



(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 243 067 A5

4(51) F 02 M 45/06
F 02 M 59/36
F 02 D 1/02

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) AP F 02 M / 287 130 1
(31) P3506392.0

(22) 18.02.86
(32) 23.02.85

(44) 18.02.87
(33) DE

(71) siehe (73)

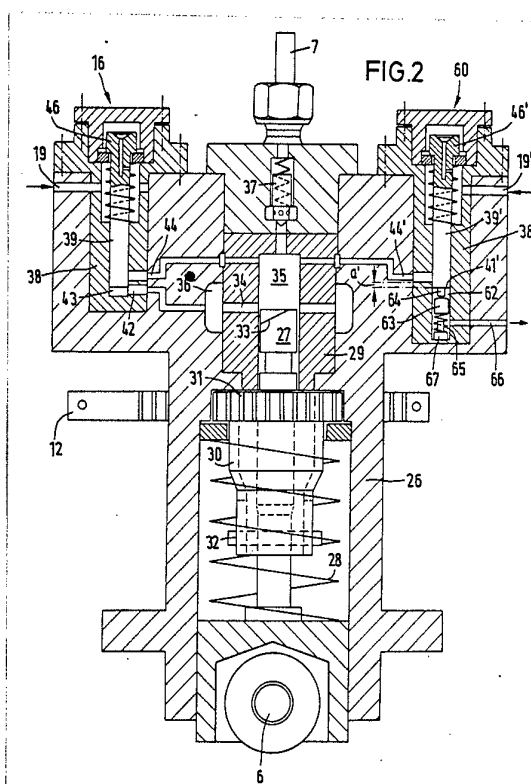
(72) Gaa, Roland; Kinzel, Richard, DE

(73) Motoren-Werke Mannheim AG, vorm. Benz. Abt. stationärer Motorenbau, 6800 Mannheim 11, Carl-Benz-Straße 5, DE

(54) Einspritzsystem für einen Dieselmotor mit einer Hochdruck-Einspritzpumpe für jeden Zylinder

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Einspritzsystem für einen Dieselmotor mit einer Hochdruck-Einspritzpumpe für jeden Zylinder. Durch die Erfindung wird mit relativ einfachen Mitteln eine weitere Verbesserung der Betriebskennwerte erreicht. Das Wesen der Erfindung besteht darin, daß das Einspritzsystem eine nach Art eines Förderende-Schiebers ausgebildete

Förderende-Einrichtung 16 aufweist, die von einem einzigen zentralen servohydraulischen System mit hydraulischen Steuerbefehlen beaufschlagt wird, so daß der jeweilige Kolben 39 der Förderende-Einrichtung 16 den Hochdruckpumpenraum 35 der Einspritzpumpe mit deren Saugraum 36 verbindet. Diese Verbindung erfolgt entsprechend der Ansteuerung eines Magnetventils jeweils gleichzeitig für alle Förderende-Einrichtungen 16, wobei nur jeweils in dem Fall, in dem gerade die Einspritzpumpe Kraftstoff zur Düse fördert, unterstützt durch den Kraftstoffhochdruck eine vollständige Öffnung der Förderende-Einrichtung 16 stattfindet. Außerdem kann eine ähnlich aufgebaute Voreinspritz-Einrichtung 60 vorgesehen sein. Fig. 2



Erfindungsanspruch:

1. Einspritzsystem für einen Dieselmotor mit einer Einspritzpumpe für jeden Zylinder, mit einem von einem antreibbaren Pumpenkolben zur Förderung von Kraftstoff zu einer Düse beaufschlagbaren Hochdruckpumpenraum, der je nach Stellung des Pumpenkolbens mit einem Saugraum verbunden bzw. von diesem getrennt ist, mit einer Einrichtung zur Veränderung des Förderbeginns und mit einer Einrichtung zur Veränderung des Förderendes der Einspritzpumpe, **dadurch gekennzeichnet**, daß jede Förderende-Einrichtung (16) nach Art eines Schiebers mit einem in einer Gehäusebohrung (40) abgedichtet verschiebbaren Kolben (39) ausgebildet ist, der mit einer Kolbenfläche (41) einen mit dem Saugraum (36) verbundenen Niederdruckraum (43) begrenzt, und der auf seiner anderen Seite einen mit einer Servo-Flüssigkeit beaufschlagbaren, völlig vom Niederdruckraum (43) getrennten Servodruck-Raum (50) begrenzt, und der in seiner Ruhelage mit einer kleinen Überdeckung (Überdeckungshub a) einen zum Hochdruckpumpenraum (35) führenden Hochdruckkanal (44) verschließt und der den Hochdruckkanal (44) nach einer durch eine Änderung des Druckes im Servodruck-Raum (50) bedingten Verschiebung des Kolbens (39) um einen Überdeckungshub (a) mit dem Niederdruckraum (43) verbindet, und daß zur Beaufschlagung und Entlastung des jeweiligen Servodruck-Raums (50) mehrerer Einspritzpumpen (1) nur ein Magnetventil (23) vorgesehen ist, das mit den Förderende-Einrichtungen (16) hydraulisch verbunden ist und alle Förderende-Einrichtungen (16) beim jeweiligen Förderende einer Einspritzpumpe (1) ansteuert.
2. Einspritzsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß am Kolben (39) eine diesen bei einer Änderung des Druckes im Servodruck-Raum (50) um einen Federhub (b) verschiebende Feder (Druckfeder 49) angreift, wobei der Federhub (b) größer ist als der Überdeckungshub (a) des Kolbens (39).
3. Einspritzsystem nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kolben (39) um einen Kolbenhub (c) verschiebbar ist, der größer ist als der Federhub (b).
4. Einspritzsystem nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Feder als Druckfeder (49) ausgebildet ist und sich gegen ein relativ zum Kolben (39) verschiebbares Teil (Hubbegrenzerscheibe 47) abstützt, das zwischen zwei Anschlagflächen (51; 52) verschiebbar ist.
5. Einspritzsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kolben (39) mit einer hydraulischen Anschlagdämpfung versehen ist.
6. Einspritzsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Magnetventil (23) beim Förderende einer Einspritzpumpe (1) die Servodruck-Räume (50) aller Förderende-Einrichtungen (16) entlastet.
7. Einspritzsystem insbesondere nach Anspruch 1, mit einer Voreinspritz-Einrichtung, die einen Ausgleichsraum aufweist, der von einem kraftbeaufschlagten Ausweichkolben begrenzt ist und in den ein Hochdruckkanal vom Hochdruckpumpenraum her einmündet, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Ausweichkolben (63) gegen einen Hubanschlag (67) verschiebbar ist, daß der Ausgleichsraum (62) auf seiner anderen Seite durch einen Kolben (39') begrenzt wird, der in einer Gehäusebohrung (40') abgedichtet verschiebbar ist, welcher Kolben (39') auf seiner dem Ausgleichsraum (62) abgewandten Seite einen mit einer Servo-Flüssigkeit beaufschlagbaren, völlig vom Ausgleichsraum (62) getrennten Servodruck-Raum (50') begrenzt, und welcher Kolben (39') in seiner Ruhelage mit einer kleinen Überdeckung (Überdeckungshub a') einen zum Hochdruckpumpenraum (35) führenden Hochdruckkanal (44') verschließt und welcher Kolben (39') den Hochdruckkanal (44') nach einer durch eine Änderung des Druckes im Servodruck-Raum (50') bedingten Verschiebung um den Überdeckungshub (a') mit dem Ausgleichsraum (62) verbindet, und daß zur Beaufschlagung und Entlastung des jeweiligen Servodruck-Raums (50') mehrerer Einspritzpumpen (1) nur ein Magnetventil (23') vorgesehen ist, das mit den Voreinspritz-Einrichtungen (60) hydraulisch verbunden ist und alle Voreinspritz-Einrichtungen (60) beim jeweiligen Ende einer Voreinspritzung der jeweiligen Einspritzpumpe (1) ansteuert.
8. Einspritzsystem nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß am Kolben (39') eine diesen bei einer Änderung des Druckes im Servodruck-Raum (50') um einen Federhub (b') verschiebende Feder (Druckfeder 49') angreift, wobei der Federhub (b') größer ist als der Überdeckungshub (a') des Kolbens (39').
9. Einspritzsystem nach Anspruch 7 und 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kolben (39') um einen Kolbenhub (c') verschiebbar ist, der größer ist als der Federhub (b').
10. Einspritzsystem nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Feder als Druckfeder (49') ausgebildet ist und sich gegen ein relativ zum Kolben (39') verschiebbares Teil (Hubbegrenzerscheibe 47') abstützt, das zwischen zwei Anschlagflächen (51'; 52') bewegbar ist.
11. Einspritzsystem nach Anspruch 7, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Kolben (39') mit einer hydraulischen Anschlagdämpfung versehen ist.
12. Einspritzsystem nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Magnetventil (23') bei Ende der Voreinspritzung einer Einspritzpumpe (1) die Servodruck-Räume (50') aller Voreinspritz-Einrichtungen (60) entlastet.
13. Einspritzsystem nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Ausweichkolben (63) auf seiner dem Ausgleichsraum (62) abgewandten Seite gegen eine Druckfeder (65) anliegt.

Hierzu 5 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Einspritzsystem für einen Dieselmotor mit einer Hochdruck-Einspritzpumpe für jeden Zylinder.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Die ständig steigenden Anforderungen an die Betriebssicherheit, die Wirtschaftlichkeit und die Umweltfreundlichkeit von Dieselmotoren bedingen immer aufwendigere Einspritzsysteme. Es hat sich gezeigt, daß mit konventionellen Einspritzsystemen bei der Optimierung des Dieselmotors im Hinblick auf die vorgenannten Forderungen nur geringe Vorteile erzielbar sind. Die Entwicklung geht daher seit einigen Jahren in Richtung auf eine Hochdruck-Einspritzung, was zu wesentlichen Verbesserungen in den Betriebskennwerten eines Dieselmotors geführt hat. Insbesondere werden weitere deutlichere Verbesserungen im Hinblick auf die vorgenannten Forderungen erwartet, wenn der Spritzbeginn, die Kraftstoff-Einspritzmenge und eine Voreinspritzung für jeden einzelnen Betriebspunkt des Dieselmotors optimiert werden können.

Aus der EP-OS o 116 168 ist es bekannt, dadurch eine Voreinspritzung zu erzeugen, daß der Einspritzvorgang durch kurzzeitige Entlastung des Hochdruckpumpenraums der Einspritzpumpe unterbrochen wird. Während dieser Unterbrechung gelangt der von dem Pumpenkolben der Einspritzpumpe unter Hochdruck geförderte Kraftstoff in einen von einem Ausweichkolben begrenzten Ausgleichsraum, wobei der Ausgleichskolben mittels eines drehzahlabhängig veränderbaren Druckes beaufschlagt ist. Eine vollständige Trennung von Kraftstoff und der Hydraulikflüssigkeit des zusätzlichen Drucksystems ist hierbei nicht vorgesehen.

Ziel der Erfindung

Durch die Erfindung werden die aufgezeigten Unzulänglichkeiten beseitigt und eine weitere Verbesserung der Betriebskennwerte für einen Dieselmotor mit Hochdruckeinspritzung erreicht.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Einspritzsystem der gattungsgemäßen Art so auszugestalten, daß die Einspritzmenge in einfacher Weise steuerbar ist.

Das Wesen der Erfindung liegt darin, daß nach Art eines Förderende-Schiebers ausgebildete Förderende-Einrichtungen von einem einzigen zentralen servohydraulischen System mit hydraulischen Steuerbefehlen beaufschlagt werden, so daß der jeweilige Kolben der Förderende-Einrichtung den Hochdruckpumpenraum der Einspritzpumpe mit deren Saugraum verbindet. Diese Verbindung erfolgt entsprechend der Ansteuerung des Magnetventils jeweils gleichzeitig für alle Förderende-Einrichtungen, wobei nur jeweils in dem Fall, in dem gerade die Einspritzpumpe Kraftstoff zur Düse fördert, unterstützt durch den Kraftstoffhochdruck eine vollständige Öffnung der Förderende-Einrichtung stattfindet, so daß aus dem Hochdruckpumpenraum Kraftstoff zur Saugseite der Einspritzpumpe hin abströmen kann. Auch das Magnetventil arbeitet zeitgenau nur in einer Richtung; bevorzugt wird bei Druckentlastung im servohydraulischen System eine Öffnung der Förderende-Einrichtung und damit ein Förderende der jeweils fördernden Einspritzpumpe bewirkt. Über diese Ansteuerung des Förderendes wird die Fördermenge festgelegt. Die Ansteuerung des Magnetventils kann über einen elektronischen Regler erfolgen, dessen Sollwerte vom Bedienungspult her vorgegeben werden und dessen Istwerte über elektronische Nadelhub-Erfassungseinrichtungen an den jeweiligen Düsen-Halter-Kombinationen ermittelt werden. Weitere Motorbetriebsgrößen, wie Drehzahl, Last und dgl. können berücksichtigt werden. Durch eine ladedruckabhängige Einspritzmengenzunahme beim Beschleunigungsvorgang kann eine Rachoptimierung während des Beschleunigungsvorgangs erreicht werden. Die Abgastemperaturdifferenzen und die Zünddruckdifferenzen können auf ein Minimum zurückgeführt werden. Die Einspritzmengen können an bestimmten Zylinderstationen verändert werden, und zwar hin bis zur Zylinderabschaltung. Die Einspritzmenge kann in Abhängigkeit von der Kraftstofftemperatur und der Kraftstoffart gesteuert werden. Der Förderbeginn kann hierbei in üblicher Weise über eine Regelstange und eine schräge Steuerkante am Pumpenkolben gesteuert werden, wobei die Betätigung der Regelstange wiederum über ein elektrisches Stellwerk erfolgen kann, das ebenfalls vom elektronischen Regler her angesteuert wird. Dadurch lassen sich außer dem Förderende auch der Förderbeginn exakt steuern. Da der Kraftstoff-Kreislauf völlig vom Servokreislauf getrennt ist, kann dieses System auch in besonders günstiger Weise beim Einsatz von Schweröl als Kraftstoff angewendet werden. Eine Nachrüstung von Motoren ist in verhältnismäßig einfacher Weise möglich. Es muß nicht jedem einzelnen Zylinder eine eigene Einspritzpumpe zugeordnet sein; vielmehr ist es auch möglich, Einspritzpumpen nach dem Prinzip der Verteilerpumpen auszugestalten und so von einer Einspritzpumpe aus zu verschiedenen Zeitpunkten verschiedene Zylinder zu versorgen.

Die im Anspruch 7 angegeben Weiterbildung des Einspritzsystems mit einer Voreinspritz-Einrichtung kann zusammen mit der Förderende-Einrichtung oder auch getrennt von ihr vorgesehen sein. Die Voreinspritz-Einrichtung ist weitgehend identisch mit der Förderende-Einrichtung ausgebildet. Der wesentliche Unterschied liegt darin, daß zur Unterbrechung der Einspritzung in eine Voreinspritzung und eine Haupteinspritzung bei fortlaufender Förderung der Einspritzpumpe durch den Pumpenkolben eine kleine Kraftstoffmenge in den Ausgleichsraum aufgenommen und von diesem nach Beendigung des gesamten Förderhubes in den Hochdruckpumpenraum der Einspritzpumpe zurückgegeben wird. Auch hier ist eine völlige Trennung zwischen Kraftstoffkreislauf und Servokreislauf gegeben. Die Vorteile stimmen weitgehend mit den eingangs genannten Vorteilen überein.

Ausführungsbeispiel

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung anhand der Zeichnung. Es zeigt:

Fig. 1: eine schematische Übersicht über ein Einspritzsystem nach der Erfindung, bei dem die Einspritzpumpe lediglich mit einer Förderende-Einrichtung versehen ist,

Fig. 2: einen Vertikalschnitt durch die Einspritzpumpe, die mit einer Förderende-Einrichtung und einer Voreinspritz-Einrichtung versehen ist,

Fig. 3: einen vertikalen Schnitt durch die Förderende-Einrichtung nach Fig. 2.

Fig. 4: eine schematische Darstellung eines Einspritzsystems, dessen Einspritzpumpe mit einer Voreinspritz-Einrichtung versehen ist und

Fig. 5: einen vertikalen Schnitt durch die Voreinspritz-Einrichtung nach Fig. 2.

Bei der in Fig. 1 dargestellten Anordnung wird einer Einspritzpumpe 1 für einen Zylinder eines nicht dargestellten Motors Diesel-Kraftstoff aus einem nicht dargestellten Kraftstoffbehälter mittels einer ebenfalls nicht dargestellten Förderpumpe über eine Zulauf-Leitung 2 zugeführt. Der Rücklauf nicht benötigten Kraftstoffs erfolgt über eine Rücklauf-Leitung 3. Alle Einspritzpumpen eines Motors sind an diese Leitungen 2; 3 angeschlossen. Der Einspritz-Hochdruck der in der Einspritzpumpe 1 erzeugt wird, wird mittels eines Antriebsnockens 4 einer Nockenwelle 5 erzeugt, wobei der Antriebsnocken 4 auf einen Rollenstoßel 6 wirkt. Der von der Einspritzpumpe 1 geförderte Kraftstoff wird durch eine Hochdruck-Leitung 7 einer Düsen-Halter-Kombination 8 zugeführt, die einem Zylinder des Motors zugeordnet ist. In diesen Zylinder wird der Kraftstoff durch eine Düse 9 eingespritzt. An der Düsen-Halter-Kombination 8 ist ein Nadelhub-Erfassungseinrichtung 10 angebracht, die in digitalisierter Form ein dem Hub der Düsennadel entsprechendes Signal an einen Regler 11 abgibt. Durch diese Nadelhub-Erfassungseinrichtung 10 wird der Nadelhub und damit Spritzbeginn und Spritzende erfaßt.

Der Förderbeginn der Einspritzpumpe 1 wird mittels einer Regelstange 12 verändert, die von einem elektrischen Stellwerk 13 angetrieben wird. Das Stellwerk 13 erhält seinen Befehl von dem elektronischen Regler 11, der den Mittelwert aller digitalisierten Spritzbeginnsignale der Zylinder oder eines der Spritzbeginnsignale mit gespeicherten Spritzbeginn-Sollwerten vergleicht und entsprechend korrigiert. Die jeweiligen Spritzbeginnsignale werden von der Erfassungseinrichtung 10 bei Beginn des Nadelhubes abgegeben. Die jeweiligen Spritzbeginn-Sollwerte sind last- und drehzahlabhängig gespeichert, womit eine optimale Regelung jedes Betriebspunktes möglich ist. Der elektronische Regler 11 erhält seinen Befehl als Drehzahl- und/oder Lastvorgabe vom Bedienungspult 15 aus.

An der Einspritzpumpe 1 ist weiterhin eine Förderende-Einrichtung 16 angebracht, durch die das Ende des Einspritzvorgangs und damit zusammen mit der Regelung des Förderbeginns die Fördermenge festgelegt wird. Für sämtliche Einrichtungen 16 aller Einspritzpumpen 1 eines Motors ist nur ein servohydraulisches System 17 vorgesehen. Dieses weist eine Servopumpe 18 auf, die über eine Ringleitung 19 aller Förderende-Einrichtungen 16 sämtlicher Einspritzpumpen 1 des Motors mit Druckflüssigkeit aus einem Vorratsbehälter 20 versorgt. Vor der Rückführung der Ringleitung 19 in den Vorratsbehälter 20 ist ein den Druck in der Ringleitung 19 bestimmendes Hochdruckventil 21 vorgesehen. In Förderrichtung 22 hinter der Servopumpe 18 aber vor der ersten Förderende-Einrichtung 16 ist ein als bistabiles 3/2-Magnetventil ausgebildetes Magnetventil 23 angeordnet, aus dem eine Entspannungs-Leitung 24 in den Vorratsbehälter 20 zurückmündet, wobei in diese Entspannungs-Leitung 24 ein Niederdruckventil 25 geschaltet ist. Das Magnetventil 23 wird ebenfalls vom elektronischen Regler 11 angesteuert.

Wie aus Fig. 2 hervorgeht, ist im Gehäuse 26 der Einspritzpumpe 1 ein Pumpenkolben 27 angeordnet, der von dem Rollenstoßel 6 gegen die Kraft einer vorgespannten Druckfeder 28 bewegbar ist. Der Pumpenkolben 27 ist in einem im Gehäuse 26 angeordneten Zylinder 29 verschiebbar gelagert, der von einer Drehhülse 30 mit einer Außenverzahnung 31 umgeben ist. Diese Außenverzahnung 31 greift in eine entsprechende Verzahnung der Regelstange 12 ein. Die Drehhülse 30 wiederum ist mittels einer drehfesten Schieberverbindung 32 mit dem Pumpenkolben 27 verbunden, so daß letzterer bei Bewegungen der Regelstange 12 verdreht wird.

Der Pumpenkolben 27 weist an seinem dem Rollenstoßel 6 entgegengesetzten Ende in üblicher Weise eine schräge Steuerkante 33 auf. In seiner unteren entspannten Lage, in der also der Antriebsnocken 4 nicht im Eingriff mit dem Rollenstoßel 6 ist, liegt der Pumpenkolben 27 vor Zulauföffnungen 34, die einen oberhalb dieser Zulauföffnungen 34 befindlichen Hochdruck-Pumpenraum 35 der Einspritzpumpe 1 mit einem Saugraum 36 verbinden. Dieser Saugraum 36 ist ständig mit der Zulauf-Leitung 2 und der Rücklauf-Leitung 3 verbunden, so daß dieser Saugraum 36 ständig mit Kraftstoff gefüllt ist.

Wenn bei einer Verschiebung des Rollenstoßels 6 aufgrund entsprechenden Antriebs durch den Antriebsnocken 4 der Pumpenkolben 27 die Zulauföffnung 34 verschließt, dann wird der im Hochdruck-Pumpenraum 35 befindliche Kraftstoff durch die Hochdruck-Leitung 7 zur Düsen-Halter-Kombination 8 und damit zur Düse 9 gefördert. Hierbei spricht die Erfassungseinrichtung 10 an und gibt ein den Spritzbeginn anzeigendes Signal ab. Die Zulauföffnungen 34 sind erst abgedeckt, wenn die schräge Steuerkante 33 an ihnen vorbeigelaufen ist. Hieraus ergibt sich, daß durch Verschiebung der Regelstange 12 der Förderbeginn des Kraftstoffes verändert wird. Hinter dem Hochdruck-Pumpenraum 35 und vor der Hochdruck-Leitung 7 ist in üblicher Weise ein Entlastungsventil 37 angeordnet.

Insoweit als die Einspritzpumpe 1 bis hierher beschrieben ist, ist sie allgemein üblich.

In Fig. 2 ist die Förderende-Einrichtung 16 erkennbar, die in Fig. 3 genauer dargestellt ist. Diese weist ein Gehäuse 38 auf, das im Gehäuse 26 der Einspritzpumpe 1 untergebracht ist. Die Einrichtung ist als Förderende-Schieber ausgebildet. In ihrem Gehäuse 38 ist ein Kolben 39 in einer entsprechenden Gehäusebohrung 40 abgedichtet verschiebbar angeordnet. Unterhalb der Kolbenfläche 41 des Kolbens 39 mündet in die Gehäusebohrung 40 ein Niederdruckkanal 42, der mit dem Saugraum 36 der Einspritzpumpe 1 verbunden ist. In diesem als Niederdruckraum 43 bezeichneten Raum der Gehäusebohrung 40 herrscht also ständig der Niederdruck, mit dem der Kraftstoff von der nicht dargestellten Förderpumpe durch die Zulauf-Leitung 2 herangefördert wird. Mit diesem Niederdruck wird die Kolbenfläche 41 des Kolbens 39 beaufschlagt. Wenn der Kolben 39 sich in seiner am weitesten dem Niederdruckraum 43 benachbarten Stellung befindet, dann hat seine Kolbenfläche 41 nur einen geringen als Überdeckungshub a bezeichneten Abstand von einem Hochdruckkanal 44, der mit dem Hochdruckpumpenraum 35 oberhalb des Maximalhubes des Pumpenkolbens 27 verbunden ist. In dem Augenblick, in dem die Einspritzpumpe 1 in der geschilderten Weise mit der Hochdruckförderung zur Düse 9 beginnt, liegt in dem Hochdruckkanal 44 der entsprechende Hochdruck an.

Der Kolben 39 ist auf seiner Kolbenfläche 41 entgegengesetzten Seite mit einer Kolbenstange 45 versehen, an deren Ende ein Anschlag-Ringbund 46 ausgebildet ist. Gegen diesen Ringbund 46 liegt eine Hubbegrenzerscheibe 47 an, die radiales Spiel 48 gegenüber der Kolbenstange 45 hat. An der Hubbegrenzerscheibe 47 liegt wiederum eine Druckfeder 49 an, die sich am Boden eines die Kolbenstange 45 umgebenden Servodruck-Raums 50 abstützt. In diesen Servodruck-Raum 50 mündet die Ringleitung 19 des servohydraulischen Systems 17 ein. Die Hubbegrenzerscheibe 47 kann sich zwischen zwei Anlageflächen 51; 52 des Gehäuses 38 bewegen. Der freie Abstand zwischen den Anlageflächen 51; 52 und der Hubbegrenzerscheibe 47 entspricht einem Federhub b der Druckfeder 49. Der Federhub b ist größer als der Überdeckungshub a.

Der Anschlag-Ringbund 6 ist mit einer zentrischen Sacklochbohrung 53 versehen, die nach außen hin sich zu einem Trichter 54 erweitert. Von dem Servodruck-Raum 50 mündet eine Drossel-Bohrung 55 in die Sacklochbohrung 53. Der Anschlag-Ringbund 46 ist in einem Abschnitt 56 des Servodruck-Raums 50 angeordnet, der radiales Spiel 57 gegenüber dem Außenumfang des Ringbundes 46 hat. Die Vorspannkraft der Druckfeder 49 und die Wahl des Servodruckes im Vergleich zum Niederdruck des Kraftstoffes im Saugraum 36 der Einspritzpumpe 1 jeweils bezogen auf den Querschnitt des Kolbens 39 sind so gewählt, daß bei Beaufschlagung des Servodruck-Raums 50 mit Servodruck der Kolben 39 sich in seiner den Hochdruckkanal 44 vollständig abdeckenden, in der Zeichnung dargestellten Stellung befindet.

Wenn dagegen der Servodruck im Servodruck-Raum 50 abfällt, dann verschiebt die Druckfeder 49 den Kolben 39 mit Kolbenstange 45 und Anschlag-Ringbund 46 um den Federhub *b*, also bis die Hubbegrenzerscheibe 47 gegen die Anlagefläche 51 anschlägt. Wenn bei dieser ersten Bewegungsstufe im Hochdruckkanal 44 der bei der Förderung mittels des Pumpenkolbens 27 erzeugte Hochdruck herrscht, dann wirkt dieser nach Anheben des Kolbens 39 um den Überdeckungshub *a* auf die Kolbenfläche 41 und drückt den Kolben 39 samt Kolbenstange 45 und Anschlag-Ringbund 46 um den Kolbenhub *c* bis gegen einen Hubanschlag 58, der durch die Stirnwand des Abschnittes 56 des Servodruck-Raums 50 gebildet wird. Gleichzeitig entspannt sich der Hochdruck des Kraftstoffes über den Niederdruckkanal 42 und den Saugraum 36 der Einspritzpumpe 1 in die Rücklauf-Leitung 3. In dem Augenblick, in dem der Kolben 39 um mehr als den Überdeckungshub *a* aus seiner geschlossenen Ruhelage herausgehoben wird, wird also die Förderung von Kraftstoff durch den Pumpenkolben 27 zur Düse 9 abrupt beendet. Kurz von dem Ende der geschilderten Bewegung des Kolbens 39 mit Anschlag-Ringbund 46, wird ein wesentlicher Teil der im Abschnitt 56 befindlichen Servodruck-Flüssigkeit nicht mehr durch das radiale Spiel 57 sondern durch den Trichter 54, die Sacklochbohrung 53 und die Drossel-Bohrung 55 gefördert, wodurch eine hydraulische Anschlagdämpfung erzielt wird. Die Steuerung des Förderendes erfolgt nur über eine Bewegungsrichtung des Kolbens 39 der Förderende-Einrichtung 16. Die Schließbewegung des Kolbens 39 greift nicht in den Fördervorgang ein. Sie unterliegt damit auch nicht den hohen Anforderungen an die Zeitgenauigkeit, wie sie bei der Öffnungsbewegung des Kolbens 39 gelten.

Wie bereits angedeutet wurde, ist nur ein Magnetventil 23 für die Ansteuerung aller Förderende-Einrichtungen 16 sämtlicher Einspritzpumpen 1 eines Mehrzylindermotors erforderlich. Das über die Ringleitung 19 mit allen Förderende-Einrichtungen 16 verbundene Magnetventil 23 beaufschlagt alle Einrichtungen 16 gleichzeitig mit Servodruck bzw. läßt in allen Einrichtungen 16 gleichzeitig den Servodruck abfallen. In allen Fällen wird daher der jeweilige Kolben 39 um den Federhub *b* angehoben. Wenn die entsprechende Einspritzpumpe 1 nicht fördert, so kann im Hochdruckpumpenraum 35 auch kein Druck abfallen, da im Niederdruckkanal 42 und im Hochdruckkanal 44 derselbe Druck herrschen. Nur bei der jeweils fördernden Einspritzpumpe 1 führt der Abfall des Servodruckes zu dem geschilderten Förderende der Einspritzpumpe 1, weil nur der Kolben 39 der jeweils zugehörigen Förderende-Einrichtung 16 den Kolbenhub *c* durchläuft.

Der Abfall des Servodruckes wird dadurch bewirkt, daß das Magnetventil 23 zur Entspannungs-Leitung 24 geöffnet wird, so daß die Servo-Flüssigkeit über das Niederdruckventil 25 in den Vorratsbehälter 20 zurückfließen kann. Auch hier gilt, daß nur eine Bewegungsrichtung des Magnetventils, nämlich das Öffnen des Servokreislaufes zur Entspannungsleitung 24 zusammen mit der Bewegung des Kolbens 39, das Förderende bestimmt. Die umgekehrte Bewegungsrichtung des Magnetventils 23 die zum Druckaufbau im Servokreislauf, also insbesondere in der Ringleitung 19 und in dem jeweiligen Servodruck-Raum 50, führt und die die Schließbewegung des Kolbens 39 verursacht, greift nicht in den Fördervorgang der jeweiligen Einspritzpumpe 1 ein. Der jeweilige Schließvorgang des Kolbens 39 muß nur so früh abgeschlossen sein, daß bei Förderbeginn durch die schräge Steuerkante 33 des Pumpenkolbens 27 der Hochdruckkanal 44 durch den Kolben 39 verschlossen ist.

Das Magnetventil 23 wird ebenfalls von dem Regler 11 gesteuert. Die Verwendung nur eines Magnetventils 23 für einen Mehrzylindermotor bedingt, daß bei der zeitlichen Folge der Schaltvorgänge die Zündfolge des Motors und die unterschiedlichen Leitungslängen vom Magnetventil 23 zu den einzelnen Förderende-Einrichtungen 16 im elektronischen Regler 11 berücksichtigt werden müssen. Diesem Regler 11 müssen zusätzlich die Motordrehzahl und ein O.T.-Signal (oberer Totpunkt) zugeführt werden. Unterschiedliche Leitungslängen vom Magnetventil 23 zu den einzelnen Einrichtungen 16 können durch jeweils gleichlange Stichleitungen vom Magnetventil 23 zu den einzelnen Einrichtungen 16 anstelle der Ringleitung 19 kompensiert werden.

Für eine optimale elektronische Regelung steht dem Regler 11 als Rückkopplung das digitalisierte Spritzbeginn- und Spritzende-Signal von der Nadelhub-Erfassungseinrichtung 10 zur Verfügung. Somit ist ein ständiger Soll-Ist-Vergleich der Spritzzeit oder des Spritzendes für jede einzelne Einspritzung möglich. Abweichungen, bedingt durch Hysteresen der Bewegung des Kolbens 39 bzw. des Magnetventils 23, die bei einem Mehrzylindermotor immer vorhanden sind, können so auf einfache Weise korrigiert werden.

Außer oder anstelle der Förderende-Einrichtung 16 kann auch eine Voreinspritz-Einrichtung 60 vorgesehen sein, die ebenfalls als Voreinspritz-Schieber ausgestaltet ist. In Fig. 4 ist eine solche Anordnung dargestellt, die der Anordnung nach Fig. 1 sehr ähnlich ist, wobei an der Einspritzpumpe 1 anstelle der Förderende-Einrichtung 16 die Voreinspritz-Einrichtung 60 angebracht ist. Wie sich aus Fig. 2 ergibt, können beide Einrichtungen 16 bzw. 60 aber auch gemeinsam an einer Einspritzpumpe 1 angebracht sein. Soweit die Ausführungsbeispiele in den Fig. 1 und 4 übereinstimmen, werden dieselben Bezugswerte verwendet und wird von einer erneuten Beschreibung Abstand genommen. Insofern als im Prinzip gleiche, in der Funktion aber unterschiedliche Teile verwendet werden, werden diese mit derselben Bezugswert und einem hochgesetzten Strich bezeichnet.

Ein Regler 11' erhält von der Nadelhub-Erfassungseinrichtung 10 der Düsen-Halter-Kombination 8 in digitalisierter Form ein dem Hub der Düsennadel entsprechendes Signal, d. h. durch die Erfassung des Nadelhubes wird auch der Spritzbeginn und das Spritzende erfaßt. Der Antriebsnocken 4' ist so ausgebildet, daß die Einspritzpumpe eine Hochdruck-Förderung des Kraftstoffes über den gesamten Zeitraum vornimmt, der von der Voreinspritzung und der Haupteinspritzung überdeckt werden. Die Funktion der Voreinspritz-Einrichtung 60 besteht darin, die Einspritzung während des Intervalls zwischen dem Ende der Voreinspritzung und dem Beginn der Haupteinspritzung zu unterbrechen. Die Regelstange 12 wird von einem konventionellen Regel-Stellwerk 61 betätigt, das die Einspritzmenge in Abhängigkeit von der Drehzahl des Motors festlegt. Es sei wiederholt, daß dann, wenn die Einrichtung 16 und 60 gemeinsam angewendet werden, auch in diesem Fall die Regelstange 12 von einem vom Regler 11 anzusteuern den Stellwerk 13 betätigt wird, wobei der Regler 11 und der Regler 11' zusammengefaßt werden können.

Für sämtliche Voreinspritz-Einrichtungen 60 aller Einspritzpumpen 1 eines Motors ist nur ein servohydraulisches System 17' vorgesehen, dessen Aufbau dem des servohydraulischen Systems 17 nach Fig. 1 gleicht.

Der Aufbau der Voreinspritz-Einrichtung 60 ist von der Kolbenfläche 41' bis zum Hubanschlag 50' identisch der Darstellung der Förderende-Einrichtung 16 in Fig. 3. Aus diesem Grunde erfolgt keine erneute Beschreibung; gleiche Teile sind mit der gleichen

Unterhalb der Kolbenfläche 41' der Einrichtung 60 ist in Verlängerung der Gehäusebohrung 40' ein Durchmesser gleicher Ausgleichsraum 62 ausgebildet, in dem ein Ausweichkolben 63 verschiebbar angeordnet ist. Dieser wird mittels eines stabförmigen Abstandshalters 64 auf einem Minimalabstand zur Kolbenfläche 41' gehalten. Auf seiner anderen Seite ist der Ausweichkolben 63 mittels einer Druckfeder 65 belastet, die gegen den Boden der Gehäusebohrung 40' anliegt. In diesem Bereich mündet aus der Gehäusebohrung 40' ein Leckölkanal 66 aus. Im Bereich des Bodens der Gehäusebohrung 40' ist auch ein stabförmiger Hubanschlag 67 angeordnet, gegen den der Ausweichkolben 63 in seiner am weitesten gegen den Druck der Druckfeder 65 ausgelenkten Lage anliegt. Dieser Hubanschlag 67 begrenzt also zusammen mit dem Ausweichkolben 63 den Ausgleichsraum 62 in einer Richtung.

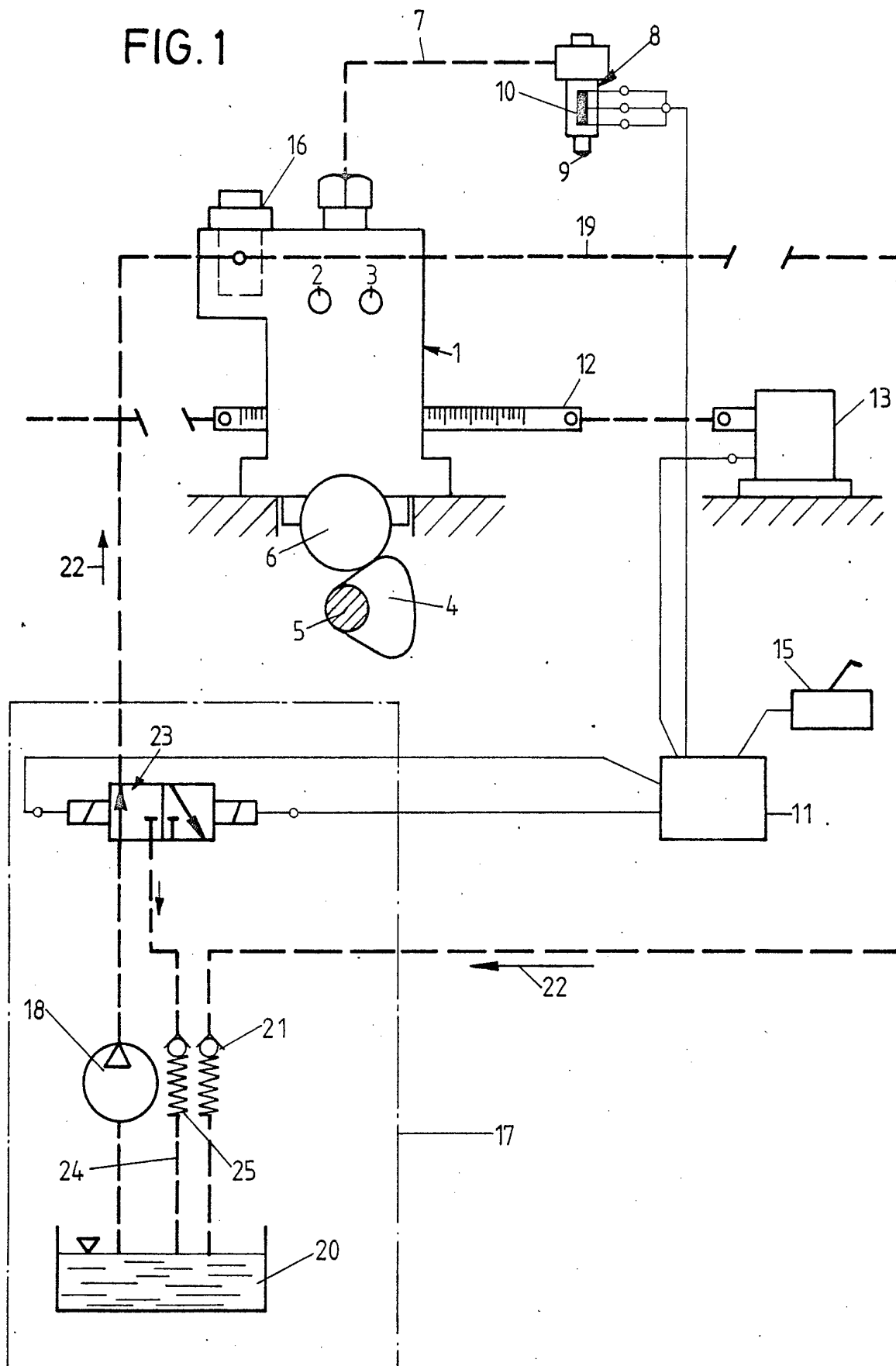
Wenn durch Ansteuerung vom Regler 11' her das Magnetventil 23' öffnet und somit der Druck in der Ringleitung 19' und damit auch im Servodruck-Raum 50' der Voreinspritz-Einrichtung 60 abfällt, dann wird der Kolben 39' durch die Kraft der Druckfeder 49' um den Federweg b' verschoben, so daß — nach Durchlaufen des Überdeckungshubes a' beginnend — unter Einspritz-Hochdruck stehender Kraftstoff aus dem Hochdruck-Pumpenraum 35 durch den Hochdruckkanal 44' in den Ausgleichsraum 62 gelangt, wodurch einerseits der Ausweichkolben 63 gegen die Kraft der Druckfeder 65 bis gegen den Hubanschlag 67 verschoben wird. Gleichzeitig wird in der bereits geschilderten Weise der Kolben 39' bis gegen den Hubanschlag 58' verschoben. Der Gesamtverschiebeweg des Kolbens 39' und des Ausweichkolbens 63 bestimmen das Volumen des Ausgleichsraums 62, das vom Hochdruckpumpenraum 35 her mit Kraftstoff gefüllt werden kann. Wenn dieses Volumen gefüllt ist, wird die Hochdruckförderung des Kraftstoffes zur Hochdruck-Leitung 7 und damit zur Düse 9, d. h. die Einspritzung fortgesetzt. Wenn also der unter Hochdruck stehende Kraftstoff vom Hochdruckpumpenraum 35 her in den Ausgleichsraum 62 zu strömen beginnt, wird die Voreinspritzung beendet. Wenn der Ausgleichsraum 62 gefüllt ist, beginnt also mit der Fortsetzung der Einspritzung die Haupteinspritzung.

Nach Beendigung der Einspritzung fällt der Druck im Hochdruckpumpenraum 35 ab, so daß unter dem Druck der Druckfeder 65 der Ausweichkolben 63 in seine Ruhelage zurückkehren kann, wobei er das entsprechende Kraftstoffvolumen in den Hochdruckpumpenraum 35 zurückfördert. Wenn — angesteuert vom Regler 11' — das Magnetventil 23' den Servokreislauf wieder schließt und damit den Druck in der Ringleitung 19' und im Servodruck-Raum 50' wieder aufbaut, dann wird auch der Kolben 39' wieder in seine Ruhelage vor dem Hochdruckkanal 44' verschoben, wobei gleichzeitig ebenfalls das entsprechende Kraftstoffvolumen aus dem Ausgleichsraum 62 zurück in den Hochdruckpumpenraum 35 gefördert wird.

Da das Schluckvolumen des Ausgleichsraums 62 konstant ist, kann das Intervall zwischen Ende der Voreinspritzung und Ende der Haupteinspritzung nicht verändert werden. Eine solche Veränderung der Pause wäre möglich, wenn der Hubanschlag 67 verstellbar ausgebildet würde, was auf einfache Weise möglich ist.

Da für die Steuerung des Servodruckes nur ein Magnetventil 23' für alle Einspritzpumpen 1 aller Zylinder des Mehrzylindermotors vorgesehen ist, finden an jeder Einspritzpumpe 1 nach einer abgeschlossenen Einspritzung mit Voreinspritzung noch weitere, der Zylinderzahl entsprechende Leerhübe des Kolbens 39' um den Federhub b' statt. Um eine Veränderung des Volumens des Ausgleichsraums 62 bei derartigen Leerhüben zu vermeiden, kann der Ausweichkolben unter dem Druck der Druckfeder 65 hierbei dem Kolben 39' folgen, d. h. der Ausweichkolben 63 liegt mit seinem Abstandshalter 64 ständig an der Kolbenfläche 41' an. Aufgrund der geschilderten Ausgestaltung wird zwar der Kraftstoff in dem sein minimales Volumen aufweisenden Ausgleichsraum 62 bewegt; er wird aber weder verdrängt noch entnommen. Da das Magnetventil 23' zeitabhängig gesteuert werden kann, ist es möglich, das Ende der Voreinspritzung und damit die Voreinspritzmenge des Kraftstoffes stufenlos zu regeln oder aber die Voreinspritzung völlig auszuschalten.

FIG. 1



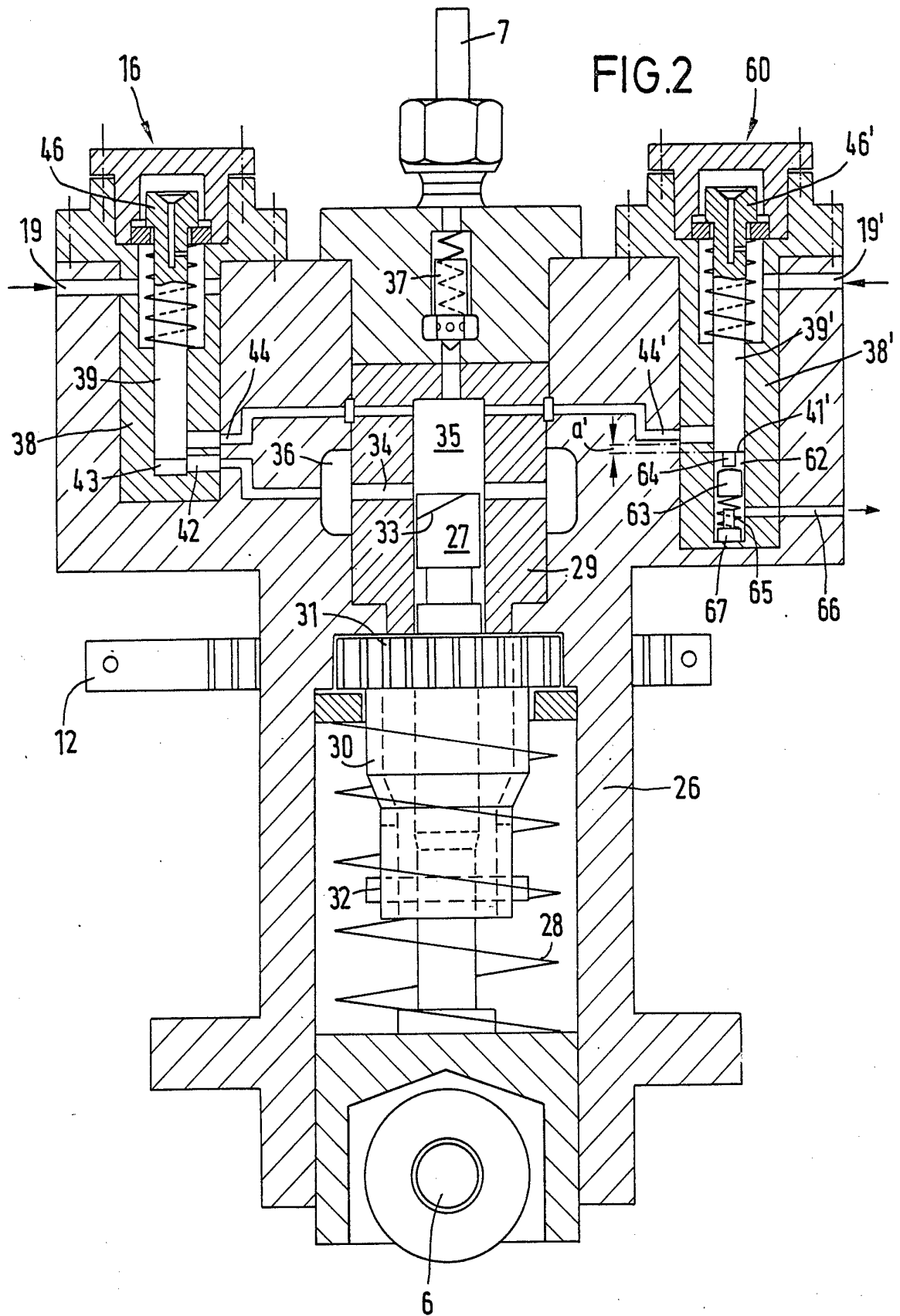


FIG. 3

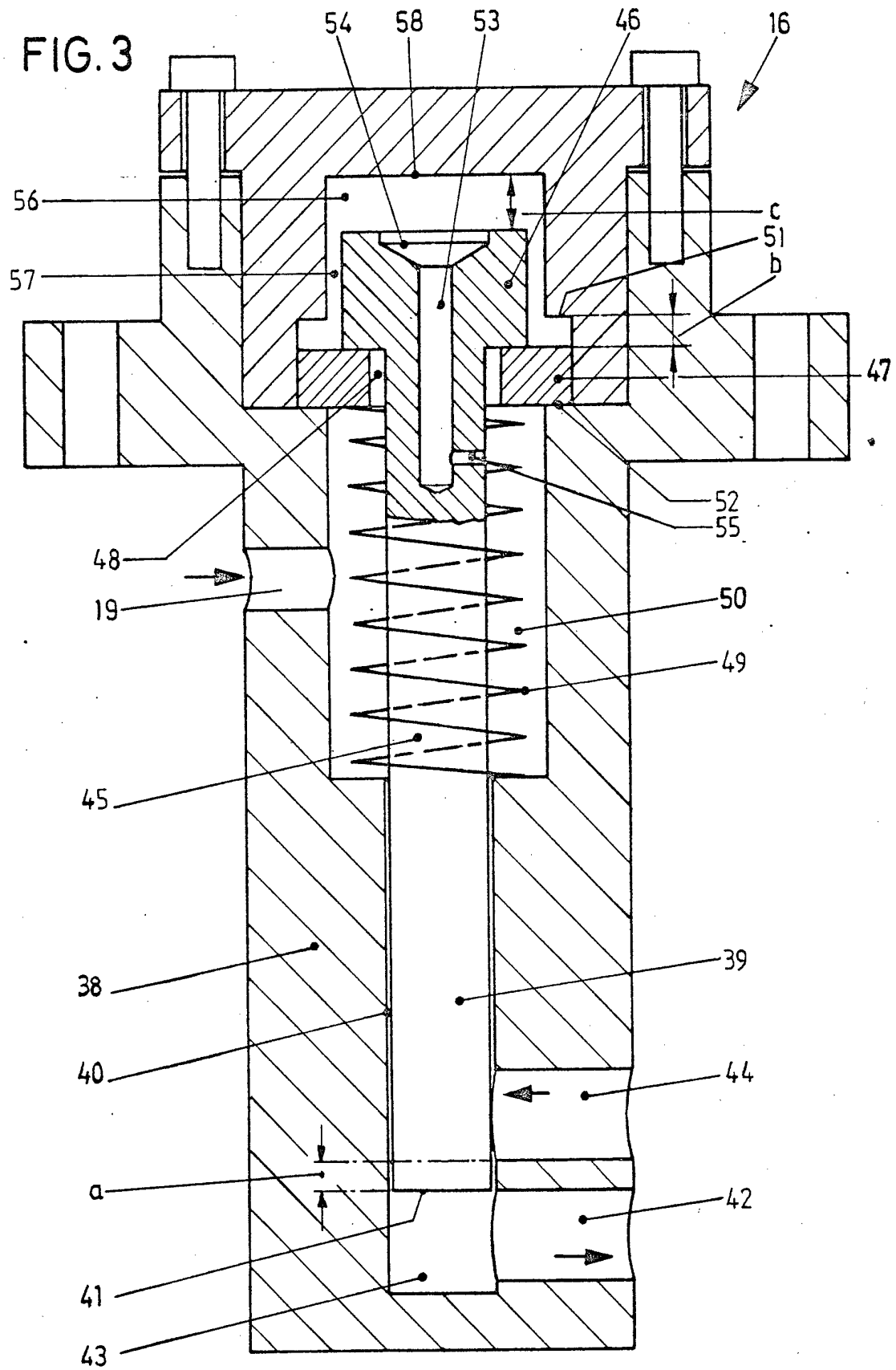


FIG. 4

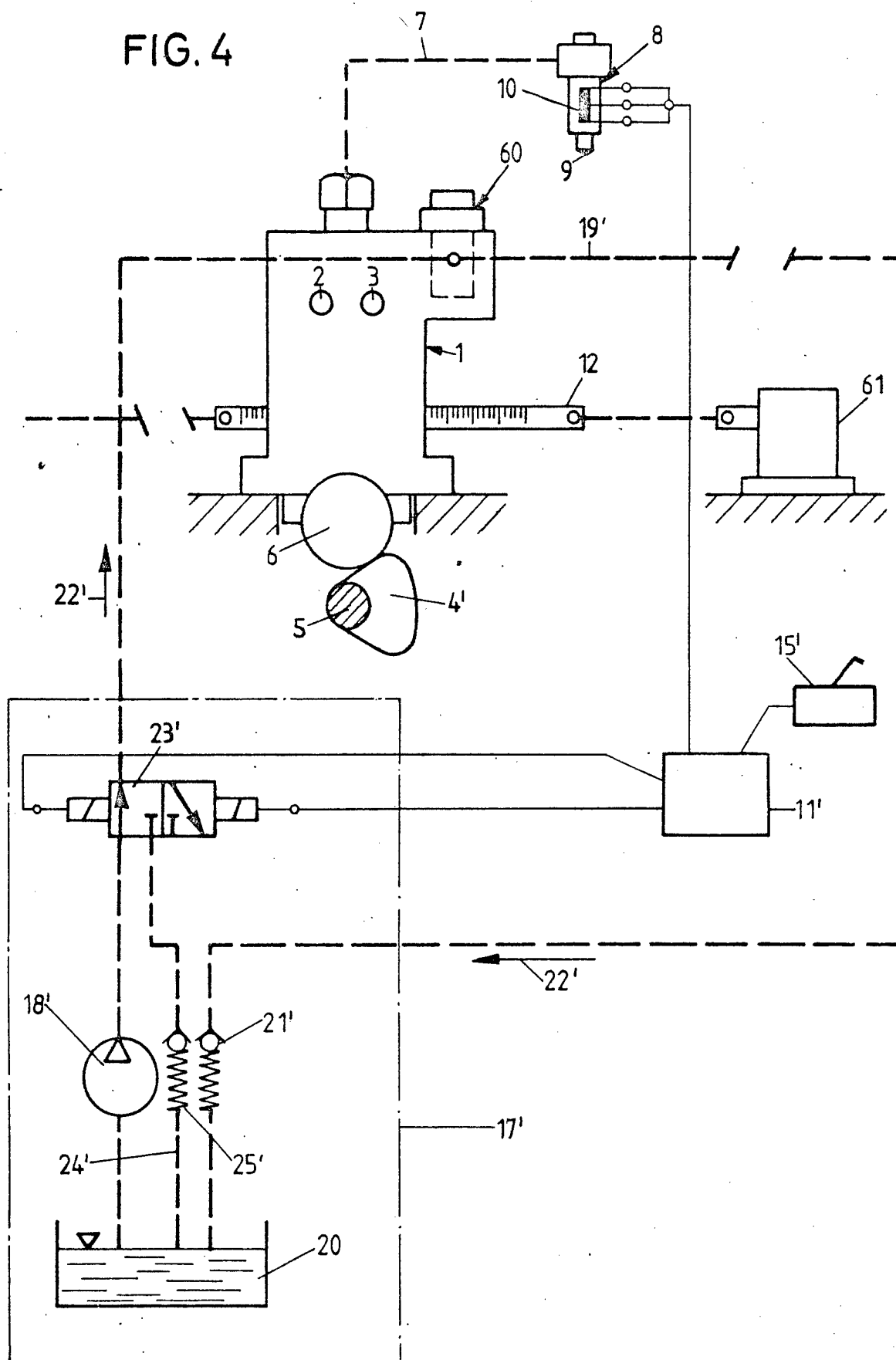


FIG. 5

