



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 406 592 A2**

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: 90111160.9

Int. Cl.⁵: F02M 45/06, F02M 41/06

Anmeldetag: 13.06.90

Priorität: 06.07.89 DE 3922231

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.01.91 Patentblatt 91/02

Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
Postfach 10 60 50
D-7000 Stuttgart 10(DE)

Erfinder: **Rembold, Helmut, Dipl.-Ing.**
Oehringer Strasse 27
D-7000 Stuttgart 40(DE)
Erfinder: **Pflug, Hannes, Dr.Dipl.-Min.**
Hermann-Schuetz-Strasse 9
D-7252 Weilderstadt(DE)
Erfinder: **Christ, Wilhelm, Dipl.-Ing.**
Schorndorfer Strasse 52
D-7140 Ludwigsburg(DE)
Erfinder: **Siebert, Hans-Joachim**
Frankenstrasse 40
D-7141 Schwieberdingen(DE)
Erfinder: **Eblen, Ewald, Dr. Dipl.-Ing.**
Fridinger Strasse 53
D-7000 Stuttgart 75(DE)
Erfinder: **Rodriguez-Amaya, Nestor, Dipl.-Ing.**
Dennerstrasse 70

D-7000 Stuttgart 50(DE)
Erfinder: **Laufer, Helmut, Dipl.-Ing.**
Otto Schoepfer Strasse 12
D-7016 Gerlingen(DE)
Erfinder: **Schmitt, Alfred, Dr. Dr.-Ing.**
Ritterstrasse 31
D-7257 Ditzingen 4(DE)
Erfinder: **Potz, Detlev, Dr.**
Herdweg 100
D-7000 Stuttgart-Nord(DE)
Erfinder: **Simon, Nikolaus, Dr. Dipl.-Ing.**
Ostermannweg 3
D-8110 Murnau/Staffelsee(DE)
Erfinder: **Karle, Anton, Prof.**
Neissestrasse 1
D-7730 VS-Villingen(DE)
Erfinder: **Lauvin, Pierre**
15e allée du Beauviendent
F-69340 Francheville(FR)
Erfinder: **Pigeroulet, Jean**
13, rue Pascal
F-69100 Villeurbanne(FR)
Erfinder: **Buisson, Dominique**
72 BD DR Coblod
F-69200 Venissieux(FR)
Erfinder: **Pape, Werner, Dipl.-Ing.**
37, cours Vitton
F-69006 Lyon(FR)

Kraftstoffeinspritzpumpe.

Es wird eine Kraftstoffeinspritzpumpe vorgesehen, bei der über einen ersten Förderhubteil des Pumpenkolbens (8) Kraftstoff für die Haupteinspritzung über eine Verteilerleitung (25), eine Verteilernut (26) in jeweils eine von mehreren Kraftstoffeinspritzleitungen (28) gefördert wird. In einem zweiten, restlichen Förderhubteil des Pumpenkolbens auf derselben Nockenflanke wird dann gesteuert durch ein erstes elektrisch gesteuertes Ventil (33) und ein

zweites elektrisch gesteuertes (46) sowie eine von mehreren Steuerlängsnuten (59) Kraftstoff in einem Speicher (42) vorgelagert, der in der Folge vor Beginn der nächsten, durch Schließen des ersten elektrisch gesteuerten Ventils (33) bestimmten Haupteinspritzung über eine zweite Verteilerleitung (39, 38) in die nächstfolgende Einspritzleitung (28) gefördert wird.

EP 0 406 592 A2

KRAFTSTOFFEINSPRITZPUMPE

Stand der Technik

Die Erfindung geht von einer Kraftstoffeinspritzpumpe für Brennkraftmaschinen gemäß der Gattung des Patentanspruchs 1 aus. Bei einer solchen Kraftstoffeinspritzpumpe wird zur Aufteilung der Kraftstoffeinspritzmenge in eine Vor- und in eine Haupteinspritzmenge der Hochdruckförderhub einerseits durch das Schließen der vom Pumpenarbeitsraum zu einem unter niedrigem Druck stehenden Kraftstoffvorratsraum führenden Leitung durch das erste elektrisch gesteuerte Ventil gesteuert und zur Unterbrechung der Hochdruckförderung in die jeweilige Kraftstoffeinspritzdüse zwischen Vor- und Haupteinspritzung das anfänglich geschlossene zweite elektrisch gesteuerte Ventil geöffnet, so daß ein den Förderdruck unter den Einspritzventilöffnungsdruck absenkende Kraftstoffentnahme in den Speicherraum erfolgen kann. Mit dem Öffnen des zweiten elektrisch gesteuerten Ventils wird somit die Voreinspritzung unterbrochen und nach Entnahme die Haupteinspritzung begonnen. Dazu steuert das zweite elektrisch gesteuerte Ventil die Entlastung der Rückseite der verstellbaren Wand, die somit bei geschlossenem Ventil bezüglich ihrer Ausweichbewegung blockiert ist. Diese Lösung hat den Nachteil, daß die Steuerung der Voreinspritzmenge und der Haupteinspritzmenge sich durch Steuerung der in den Speicher übernommenen Menge gegenseitig beeinflussen und insbesondere das Speichervolumen den Drehwinkelabstand zwischen Vor- und Haupteinspritzmenge und zugleich auch die Größe der Voreinspritzmenge bestimmen muß. Dabei müssen ferner noch Drehzahlabhängigkeiten bei der Entnahmedauer von Kraftstoff bei der Hochdruckförderphase des Pumpenkolbens berücksichtigt werden. Als weiterer Nachteil ergibt sich, daß die Haupteinspritzung mit relativ hoher Einspritzrate erfolgt, weil für den in diesem Bereich wirksamen Antrieb des Pumpenkolbens durch den Antriebsnocken der mittlere steile Anstiegsbereich des Nockens in Frage kommt.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzpumpe mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß die Haupteinspritzung unmittelbar mit Kolbenhubbeginn erfolgen kann unabhängig von Größe und Abstand von der Voreinspritzung und dabei eine geringere Pumpenkolbenförderrate mit Spritzbeginn zur Verfügung steht. Zudem kann in vorteilhafter Weise

der Spritzbeginn der Haupteinspritzung statt durch das erste elektrisch gesteuerte Ventil auch durch eine andere Spritzverstelleinrichtung, zum Beispiel eine hydraulisch betätigte Spritzverstelleinrichtung eingestellt werden. Dadurch gehen Drehzahlabhängigkeiten, die mit den festgelegten Schaltzeiten elektrisch gesteuerter Ventile von großem Einfluß sind, nur im geringen Maße in die Bemessung der jeweiligen Einspritzmenge ein. Hier nämlich bestimmt den Spritzbeginn der Kolbenhub. Es bleibt als drehzahlabhängige Fehlerquelle lediglich die Schaltzeit, die das elektrische Ventil zum Öffnen oder Schließen braucht. Die Voreinspritzung ist in vorteilhafter Weise völlig von der Haupteinspritzung abgekoppelt, es ist eine Voreinspritzung in allen Betriebsbereichen der Brennkraftmaschine möglich.

Durch die in den weiteren Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Anspruch 1 angegebenen Kraftstoffeinspritzpumpe möglich.

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen Figur 1 einen Teilschnitt durch eine Kraftstoffeinspritzpumpe der Verteilerpumpenbauart in teils symbolhafter Darstellung mit einem Verteiler und zwei von mehreren radial dazu liegenden Pumpenkolben, Figur 2a bis 2c eine Abwicklung der Mantelfläche des Verteilers gemäß Figur 1 mit darüber gelegter Abwicklung des diesen Verteiler führenden Zylinders in verschiedenen Funktionsphasen der Kraftstoffeinspritzpumpe, Figur 3a bis 3c eine prinzipmäßige Darstellung verschiedener Funktionsphasen der Kraftstoffeinspritzpumpe nach Figur 1, Figur 4a bis 4f verschiedene Funktions- und Steuerdiagramme zur Erläuterung der obenstehenden Funktionsphasen nach Figur 3, Figur 5 eine alternative Ausgestaltung des Speichers und Figur 6 eine alternative Steuerung der Dosierung der Voreinspritzmenge auf Basis der Ausführung gemäß Figur 5.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Figur 1 zeigt einen Schnitt durch einen Teil einer Verteilerkraftstoffeinspritzpumpe der Radialkolbenbauart. Im Gehäuse 1 dieser Kraftstoffeinspritzpumpe, von dem nur ein Teil dargestellt ist, ist ein Verteilerzylinder 2 vorgesehen, in dem ein

Verteiler 3 geführt ist, der durch einen nicht weiter dargestellten Pumpenkolbenantrieb synchron zur Brennkraftmaschine rotierend angetrieben wird. Weiterhin ist im Gehäuse 1 ein Nockentrieb 5 vorgesehen mit einem Nockenring 6, der eine radial nach innen weisende Nockenbahn 7 mit Antriebsnocken für Pumpenkolben 8 aufweist. Der Nockenring wird in gleicher Weise wie der Verteiler synchron zur Brennkraftmaschine angetrieben, wobei auch hier der Antrieb, da bekannt, nicht näher gezeigt ist. Der die Nockenbahn tragende Teil des Nockenrings wird umfangsseitig im Gehäuse 1 geführt.

Der Verteiler 3 ragt auf der Seite des Nockenrings 6 aus einem oberen, einen kraftstoffgefüllten Innenraum 10 verschließenden Teil 11 des Gehäuses in den Innenraum 10 hinaus. Dort, im Überdeckungsbereich der Nockenbahn ist ein Kolbenträgerteil 13 drehbar auf dem Verteiler geführt. Dies dann, wenn eine mechanische oder elektromechanische Spritzzeitpunktverstellung an der Pumpe vorgenommen werden soll, wie das in Figur 1 schematisch dargestellt ist. Ist eine solche Spritzbeginnverstellung nicht notwendig, so kann der Kolbenträgerteil einstückig mit dem oberen Gehäuseteil 11 sein.

Im Kolbenträgerteil 13 sind in einer Radialebene zum Verteiler Radialbohrungen 15 vorgesehen, in denen jeweils ein Pumpenkolben 8 dicht verschiebbar angeordnet ist. Die Radialbohrungen 15 münden in eine an der Mantelfläche des Verteilers vorgesehene erste Ringnut 16, die jeweils die zwischen Pumpenkolbenstirnseite und Verteiler eingeschlossenen Pumpenarbeitsräume 17 miteinander verbindet. Das vom Verteiler 3 abgewandte Ende der Pumpenkolben ragt jeweils aus der Radialbohrung 15 hinaus in eine sich koaxial dazu anschließende Führungsbohrung 19, in der ein Stößel 20 verschiebbar ist, der in einer Führung auf seiner zur Nockenbahn 7 weisenden Seite jeweils eine Rolle 21 trägt, die ferner seitlich in der Führungsbohrung 19 geführt ist. Der Pumpenkolben 8 wird über eine Druckfeder 22, die sich an einem stößelseitig in den Pumpenkolben eingeklipsten Federteiler 23 abstützt in Anlage am Stößel 20 gehalten. Andererseits stützt sich die Feder 22 am Kolbenträgerteil 13 ab. Zur Vermeidung von Störkräften kann der Kolbenträgerteil auch zweiteilig ausgeführt sein mit einem inneren ringförmigen Teil, der die Radialbohrungen aufnimmt, und einen äußeren im Gehäuse geführten Teil, der die Führungsbohrungen für die Stößel aufnimmt. Die Teile werden für eine gemeinsame Verdrehbarkeit durch einen Kupplungszapfen miteinander gekuppelt wie durch die DB-A1-3 612 942 bekannt.

Von der ersten Ringnut 16 geht eine Verteilerleitung 25 im Verteiler ab und führt zu einer Verteileröffnung 26 an der Mantelfläche des Verteilers.

Die Verteileröffnung hat dabei die Form einer kurzen Längsnut und befindet sich im Bereich von vom Verteilerzylinder abführenden Einspritzleitungen 28. Diese liegen innerhalb einer zum Verteiler radialen Ebene, sind gleichmäßig am Umfang des Verteilerzylinders verteilt angeordnet entsprechend der Förder- oder Einspritzfolge von Kraftstoff und führen jeweils zu einem Einspritzventil 29 an der von der Kraftstoffeinspritzpumpe versorgten Brennkraftmaschine. Von der Verteilerleitung zweigt ferner eine Querbohrung 30 ab, die in eine zweite Ringnut 31 am Umfang des Verteilers führt. Im Bereich dieser Ringnut 31 mündet eine Leitung 32, in der ein erstes elektrisch gesteuertes Ventil 33 angeordnet ist und die mit der Förderseite einer Kraftstoffförderpumpe 35 verbunden ist. Diese saugt Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter 36 an und ist drehzahlsynchron zur Brennkraftmaschine angetrieben, wobei mit Hilfe eines im Bypass zur Kraftstoffförderpumpe 35 liegendes Drucksteuerventil 37 ein drehzahlabhängiger Druck eingesteuert wird. Mit der Förderseite der Kraftstoffförderpumpe 35 ist ferner der Pumpeninnenraum 10 unmittelbar verbunden, so daß sich auch dort ein drehzahlabhängiger Innenraumdruck einstellt.

Außer der Verteilerlängsnut 26 ist auf der Mantelfläche des Verteilers noch eine Steuernut 38 vorgesehen, die an ihrem einen Ende in Überdeckung mit den Einspritzleitungen 28 im Laufe der Drehung des Verteilers bringbar ist und die mit ihrem anderen Ende in ständiger Verbindung mit einer Ringnut 39 in der Wand des Verteilerzylinders steht. Von dieser Ringnut 39 führt eine Druckleitung 40 im oberen Gehäuseteil 11 ab zu einem Speicherraum 42, der auf der einen Seite durch eine verstellbare Wand 43 begrenzt ist. Als verstellbare Wand dient ein Kolben, der in einer Zylinderbohrung 44 dicht verschiebbar ist und auf der dem Eintritt der Druckleitung 40 in den Speicherraum 42 gegenüberliegenden Seite von einer Rückstellfeder 45 beaufschlagt ist. Der die Rückstellfeder aufnehmende Teil des Zylinders 44 ist druckentlastet. Ferner ist in der Druckleitung 40 zwischen Verteilerzylinder 2 und Speicherraum 42 ein zweites elektrisch gesteuertes Ventil 46 vorgesehen, das eine Verbindung zwischen Speicherraum 42 und Pumpenarbeitsraum 17, 16 für eine bestimmte Lage des Verteilers steuert.

In Figur 1 ist ferner auch ein Spritzbeginnversteller 48 entnehmbar bestehend aus einem Verstellkolben 50, der auf seiner einen Stirnseite einen Arbeitsraum 51 begrenzt und auf seiner anderen Stirnseite von einer Rückstellfeder 52 beaufschlagt ist, durch die der Verstellkolben in einem Zylinder 53 dicht verschiebbar ist. Der Arbeitsraum 51 ist über eine Drosselbohrung 54 mit dem Innenraum 10 verbunden und somit dem drehzahlabhängigen Druck ausgesetzt, dementsprechend er mit zunehm-

mender Drehzahl gegen die Rückstellfeder 52 verschoben wird. Mit dem Verstellkolben 50 ist ein Bolzen 55 verbunden, der andererseits in hier nicht näher dargestellter Weise mit dem Kolbenträgerteil 13 gekoppelt ist. Wird der Verstellkolben 50 nun mit zunehmender Drehzahl verstellt, so wird zugleich auch der Kolbenträgerteil 13 verdreht und es führen die Pumpenkolben jeweils zu einem früheren Zeitpunkt bezogen auf eine bestimmte Drehstellung des Verteilers ihren Förderhub aus. Der Druck im Arbeitsraum 51 kann ferner noch durch eine Entlastungsleitung 56 mit elektrisch gesteuertem Ventil 57 in Abhängigkeit von Betriebsparametern entlastet werden, so daß hier auf den Spritzzeitpunkt noch andere Betriebsparameter als die Drehzahl einwirken können. Grundsätzlich ist aber der Spritzbeginn auch allein durch die Steuerzeiten des ersten elektrisch gesteuerten Ventils 33 bestimmbar.

Von der Ringnut 39 führen in der Mantelfläche des Verteilerzylinders 2 zur Seite des Verteilerantriebs hin in regelmäßigen Abständen entsprechend den Drehwinkelabständen der Pumpenkolbenförderhübe pro Umdrehung des Nockenrings bzw. Verteilers Steuerlängsnuten 59 ab, und zwar in den zwischen den Abzweigungen der Einspritzleitungen 28 liegenden Bereichen im festen Drehwinkelabstand von diesen. Die Zuordnung dieser Querschnitte sowie der übrigen Steuernuten und Ringnuten am Verteiler und am Verteilerzylinder sind in der Abwicklung gemäß Figur 2 deutlicher erkennbar. Hier sind nacheinander drei verschiedene Betriebsphasen a bis c der Kraftstoffeinspritzpumpe dargestellt mit sich ändernder Zuordnung der Steuernut 38 und der Verteilernut 26 zu den Einspritzleitungen 28 und Steuerlängsnuten 59. Darstellungen in Figur 2a bis c entsprechen den Darstellungen gemäß Figur 3a bis c, wo in prinzipieller Zeichnung als Schnitt durch die Längsachse des Verteilers die drei Betriebsphasen dargestellt sind. Dies wird unterstützt durch die Diagramme a bis f von Figur 4. Anhand dieser Darstellungen soll nun die Arbeitsweise der Kraftstoffeinspritzpumpe beschrieben werden.

Im Betrieb wird der Nockenring in Drehung bewegt und erlaubt den Rollen 21, der Nockenbahn zu folgen. Entsprechend können sich die Pumpenkolben 8 je nach Nockenverlauf nach innen bzw. außen bewegen. In ihrer Auswärtsbewegung entsprechend einer nach außen gehenden Nockenflanke der Nockenbahn 7 führen die Pumpenkolben ihren Saughub aus. Zu diesem Zeitpunkt ist das erste elektrisch gesteuerte Ventil geöffnet und es kann Kraftstoff über die Leitung 32, die zweite Ringnut 31, die Querbohrung 30 und die Verteilerleitung 25 zur Ringnut 16 gelangen und von dort in die Pumpenarbeitsräume 17. Im Diagramm Figur 4f ist schematisch die Nockenerhebungskurve 60 dar-

gestellt mit einer ansteigenden Flanke 61, bei der die Rollen 21 mit Stößel 23 und Pumpenkolben 8 radial nach innen bewegt werden, und einer abfallenden Flanke 62, bei der die Pumpenkolben den soeben beschriebenen Saughub nach außen gehend ausführen. Das Steuerdiagramm Figur e, das oberhalb dieser Nockenerhebungskurve liegt, zeigt eine erste Schließphase 63 und zweite Schließphase 64 des ersten elektrisch gesteuerten Ventils 33, über deren Dauer die Leitung 32 verschlossen ist, so daß während einer durch die erste Schließphase 62 bestimmten ersten Förderhubteil von Förderbeginn 1 (FB1) bis Förderende (FE1) Kraftstoff unter Hochdruck zu einem der Einspritzventile gefördert wird und zur Einspritzung kommt. Da der Förderhub des Pumpenkolbens erst mit Beginn der Nockenerhebung erfolgen kann, liegt FB1 zeitlich gesehen nach dem Schließpunkt der ersten Schließphase 63 des elektrisch gesteuerten Ventils 33. Während dieses ersten Förderhubteils fördern die Pumpenkolben Kraftstoff unter Hochdruck in die Verteilerleitung 25, die Verteilernut 26 und von dort in eine der Einspritzleitungen 28. Dies ist erkennbar aus dem Diagrammverlauf Figur 4b an der Druckkurve 66, die über den Drehwinkel den im Pumpenarbeitsraum herrschenden Druck angibt. Entsprechend diesem Druck ergibt sich an der zugehörigen Kraftstoffeinspritzdüse 29 der Düsennadelöffnungshub 67 gemäß Linienverlauf Figur 4a über den Drehwinkel α . Diese Situation ist auch in Figur 3a dargestellt mit geschlossenem ersten Ventil 33. Zu diesem Zeitpunkt ist die Druckleitung 40 in keiner Verbindung weder zum Pumpenarbeitsraum noch zu einer der Einspritzleitungen 28. Gemäß Kurve 4d erkennt man, daß über diese Zeit auch das zweite elektrisch gesteuerte Ventil 46 geschlossen ist, da die Basislinie dieses Kennlinienzugs den Schließzustand kennzeichnet. Dementsprechend erfährt der Kolben 43 keine Bewegung.

Im weiteren Verlauf der Drehung des Verteilers und des zugleich erfolgenden Antriebs Pumpenkolben folgt nach dem Punkt FE1 eine Phase, bei der das erste elektrisch gesteuerte Ventil 33 geöffnet ist und die Pumpenkolben den verdrängten Kraftstoff über die Verteilerleitung 25, die Querbohrung 30 und die Leitung 32 in den Innenraum 10 der Pumpe fördern. Erst zum Zeitpunkt FB2 gegen Ende des Pumpenkolbenhubes wird das erste elektrisch gesteuerte Ventil in die zweite Schließphase 64 gebracht. Wie man aus dem Diagramm Figur 4b erkennt, führt dies wiederum zu einem Druckanstieg 68 im Pumpenarbeitsraum. Spätestens zum Zeitpunkt FB2, dem Beginn der zweiten Druckförderphase bzw. dem zweiten restlichen Förderhubteil des Pumpenkolbens wird durch das zweite elektrische Ventil 46 die Druckleitung 40 geöffnet über eine erste Öffnungsphase 70 und es ist die Verteilernut 26 in Verbindung mit einer der Steuer-

längsnuten 59 gelangt, so daß hier nun eine Verbindung zwischen Pumpenarbeitsraum und Speicherraum 42 hergestellt ist. Der in der Folge vom Pumpenkolben verdrängte Kraftstoff wird nun in den Speicherraum 42 gefördert, was der Linie Figur 4c entnehmbar ist, mit dem Anstieg 71. Entsprechend weicht die verstellbare Wand 43 entgegen der Kraft der Feder 45 aus. Die zweite Schließphase 64 des ersten elektrisch gesteuerten Ventils geht bis zu dem Punkt FE2, der im Bereich des oberen Totpunktes der Nockenerhebungskurve 60 liegt. Zu diesem Zeitpunkt ist auch die erste Öffnungsphase 70 des zweiten elektrisch gesteuerten Ventils 46 beendet. Das gesamte System befindet sich somit auf relativ hohem Druckniveau. Dieser Zustand ist auch anschaulich der Figur 2c entnehmbar.

Im weiteren Verlauf der Drehung des Nockenrings können nun die Pumpenkolben wieder nach außen gelangen und einen Saughub ausführen. Dazu ist in OT jetzt die zweite Schließphase 64 des ersten elektrisch gesteuerten Ventils beendet und es strömt der Kraftstoff über die Leitung 32 in den Pumpenarbeitsraum. Der Speicherraum 42 verbleibt unter hohem Druckniveau und hoher Füllung wegen den nunmehr geschlossenen zweiten elektrisch gesteuerten Ventil 46. Diese Phase ist in Figur 3b erkennbar. Es kommt auch die Verteilernut 26 aus der Überdeckung mit der entsprechenden Steuerlängsnut 59. Wenn die Pumpenkolben auf der abfallenden Flanke 62 abgelaufen sind und in eine Rast 69 der Nockenbahn gelangen, wird nun das zweite elektrisch gesteuerte Ventil 46 aufgesteuert gemäß Figurenzug 4d. Diese zweite Öffnungsphase 72 beginnt im Punkt VEB. Zu diesem Zeitpunkt ist gemäß Figur 2a die Verteilernut 26 geschlossen, aber die Steuernut 38 mit ihrem einen Ende in Verbindung mit der Einspritzleitung 28, die für die nächste Hochdruckeinspritzung angesteuert wird. Die Steuernut verbindet dabei die Einspritzleitung 28 mit der Ringnut 39 und stellt somit eine zweite Verteilerleitung dar, über die im Wechsel die Einspritzleitungen für die Voreinspritzung angesteuert werden. Entsprechend der zweiten Öffnungsphase 72 ergibt sich nun ein zweiter Düsennadelöffnungshub 73, über den die Voreinspritzung in den nächstfolgenden Zylinder erfolgt. Entsprechend sinkt das Volumen des Speicherraums 42 über eine abfallende Flanke 74 des Kurvenzugs Figur 4c ab. Diese Betriebsphase ist auch in Figur 3c dargestellt. Figur 3c zeigt das geöffnete erste elektrisch gesteuerte Ventil 33 und das geöffnete zweite elektrisch gesteuerte Ventil 46, über das und die zweite Verteilerleitung 39, 38 und die Einspritzleitung 28 die Verbindung zwischen Speicher 42 und Einspritzdüse 29 hergestellt ist.

In Figur 2b ist schließlich noch die Zuordnung der Steuerquerschnitte gemäß der Betriebsphase

Figur 3a dargestellt, in der die Haupteinspritzung beim nachfolgenden wiederum ersten Förderhubteil des Pumpenkolbens erfolgt.

Man erkennt, daß bei jeder Haupteinspritzung jeweils nur die abfallende Flanke des ersten elektrisch gesteuerten Ventils 33 als sich drehzahlabhängig ändernder Förderdaueranteil als Fehler eingeht. Der Förderbeginn wird durch die ansteigende Flanke 61 der Nockenerhebungskurve bestimmt und unterliegt keinem Drehzahlfehler.

Genauso ist das zweite elektrisch gesteuerte Ventil 46 bereits geöffnet, wenn der zweite, restliche Förderhubteil des Pumpenkolbens durch Schließen des ersten elektrisch gesteuerten Ventils 33 anfängt. Nur diese Schließflanke geht letztlich wieder als drehzahlabhängiger Fehler ein. Die Öffnungsflanke im Bereich von OT dagegen ist nicht als Fehler wirksam, da das Förderende durch Erreichen des oberen Totpunktes OT gegeben ist. Über diese Zeit läuft grundsätzlich die erste Öffnungsphase 70 des zweiten elektrisch gesteuerten Ventils. Die Dauer der Voreinspritzung hingegen kann wieder durch den Überdeckungsbeginn einer Steuerkante, nämlich der Steuernut 38 mit der Einspritzleitungsöffnung 28 erfolgen, während das Ende durch die Schließflanke zweite elektrisch gesteuerten Ventils bestimmt wird.

In Abwandlung zu dem vorstehenden Ausführungsbeispiel kann aber gemäß Figur 5 der Speicherraum 42 über eine Entlastungsdrossel 76 und eine entsprechende Entlastungsleitung 77 durch Öffnen des zweiten elektrisch gesteuerten Ventils 46 im Bereich zwischen FE2 und VEB soweit entlastet werden, bis ein Resthub der verstellbaren Wand 43' erreicht ist, der die zur Einspritzung kommende Voreinspritzmenge bestimmt. Der Hub der verstellbaren Wand 43' wird dabei durch einen Weggeber 78 gemessen, der mit einer entsprechenden Steuereinrichtung 80, die auch die Schaltzeiten des ersten elektrisch gesteuerten Ventils 33 und des zweiten elektrisch gesteuerten Ventils 46 bestimmt, verbunden. Gemäß Figur 6a ergibt sich eine Modifikation des Hubverlaufes Figur 4c der beweglichen Wand 43'. Figur 6b zeigt das dazugehörige Diagramm der Öffnungszeiten des zweiten elektrisch gesteuerten Ventils 46 in Abwandlung zu Figur 4d. Nach dem vollständigen Füllen des Speicherraums 42 mit der im jeweils restlichen Förderhubteil des Pumpenkolbens geförderten Kraftstoffmenge wird nun der Speicherraum bis zu einem bestimmten Hub h entlang der Kurve 82 entlastet. Durch Öffnen des zweiten elektrisch gesteuerten Ventils 46, das nach dieser Zwischenöffnung über eine dritte Öffnungsphase 84 wieder geschlossen und erst zum Zeitpunkt VEB wieder geöffnet wird, so daß der gesamte restliche Kraftstoffinhalt des Speichers gemäß Kurve 83 in der zweiten Öffnungsphase 72' nun der Voreinspritzung zugeführt

wird. Der Kolben 43 erreicht dann seine Ausgangsstellung, wie sie zum Beispiel in Figur 3a dargestellt ist. Damit ergeben sich eine exakte Zumesung der Voreinspritzmenge, die auch variiert werden kann und genaue Einspritzzeiten.

In vorteilhafter Weise kann die Vor- und Haupteinspritzung über ein an sich bekanntes Zwei-Feder-Einspritzventil durch dieselbe Einspritzöffnung am jeweiligen Einspritzventil erfolgen.

Ansprüche

1. Kraftstoffeinspritzpumpe für Brennkraftmaschinen mit mindestens einem Pumpenarbeitsraum (17) begrenzenden Pumpenkolben (8), der durch einen Nockentrieb (5) zur Ausführung eines Saug- und Förderhubs angetrieben wird und der Pumpenarbeitsraum über eine in einem rotierend angetriebenen Verteiler (3) angeordnete Verteilerleitung (25, 26) im Wechsel mit am Umfang des Verteilers abführenden, zu Einspritzstellen führenden Einspritzleitungen (28) beim Förderhub des Pumpenkolbens verbindbar ist, mit einer vom Pumpenarbeitsraum (17) abführenden Leitung (32), die zu einem unter niedrigem Druck stehenden Kraftstoffvorratsraum (10) führt und dessen Querschnitt von einem ersten elektrisch gesteuerten Ventil (33) gesteuert ist, durch dessen Schließdauer die Dauer einer Kraftstoffhochdruckförderung des Pumpenkolbens bestimmbar ist, sowie mit einer vom Pumpenarbeitsraum abführenden Druckleitung (25, 26, 40), die mit einem von einer entgegen einer Rückstellkraft verstellbaren Wand (43) begrenzten Speicherraum (42) verbindbar ist und mit einem die Ausweichbewegung der verstellbaren Wand (43) steuernden zweiten elektrisch gesteuerten Ventil, dadurch gekennzeichnet, daß das erste elektrisch gesteuerte Ventil (33) pro Pumpenkolbenförderhub über einen ersten Förderhubteil (FB1-FE1) des Pumpenkolbens zur Bestimmung einer Haupteinspritzung geschlossen ist und über einen zweiten, restlichen Förderhubteil (FB2-FE2) des Pumpenkolbens geschlossen ist, über den wenigstens die Druckleitung (40) zum Speicherraum (42) durch das zweite elektrisch gesteuerte Ventil (46) geöffnet ist, durch das ferner eine zweite Verteilerleitung (39, 38) im Verteiler (3) nach Ende des restlichen Förderhubs und vor Beginn des folgenden ersten Förderhubteils der Speicher (42) über die Dauer einer Voreinspritzung mit der während des folgenden ersten Förderhubteils über die erste Verteilerleitung (25) verbundenen Einspritzleitung (28) verbunden ist.

2. Kraftstoffeinspritzpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil (25) der Druckleitung im Verteiler (3) angeordnet ist und über eine Verteileröffnung (26) am Umfang des Vertei-

lers mündet und bei der Drehung des Verteilers mit dem weiter zum Speicher (42) führenden Teil (40) der Druckleitung verbindbar ist.

3. Kraftstoffeinspritzpumpe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Verteilerleitung (38) im Verteiler (3) angeordnet ist und im Wechsel bei der Drehung des Verteilers den Speicher (42) mit je einer der Einspritzleitungen (28) verbindet.

4. Kraftstoffeinspritzpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Pumpenarbeitsraum (17) während seines Saughubes über das geöffnete erste elektrisch gesteuerte Ventil (33) mit dem Kraftstoffvorratsraum (10, 35) verbunden ist.

5. Kraftstoffeinspritzpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß beim zweiten Förderhubteil des Pumpenkolbens bis zum Erreichen des Pumpenkolbenförderhubendes bei Erreichen seiner extremen Auslenkstellung das erste elektrisch gesteuerte Ventil (33) geschlossen ist und das zweite elektrisch gesteuerte Ventil (46) geöffnet ist.

6. Kraftstoffeinspritzpumpe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das zur Einspritzung im Speicherraum (42) aufgenommene Kraftstoffvolumen über das zweite elektrisch gesteuerte Ventil (46) und eine diesem in Ausflußrichtung aus dem Speicherraum (42) zu einem Entlastungsraum nachgeschaltete Drossel (76) vor Beginn der Voreinspritzung durch eine Teilentleerung des Speicherraums (42) steuerbar ist und durch einen den Hub der verstellbaren Wand (43) messenden Geber (87) erfaßt und entsprechend dem Meßwert und in Abhängigkeit anderer Betriebsparameter der Brennkraftmaschine geregelt wird.

7. Kraftstoffeinspritzpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Nockentrieb (5) mit einer Spritzbeginnverstellvorrichtung (48) versehen ist, durch die der Beginn des Förderhubs des Pumpenkolbens verstellbar ist.

8. Kraftstoffeinspritzpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Einspritzventil ein Zwei-Feder-Einspritzventil verwendet wird, über das die Haupteinspritzung und die Voreinspritzung erfolgt.

FIG. 1

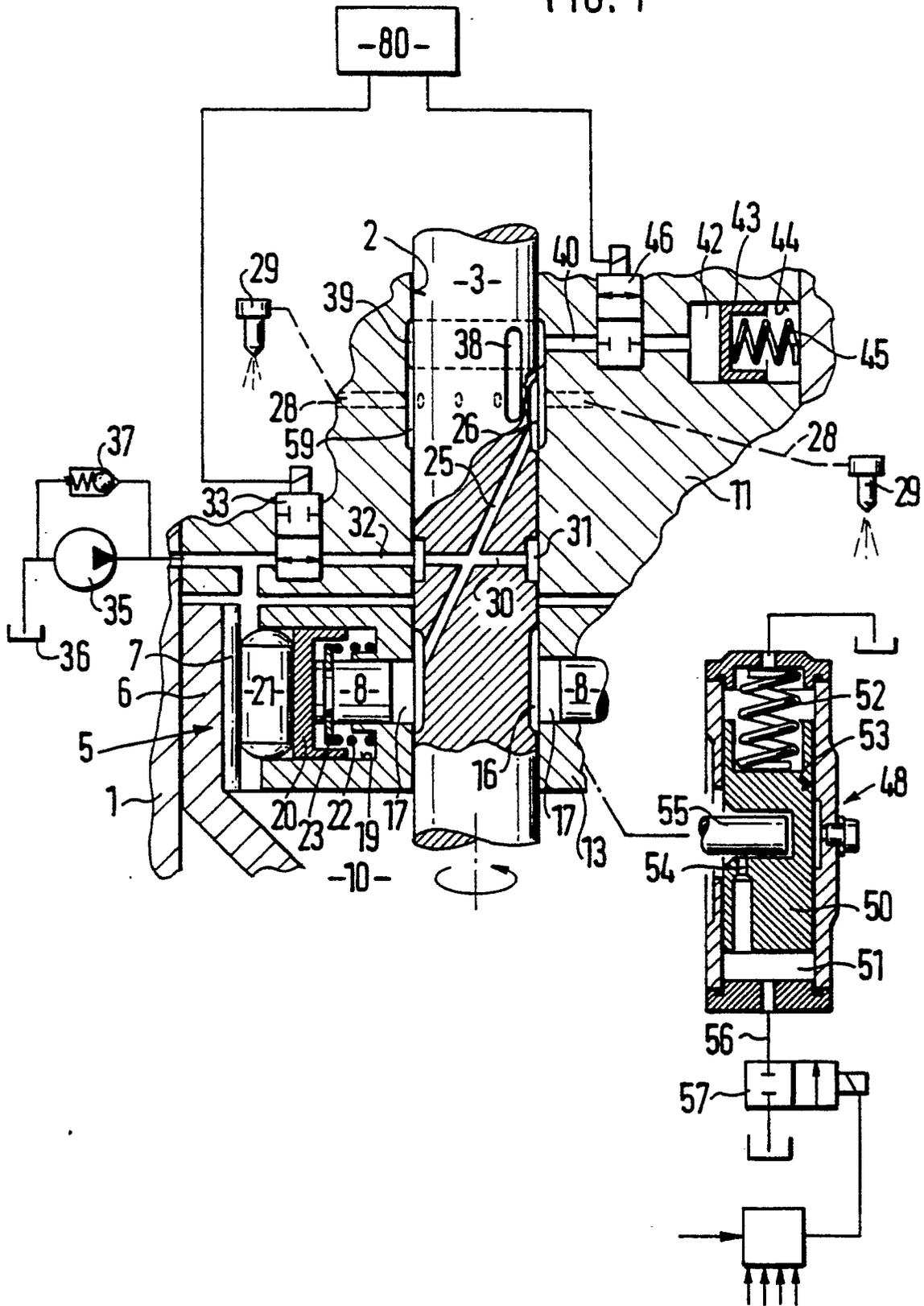


FIG. 3

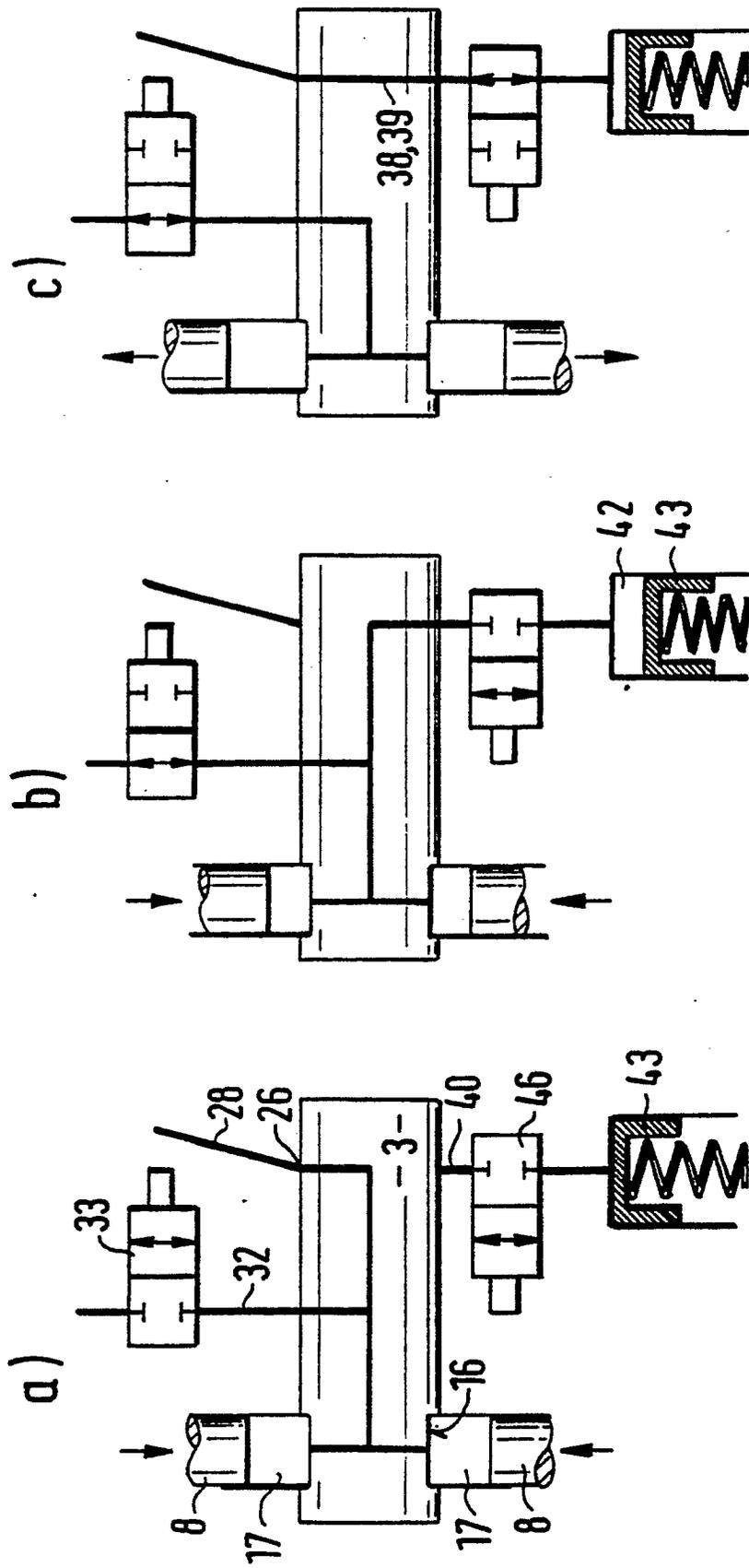


FIG. 4

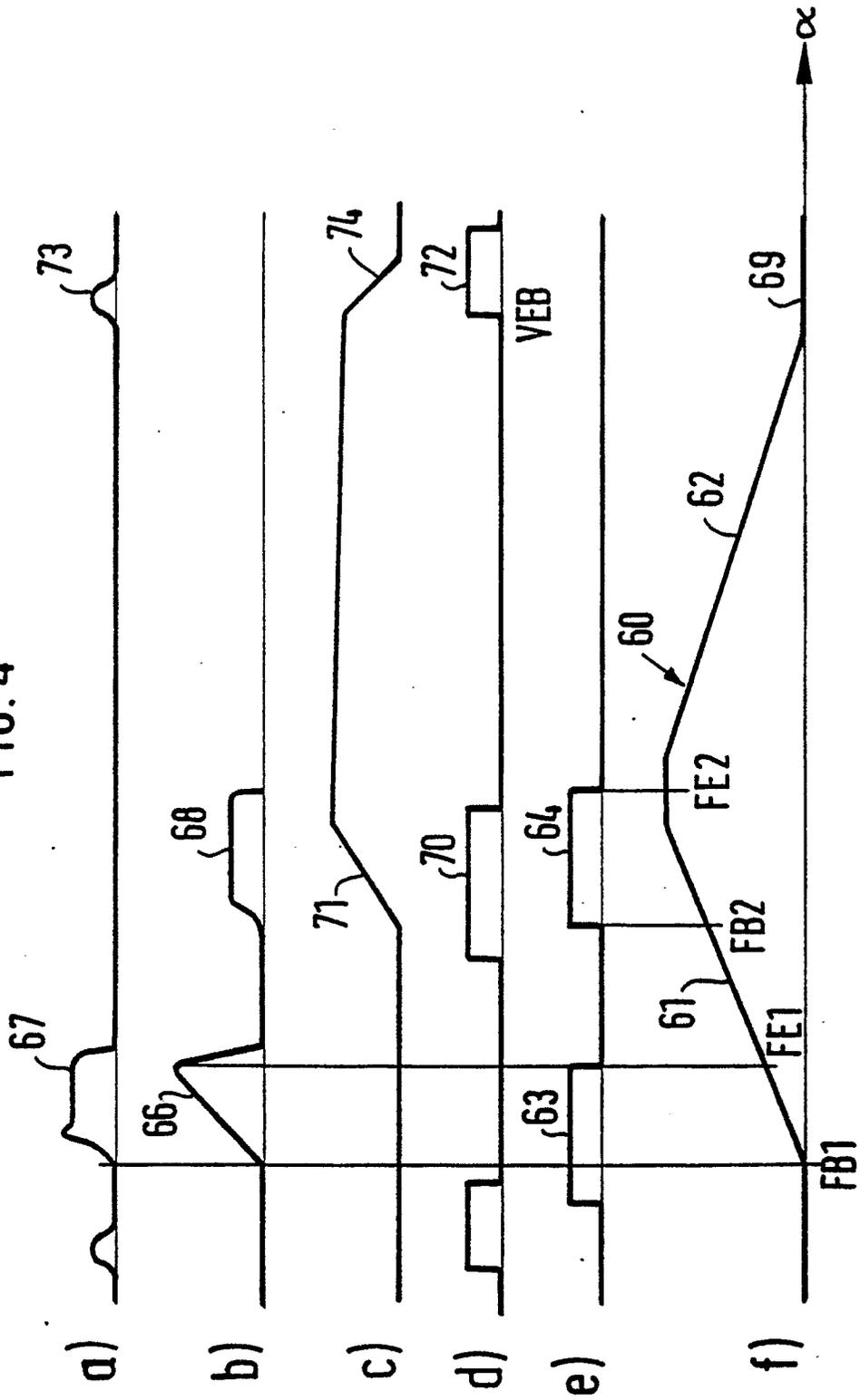


FIG. 5

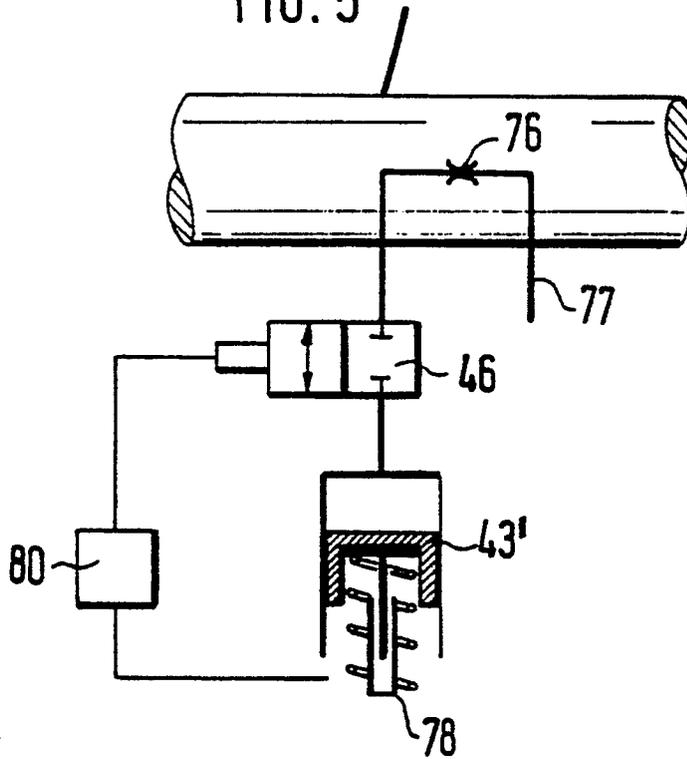


FIG. 6

