Claim 1, **characterised in that** the non-return valve (31) is fitted in an offset manner in the channel (30) inside the valve as close as possible before the joining thereof to the nozzle antechamber (28) of the pilot injection needle (18). 45
13. A fuel injection device according to Claim 1, **characterised by** its use for the pilot and main injection of the same fuel. 50
14. A fuel injection device according to Claim 1, **characterised by** its use for pilot injection of an ignitable fuel, in particular, diesel fuel, and main injection of a slow-to-ignite fuel, such as diesel water-emulsion 55

fuel or ethanol, and the said fuels are provided in different storage tanks (49, 50) and are suppliable by means of the respective low pressure feed means (17, 32) to the associated fuel passages.

## Revendications

1. Dispositif d'injection de carburant pour une préinjection et une injection principale à l'aide d'un injecteur à deux aiguilles dans une chambre de combustion d'un moteur à combustion interne, comprenant une pompe d'injection à piston de pompe, tournant pour la régulation de puissance, commandé par cammes, et dont les chambres de pompe se remplissent avec du carburant chaque fois par un perçage de commande débouchant latéralement, et qui est suivi en sortie par une soupape chargée par ressort dans le sens de la fermeture, caractérisé en ce que :
    - chaque injecteur à deux aiguilles (9) comporte deux aiguilles d'injecteur (18, 19) juxtaposées avec leurs axes parallèles, chaque aiguille étant sollicitée par une force dans le sens de la fermeture, agissant sur le côté arrière, par un ressort de compression (20, 21) prédéterminant chacun une pression d'ouverture, et s'appuyant en position de fermeture sur un siège, pour fermer des perçages de buse (24, 25) correspondants ou libérer ceux-ci en position d'ouverture pour l'injection,
    - l'antichambre de buse (28) de l'aiguille de préinjection (18) est alimentée par un canal interne à l'injecteur (30/1, 30/2, 30/3, 30/4) dans lequel est monté une soupape d'arrêt (31) passant seulement dans le sens de l'alimentation, en carburant de préinjection par une installation d'alimentation basse pression (32),
    - chaque chambre (7) de la pompe d'injection (1) est reliée à une chambre de sortie de pompe (8) recevant une soupape de pression (14) et un ressort de compression (15) et relié par une conduite d'injection (11) ou directement à un canal d'alimentation (10) interne à l'injecteur,
    - chaque soupape de pression (40) agissant comme piston de pression au cours de la course du piston de pompe pour expulser le carburant fourni dans les chemins de fluide (8, 11, 10) raccordés, et fermer en même temps un perçage de remplissage (16) qui débouche latéralement dans la chambre de sortie de pompe (8), par lequel, à la fin de chaque phase d'injection principale et retour de la soupape de pression (14) en position de fermeture, la cavité créée, qui correspond à la quantité de carburant d'injection principale, injectée, est de nouveau remplie dans les chemins de fluide en aval
  - (8, 11, 10) par l'installation d'alimentation basse pression (17) avec du carburant pour l'injection principale, et
  - dans chaque injecteur à deux aiguilles (9) il est prévu un piston de commande (33) librement mobile axialement entre deux positions de fin de course, ce piston coulissant de l'une de ses positions, la position inférieure, à la fin de chaque injection principale, dans son antichambre de commande (35), par l'intermédiaire du carburant de préinjection fourni à travers un canal (38) de l'antichambre de buse (28) de l'aiguille de préinjection (18) dans son autre position ou position de fin de course haute, en fermant le canal d'alimentation (10), et la montée en pression commandée du côté du piston de pompe à partir de cette position de fin de course haute, est déplacée vers le bas par le carburant de l'injection principale, le carburant de préinjection qui se trouve dans son antichambre de commande (35) étant refoulé par l'ouverture de l'aiguille de préinjection (18) et est injecté de façon correspondante, le piston de commande (33) libérant une communication (36) entre l'antichambre de buse (29) de l'aiguille d'injection principale (19) qui est soulevée par le carburant de l'injection principale qui est fournie en complément du côté du piston de pompe, et ce carburant est injecté jusqu'à la décharge en pression, du côté du piston.
2. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 1, caractérisé en ce que la pression d'ouverture de l'aiguille de préinjection (18) est inférieure à celle de l'aiguille principale (19) qui règle le ressort de compression correspondant (20, 21).
  3. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 1, caractérisé en ce que le piston de commande (33) est logé de façon coulissante axialement dans un perçage de réception (34), entre les deux aiguilles d'injecteur (18, 19), d'axes parallèles, ce perçage étant élargi dans sa partie inférieure (pour former l'antichambre de commande 35) et plus haut, il est écarté du fond formant la butée inférieure, sensiblement de la longueur du piston de commande (33) (pour former une chambre de transfert 36), et il passe coaxialement au canal d'alimentation (10), central de diamètre plus petit ; le passage de ce dernier dans le perçage de réception (34) est formé par un manchon d'insert (37) dont la face frontale inférieure forme la butée supérieure du piston de commande (33).
  4. Dispositif d'injection de carburant selon les revendications 1 et 3, caractérisé en ce que l'antichambre de buse (28) de l'aiguille de préinjection (18) est reliée par un perçage (38) à l'antichambre de com-

mande (35) du piston de commande (33) et la chambre de transfert (36) est reliée à l'antichambre de buse (29) de l'aiguille d'injection principale (19) (suivant l'intervalle en mettant un congé ou par un perçage).

5. Dispositif d'injection de carburant selon les revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le piston de commande (33) est cylindrique avec des surfaces frontales planes, le cas échéant avec un bord en congé.

6. Dispositif d'injection de carburant selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le piston de commande (33) est réalisé sous la forme d'un piston étagé pour augmenter la démultiplication de la pression et se compose de deux segments de cylindre (33/1, 33/2) de diamètres différents, celui de plus petit diamètre (33/2) constituant la partie inférieure du piston de commande à laquelle le perçage de réception (34) est adapté en diamètre, ce perçage étant élargi au niveau de la jonction des deux segments de cylindre (si l'on regarde le piston (33) en position de butée inférieure) par une chambre de collecte de fuite (43) reliée à un canal d'évacuation de fuite (44).

7. Dispositif d'injection de carburant selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le piston de commande (33) est de forme cylindrique avec une face frontale supérieure plane, et le volume de réception de l'antichambre de commande (35) est élargi par un perçage borgne (45) percé par en dessous dans le piston de commande (33), ce perçage étant relié à un endroit déterminé par un perçage transversal (46) à la périphérie du piston de commande (33), ce perçage étant couvert par le perçage de réception (34) lorsque le piston de commande (33) est dans sa position de fin de course haute, et pour le mouvement de descente du piston de commande (33) avec une chambre de collecte de fuite (47) formée par une extension annulaire du perçage de réception, cette chambre se mettant en communication avec une conduite d'évacuation de fuite (48), de façon que la pression chute dans la chambre de pression de commande (35) et dans l'antichambre de buse (28), afin de terminer la préinjection et de permettre un retour du piston de commande (33) dans sa position de butée inférieure.

8. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 1, caractérisé en ce que chacune des deux installations d'alimentation basse pression (17, 32) comporte une pompe de transfert (17/1, 32/1) dont la pression de transfert P1, P2 est réglée à un niveau d'environ 2-4 bars par une soupape de limitation de pression (17/2, 32/2), mais toutefois la pression de transfert P2 du carburant de préinjection est

supérieure à la pression P1 du carburant pour l'injection principale, pour permettre un remplissage complet des chambres à carburant, devant être alimentées ainsi qu'un transfert à temps, du piston de commande (33) dans sa position de fin de course supérieure.

9. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens permettant un remplissage complémentaire beaucoup plus rapide que celui du remplissage complémentaire du carburant de préinjection pour le carburant de l'injection principale, pour qu'à la fin de l'opération d'injection principale on réalise également un remplissage complet de l'antichambre de buse (29) de l'aiguille d'injection principale (19) avant que le piston de commande (33) ne ferme le canal d'alimentation (10).

10. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 9, caractérisé en ce que lesdits moyens sont constitués par un organe d'étranglement (39) prévu dans le chemin de fluide entre l'installation d'alimentation (32) fournissant le carburant de préinjection et une soupape d'arrêt (31) en particulier à l'entrée de l'injecteur à deux aiguilles (9), organe d'étranglement dont la section de passage est beaucoup plus petite que celle d'un autre organe d'étranglement (40) prévu dans le chemin de fluide entre l'installation d'alimentation en carburant pour l'injection principale (17) et la chambre d'aspiration de pompe (8), notamment à l'entrée de celle-ci dans le perçage de remplissage (16).

11. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 9, caractérisé en ce que pour réaliser lesdits moyens, le piston de commande (33) comporte un perçage borgne (41) réalisé par le dessus et un perçage transversal (42) de diamètre considérablement plus petit, relié à la périphérie du piston, dans une position relative, axiale telle que lorsque le piston de commande (33) occupe sa position de fin de course haute, ce perçage réalise une liaison étranglée entre le canal d'alimentation (10) et la chambre de transfert (36) vers l'antichambre de buse (29) de l'aiguille d'injection principale (17), ce perçage transversal (42) étant déjà recouvert et fermé après un court mouvement de descente du piston de commande (33) dans son perçage de réception (34).

12. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 1, caractérisé en ce que la soupape d'arrêt (31) est enfoncée dans le canal (30) interne à l'injecteur aussi près que possible en amont de son débouché dans l'antichambre de buse (28) de l'aiguille de préinjection (18).

13. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication

cation 1, caractérisé en ce qu'il est utilisé pour injecter le même carburant pour la préinjection et l'injection principale.

14. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 1, caractérisé par son application à la préinjection d'un carburant facile à enflammer, en particulier d'un carburant Diesel et d'un carburant difficile à enflammer pour l'injection principale telle qu'une émulsion carburant Diesel/eau ou éthanol, ces carburants contenus dans des réservoirs différents (49, 50) étant fournis aux chemins de fluide respectifs par une installation d'alimentation basse pression respective (17, 32).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55



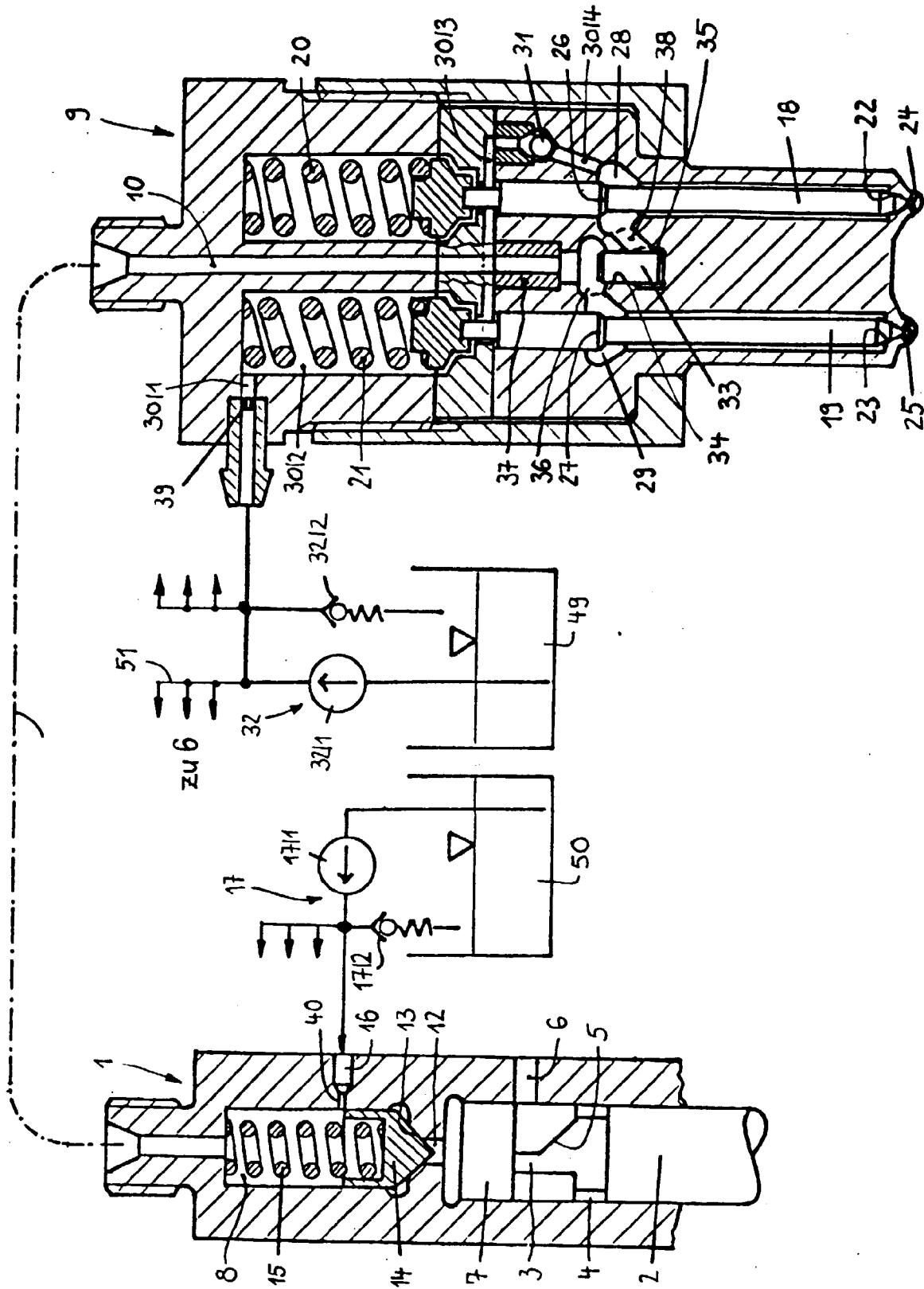


FIG.2

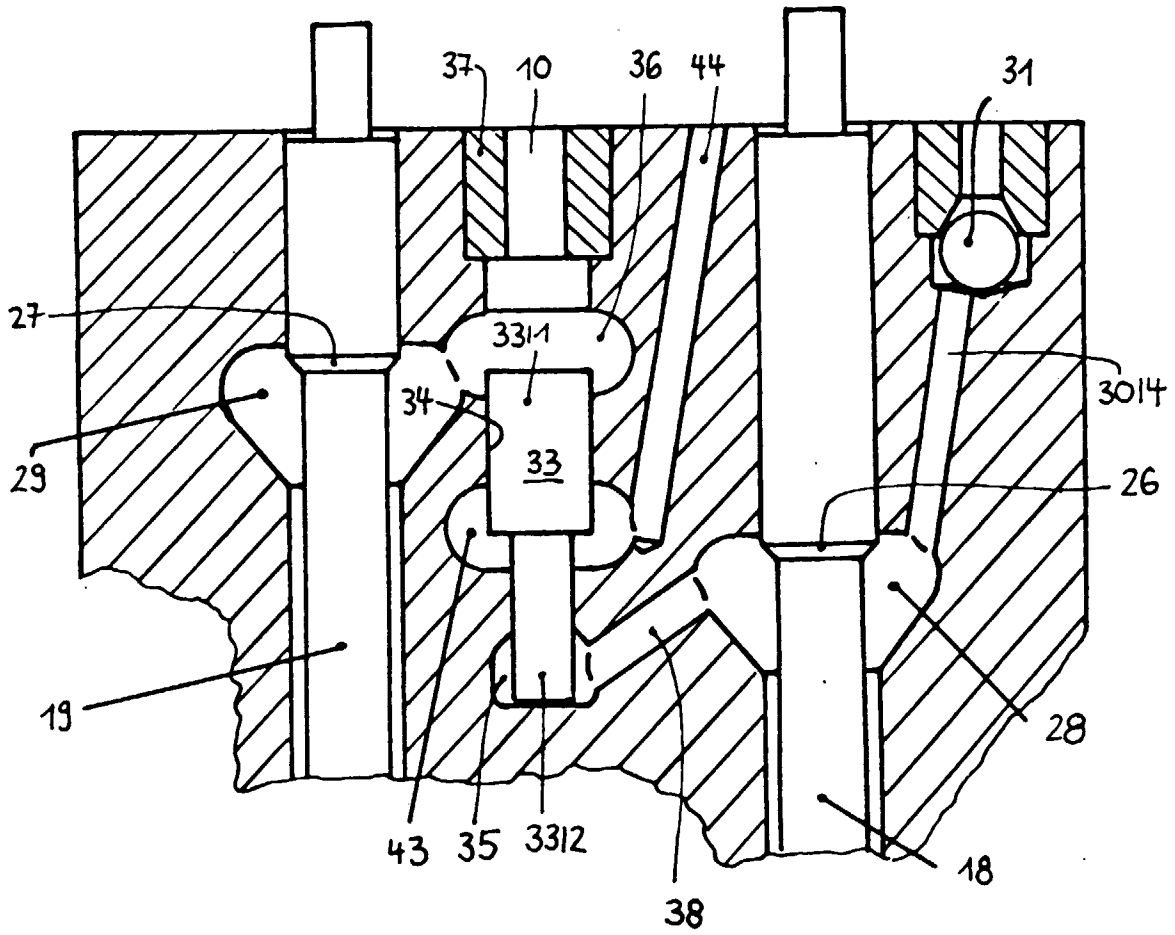


FIG. 3

Fig. 4A

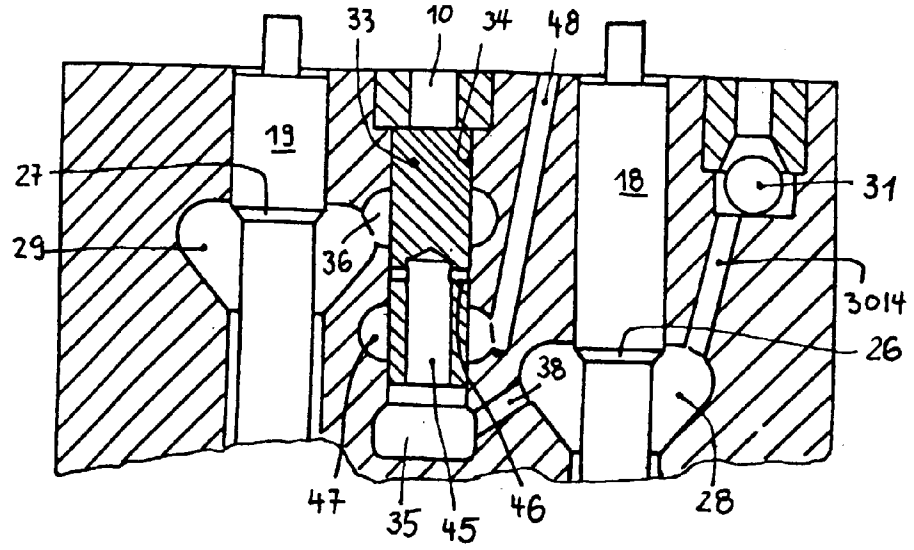


Fig. 4B

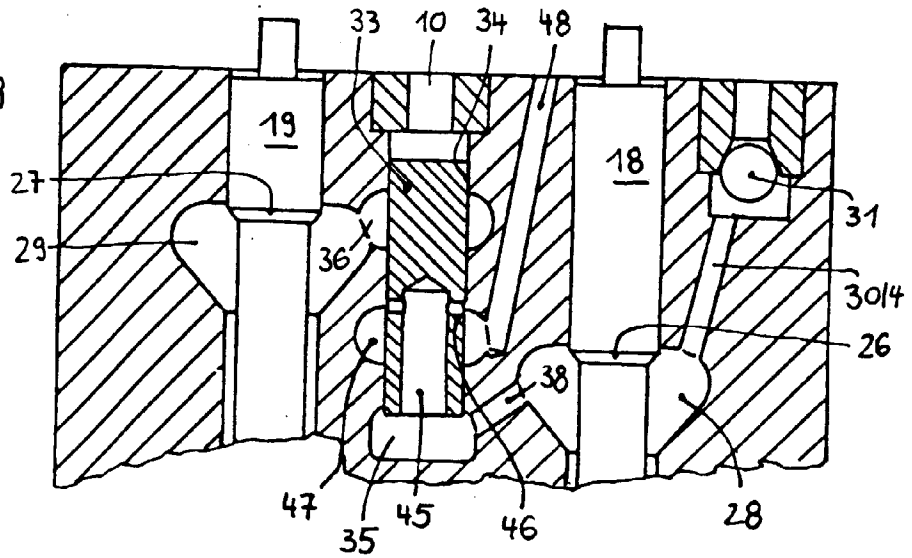
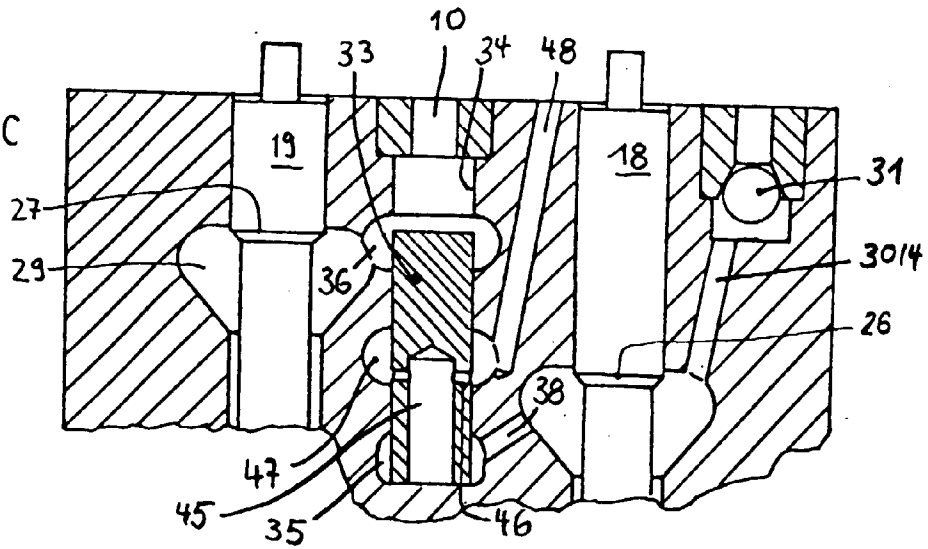


Fig. 4C



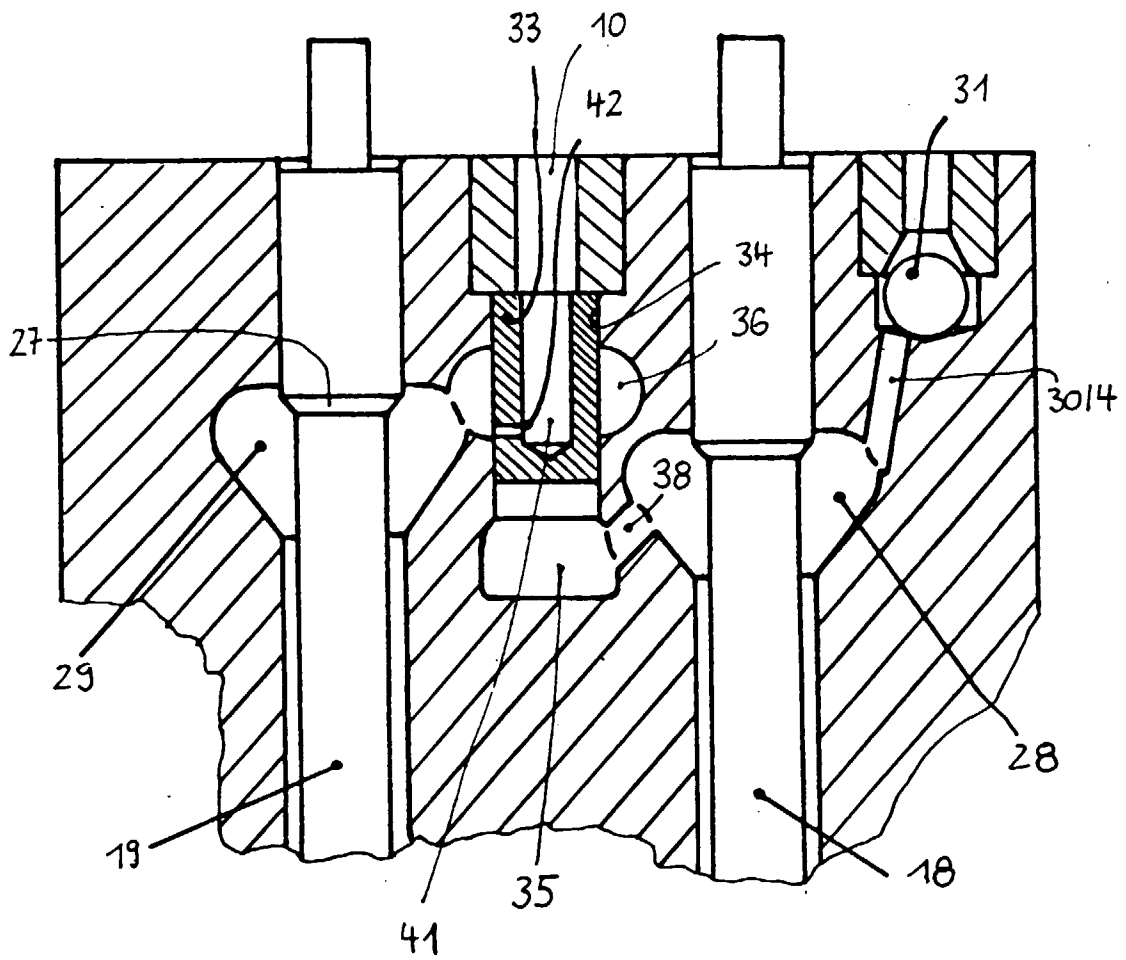


FIG. 5