



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Veröffentlichungsnummer:

0 075 856

A2

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: 82108762.4

Int. Cl.³: F 02 D 1/18

Anmeldetag: 22.09.82

Priorität: 29.09.81 DE 3138607

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.04.83 Patentblatt 83/14

Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

Anmelder: ROBERT BOSCH GMBH
Postfach 50
D-7000 Stuttgart 1(DE)

Erfinder: Höfer, Gerald
Schönblickstrasse 16
D-7251 Weissach-Flacht(DE)

Erfinder: Laufer, Helmut
Paul-Lincke-Strasse 20
D-7000 Stuttgart 1(DE)

Erfinder: Straubel, Max, Dr.
Ontariostrasse 30b
D-7000 Stuttgart 61(DE)

Kraftstoffeinspritzpumpe für Brennkraftmaschinen.

Es wird eine Kraftstoffeinspritzpumpe für Brennkraftmaschinen vorgeschlagen mit einem hydraulischen Spritzzeitpunktversteller (3), der von einem mit Hilfe eines Drucksteuerventils (11) gebildeten drehzahlabhängigen Druck beaufschlagt ist, wobei die Steuerung des Drucksteuerventils durch Veränderungen des auf dieses wirkenden Steuerdrucks beeinflusst wird. Dies geschieht mit Hilfe wenigstens eines elektrisch gesteuerten Ventils (24), das von einer Steuereinrichtung (32) in Abhängigkeit von Betriebsparametern gesteuert wird. Auf diese Weise kann die richtige Spritzzeitpunkteinstellung im gesamten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen und auch während der Warmlaufphase mit geringstem Aufwand sehr genau eingestellt werden.

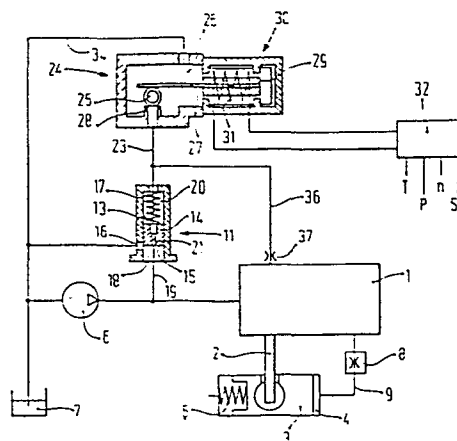


Fig. 1

R. 17370

Bö/Jä 5.8.1981

Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart 1

Kraftstoffeinspritzpumpe für Brennkraftmaschinen

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Kraftstoffeinspritzpumpe nach der Gattung des Hauptanspruchs. Bei einer bekannten Kraftstoffeinspritzpumpe dieser Art erfolgt die Steuerung des den Steuerkolben belastenden Drucks mit Hilfe eines Druckventils, das eine relativ starke, auf eine Kugelschließglied wirkende Schließfeder aufweist und bei dem das Schließglied durch einen temperaturgesteuerten Stift vom Sitz entgegen der Kraft der Schließfeder abhebbar ist. Auf diese Weise kann bei kalter Brennkraftmaschine zur dort gewünschten Spritzbeginneinstellung durch Erhöhung des Drucks im Druckraum des Drucksteuerventils der auf die Spritzverstellereinrichtung wirkende Druck angehoben werden. Diese Ausgestaltung bietet jedoch nur begrenzte Möglichkeiten der Beeinflussung der Arbeitsweise des Drucksteuerventils bzw. der Steuerung des auf den Verstellkolben wirkenden Drucks.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzpumpe mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß auf einfache Weise der auf

den Verstellkolben wirkende Flüssigkeitsdruck über die Steuerung des im Druckraum am Drucksteuerventil wirkenden Steuerdrucks in Abhängigkeit von mehreren Betriebsparametern wie Luftdruck, Luft- oder Kraftstofftemperatur, Drehzahl oder Temperatur der Brennkraftmaschine beeinflusst werden kann mit einem hohen Grad an Genauigkeit.

Eine weitere erfindungsgemäße, vorteilhafte Ausgestaltung ausgehend von der Gattung des Hauptanspruchs besteht darin, daß das Ventil ein von einer elektrischen Steuereinrichtung gesteuertes Schaltventil ist und daß der Druckraum unabhängig vom Schaltzustand des Schaltventils über wenigstens ein federbelastetes Schließorgan zum Entlastungsraum hin entlastbar ist. Mit dieser Ausgestaltung kann in sehr einfacher Weise ohne großen elektronischen Regelaufwand der Spritzzeitpunkt den Betriebsparametern der Brennkraftmaschine angepaßt werden. Dabei kann die Anpassung in mehr oder weniger kleinen Schritten durch die Kombination von Schaltventil und als Druckstufendruckventil dienenden federbelasteten Schließorgan erfolgen.

Durch die in den Unteransprüchen angegebenen Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Hauptanspruch angegebenen Lösung gekennzeichnet.

Zeichnung

Sechs Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel mit einem der Steuerung des Steuerdrucks des Drucksteuerventils dienenden Ventil, das mit einer analog veränderbaren Schließkraft beaufschlagt ist,

Fig. 2 ein Diagramm über den Steuerstromverlauf bei der Ausführung nach Fig. 1, Fig. 3 ein Diagramm des Wegverlaufs des Verstellkolbens, Fig. 4 ein zweites Ausführungsbeispiel mit einem Schaltventil und einem Rückschlagventil zur Steuerung des Steuerdrucks des Drucksteuerventils, Fig. 5 den Wegverlauf des Verstellkolben bei sich ändernder Drehzahl, Fig. 6 ein drittes, gegenüber Fig. 4 abgewandeltes Ausführungsbeispiel mit Drosseln zur Kompensation des Drehzahl-einflusses, Fig. 7 ein viertes Ausführungsbeispiel in Form einer Weiterbildung der Ausgestaltung nach Fig. 4, Fig. 8 ein Diagramm des damit erreichbaren Verstellweges des Verstellkolbens über der Drehzahl, Fig. 9 ein fünftes Ausführungsbeispiel, Fig. 10 eine Detaildarstellung des Ausführungsbeispiels nach Fig. 9, Fig. 11 ein Diagramm über die mit der Ausführung nach Fig. 9 erzielbaren Verstellcharakteristik und Fig. 12 ein sechstes Ausführungsbeispiel, das eine äquivalente der Ausgestaltung der Ausführung 9 zeigt.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In den Nockentrieb einer Kraftstoffeinspritzpumpe 1, die hier nicht weiter detailliert dargestellt ist, greift über einen Stift 2 für die Verstellung des Spritzbeginnzeitpunktes ein Verstellkolben 3 ein. Dieser ist durch in einem Arbeitsraum 4 befindliche Druckflüssigkeit entgegen einer Rückstellfeder 5 verschiebbar, wobei, je weiter der Kolben in Richtung Feder verschoben wird, der Spritzzeitpunkt bezüglich des oberen Totpunktes eines Kolben der zugehörigen Brennkraftmaschine nach Früh verschoben wird. Eine Förderpumpe 6 saugt aus einem Kraftstoffbehälter 7 Kraftstoff an und fördert ihn in einen nicht weiter dargestellten Saugraum üblicher Ausgestaltung der Kraftstoffeinspritzpumpe, aus welchem die Pumpenarbeitsräume der Kraftstoffeinspritzpumpe mit Kraft-

stoff versorgt werden. Über eine eine Drossel 8 enthaltende Leitung 9 ist der Arbeitsraum 4 mit dem Saugraum verbunden. Mit Hilfe eines Drucksteuerventils 11 wird der Förderdruck der Förderpumpe 6 und damit der Druck im Saugraum zunächst drehzahlabhängig gesteuert, wobei mit zunehmender Drehzahl der Druck proportional ansteigt. Dieser drehzahlabhängige Druck bewirkt, daß mit zunehmender Drehzahl der Spritzverstellkolben 6 in Richtung Früh-Einstellung des Spritzzeitpunktes verschoben wird.

In Fig. 3 ist ein Diagramm dargestellt, bei dem über der Drehzahl n der Hub s des Verstellkolbens dargestellt ist. I kennzeichnet die Kennlinie für den Normalbetrieb. Mit zunehmender Drehzahl erfolgt eine lineare Verstellung nach Früh. Mit II ist eine dazu parallel verlaufende Kennlinie bezeichnet, die einzuhalten notwendig wäre, wenn die Brennkraftmaschine in höher gelegenen Gebieten als üblich, z. B. in 2 200 m Höhe betrieben würde. Ähnliche Verschiebungen ergeben sich auch für andere Umweltbedingungen, wie z. B. Luft- oder Kraftstofftemperatur oder Temperatur der Brennkraftmaschine.

Zur Beeinflussung des auf den Verstellkolben 3 wirkenden Drucks erhält das Drucksteuerventil 11 folgende Ausgestaltung: Das Drucksteuerventil 11 weist einen Steuerkolben 14 auf, der in einem Zylinder 13 dicht verschiebbar angeordnet ist und mit seiner einen Stirnfläche 15 eine Abflußöffnung 16 in der Wand des Zylinders 13 steuert. Die Abflußöffnung führt zu einem Entlastungsraum, der z. B. die Saugseite der Förderpumpe 6 oder der Kraftstoffbehälter 7 sein kann. Auf der anderen Seite ist der Steuerkolben 14 durch eine zwischen Steuerkolben und stirnseitiger Verschlusswand des Zylinders 13 eingespannte Steuerfeder 17 derart belastet, daß der Steuerkolben 14 bestrebt ist, die

Abflußöffnung 16 zu verschließen. Die erste Stirnseite 15 des Steuerkolbens grenzt an einen Raum 18, der über eine Druckleitung 19 mit der Druckseite der Förderpumpe 6 verbunden ist.

Auf der Rückseite des Steuerkolbens 14 ist in dem Zylinder 13 ein Steuerdruckraum 20 eingeschlossen, der über eine Drosselbohrung 21 im Steuerkolben 14 mit dem Raum 18 verbunden ist. Aus dem Steuerdruckraum 20 führt eine Druckleitung 23 ab, die zu einem Druckventil 24 führt. Dieses weist als Schließglied eine Kugel 25 auf, die die Einmündung der Druckleitung 23 in einen Ventilraum 26 steuert. Aus dem Ventiltrraum 26 führt eine Entlastungsleitung 34 zum Entlastungsraum ab, der wiederum z.B. die Saugseite der Förderpumpe 6 oder der Kraftstoffvorratsbehälter 7 sein kann. Dieses Ventilschließglied wird durch einen federnden Arm 27 belastet und in der Zuordnung zur stutzenförmigen Einmündung 28 der Druckleitung 23 gehalten. Der federnde Arm ist dabei Teil eines Drehankers 29 einer Elektromagnetanordnung 30. Diese weist eine Feldwicklung 31 auf, die von einer elektrischen Steuereinrichtung 32 mit Strom versorgt wird. Die elektrische Steuereinrichtung gibt dabei ein in Abhängigkeit von den zu berücksichtigenden Betriebsparametern gebildeten Steuerstrom ab, durch den ein mehr oder weniger starkes Drehmoment auf den Drehanker ausgeübt wird. Zugleich wirkt auf den Drehanker noch eine Basisrückstellkraft, die in bekannter Weise entweder durch Federn oder durch Permanentmagnetismus erzeugt wird. Je nach Erregung der Feldwicklung 31 drückt somit der federnde Arm mehr oder weniger stark auf das Schließglied 25 und bestimmt somit den Druck im Steuerdruckraum 20. Bei kalter Brennkraftmaschine kann der Stutzen durch entsprechende Strombeaufschlagung ganz geschlossen werden.

Diese Wirkung ist in dem Diagramm in Fig. 3 dargestellt durch die Kurve III. Mangels Druckgefälle zwischen Steuerdruckraum 20 und Raum 18 vor dem Steuerkolben 14 wird dieser durch die Steuerfeder 17 so verschoben, daß die Abflußöffnung 16 ganz verschlossen ist. Entsprechend wird der gesamte von der Förderpumpe 6 geförderte Kraftstoff dem Saugraum der Brennkraftstoffeinspritzpumpe zur Druckbildung zugeführt, was zu einem wesentlich steileren Druckanstieg führt und zu einer entsprechenden Früh-Verstellung des Spritzzeitpunktes. Ab Erreichen einer bestimmten Temperatur der Brennkraftmaschine kann dann das Drucksteuerventil 24 nach Öffnen zur Entlastungsleitung 34 seine vorgesehene Arbeitsweise aufnehmen gemäß einer der Kurven I und II.

In Fig. 2 ist der lineare Zusammenhang zwischen der Strombeaufschlagung der Feldwicklung 31 und dem im Steuerdruckraum 20 erreichbaren Steuerdruck dargestellt.

In weiterer Ausgestaltung kann der Saugraum der Kraftstoffeinspritzpumpe 1 über eine Entlüftungsleitung 36 mit der Druckleitung 23 verbunden sein. Dabei ist der Entlüftungsleitung 36 eine Drossel 37 angeordnet, die jedoch wesentlich kleiner ist als die Drossel der Drosselbohrung 21. Hierbei wird in vorteilhafter Weise die Spülkraftstoffmenge zur Beeinflussung des Drucks im Steuerdruckraum 20 verwendet. Natürlich kann die Verbindung vom Steuerdruckraum 20 zur Druckseite der Förderpumpe 6 anstelle der Drosselbohrung 21 ausschließlich über eine solche Leitung 23 verwirklicht werden.

Durch die oben beschriebene Ausführung der erfindungsgemäßen Lösung wird somit der Druck im Steuerdruckraum 20 analog gesteuert durch eine Steuereinrichtung, die sämtliche relevanten Parameter für die Spritzzeitpunkteinstellung berücksichtigen kann. Überlagert kann eine

temporäre Früh-Verstellung des Spritzzeitpunktes bei kalter Brennkraftmaschine erfolgen. Die Gestaltung nach Fig. 4 ist mit gleichen Elementen aufgebaut wie die Ausgestaltung nach Fig. 1. Auch hier fördert eine Kraftstoffförderpumpe 6 in den Saugraum einer Kraftstoffeinspritzpumpe 1, die zur Spritzzeitpunktverstellung eine Verstelleinrichtung mit Verstellkolben 3 wie beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 aufweist. Die Druckseite der Förderpumpe 6 ist weiterhin mit einem Drucksteuerventil 11 gleichen Aufbaus verbunden, dessen Steuerdruckraum über die Druckleitung 23 entlastet werden kann. Die Druckleitung 23 bei diesem Ausführungsbeispiel führt zu einem Schaltventil 41, das an die Stelle des Druckventils 24 beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 tritt. Dieses als 2-2 Ventil ausgebildete Ventil wird elektromagnetisch gesteuert von einer Steuereinrichtung 32', die in Abhängigkeit von Betriebsparametern gebildete Schaltimpulse an das Schaltventil 41 abgibt. Vom Schaltventil 41 führt die Entlastungsleitung 34 zu einem Entlastungsraum. Analog zur Ausgestaltung nach Fig. 1 kann eine Verbindung zwischen Pumpensaugraum und Druckleitung 34 über eine Entlüftungsleitung 36 hergestellt werden, die eine Drossel 37 enthält. In zusätzlicher Ausgestaltung ist parallel zum Schaltventil 41 in einer Bypassleitung ein Druckventil 43 angeordnet, das als zur Entlastungsseite hin öffnendes Rückschlagventil ausgebildet ist.

Das Schaltventil bei dieser Ausgestaltung kann von der Steuereinrichtung 32 getaktet gesteuert werden, wobei das Tastverhältnis entsprechend den von der Steuereinrichtung 32' erfaßten Betriebsparametern geändert wird. In diesem Fall stellt sich im Steuerdruckraum des Drucksteuerventils 11 ein quasi analoger Steuerdruck ein, ähnlich wie beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 1. Das

Druckventil 43 ist dabei als Druckbegrenzungsventil ausgestaltet, mit dessen Hilfe insbesondere bei ständig geschlossenem Schaltventil 41 während der Warmlaufphase der Brennkraftmaschine ein zu hoher Druck auf der Förderseite der Förderpumpe bzw. im Saugraum vermieden wird. Bei dem Diagramm in Fig. 5 ist der Verstellkolbenweg in Abhängigkeit von der Drehzahl beim Kaltstart aufgetragen. Die sich beim Kaltstart ergebende Druckerhöhung zeigt abweichend von dem linearen Druckverlauf bei warmer Brennkraftmaschine zunächst steil an, bis der Öffnungsdruck des Druckventils 43 erreicht ist. Ab diesem Punkt verläuft die Kurve III' waagerecht, bis die Warmlaufphase beendet ist. Im Diagramm Fig. 5 ist ferner eine Spritzverstellkurve über der Drehzahl mit I bezeichnet dargestellt, die einer mittleren Betriebsbedingung für den Normalbetrieb entspricht. Die dazu parallelen gestrichelten Kurven Ia und Ib stellen den mit Hilfe des Schaltventils 41 erreichbaren Verstellbereich dar.

Bei der Beeinflussung des Steuerdrucks im Drucksteuerventil 11 durch getaktete Steuerung des Schaltventils 41 tritt bei Drehzahländerung und gleichbleibendem Tastverhältnis eine Änderung des Steuerdrucks auf. Dies kann für eine Steuerung unerwünscht sein und würde dann eine drehzahlabhängige Korrektur erforderlich machen. Zur Vermeidung dieses Verhaltens ist gemäß Ausgestaltung nach Fig. 6 die Ausgestaltung nach Fig. 4 derart abgeändert worden, daß in die Leitung 36 stromabwärts der ersten Drossel 37 eine zweite Drossel 45 eingesetzt ist. Die Leitung 36 mündet nach wie vor in die Druckleitung 23, die wiederum das Drucksteuerventil 11 mit dem Schaltventil 41 verbindet. Eine Drosselbohrung 21 im Steuerkolben 14 wie bei Ausgestaltung nach Fig. 1 entfällt hier. Die bei Fig. 4 vorgesehene Bypassleitung 42 zweigt nun als Bypassleitung 42' von der Leitung 36 zwischen der

ersten Drossel 37 und der zweiten Drossel 45 ab und enthält das Druckventil 43, das nun nicht mehr als Druckbegrenzungsventil für den höchstzulässigen Druck sondern auf einen niedrigeren Druck eingestellt ist derart, daß der über die zweite Drossel 45 zur Druckleitung 23 bzw. zum Steuerdruckraum des Drucksteuerventils 11 fließende Kraftstoff nicht mehr einem drehzahlabhängigen Druck unterworfen ist. Durch das Abströmen über das Druckventil 43 abgekoppelt durch die beiden Drosseln 37 und 45 kann nun ein drehzahlunabhängiger Ausgangsdruck zur Verfügung gestellt werden, so daß der Steuerdruck bei gleichbleibendem Tastverhältnis der Ansteuerung des Schaltventils 41 drehzahlunabhängig bleibt.

Der Steuerdruck für das Drucksteuerventil 11 kann jedoch auch stufenweise bei einfachst ausgestalteter Steuerungschaltung verändert werden. Dazu ist die Ausgestaltung nach Fig. 4 gemäß Fig. 7 folgendermaßen modifiziert: Der Steuerdruckraum des Drucksteuerventils wird nach wie vor durch die Druckleitung 23 entlastet, die zu einem Schaltventil 41' führt. Von diesem Schaltventil führt die Entlastungsleitung 34' zu dem Entlastungsraum, in diesem Fall zum Kraftstoffvorratsbehälter 7. Weiterhin zweigt von der Druckleitung 32 eine zweite Entlastungsleitung 44 ab, in der ein Druckventil 43' angeordnet ist. Dieses Druckventil entspricht dem Druckventil 43 in der Bypassleitung 42 bei der Ausgestaltung nach Fig. 4 und begrenzt den maximalen auf der Förderseite der Förderpumpe 6 herrschenden Druck. Weiterhin ist parallel dazu eine erste zusätzliche Entlastungsleitung vorgesehen, die ein zweites Schaltventil 46 und stromabwärts davon ein zweites Druckventil 47 enthält. Beide Schaltventile werden von einer elektrischen Steuereinrichtung 32'' gesteuert, die wie bei den vorstehenden Ausführungsbeispielen die für die Spritzzeitpunktverstellung

notwendigen Betriebsparameter erfaßt. Diese Steuereinrichtung hält je nach Betriebsbedingung beide Magnetventile geschlossen und öffnet entweder das eine oder das andere Schaltventil. Für die Kaltstartbedingung sind beide Schaltventile geschlossen, so daß der Druck auf der Förderseite der Förderpumpe 6 ungehindert ansteigen kann, bis er in seinem Höchstwert durch das Druckventil 43' begrenzt wird. Dies entspricht der Kurve III in Fig. 8, wo der im Saugraum herrschende Druck, der auch auf den Verstellkolben für die Spritzzeitpunktverstellung wirkt, über der Drehzahl aufgetragen ist. Weiterhin sind in dem Diagramm zwei unter konstanter Steigung und zueinander parallel verlaufende Kurven I und II wiedergegeben, die den linearen Druckanstieg bei zunehmender Drehzahl im Saugraum unter verschiedenen Steuerbedingungen des Drucksteuerventils 11 wiedergeben. Die Kurve I zeigt dabei die Verstellcharakteristik bei Normalbedingung der Brennkraftmaschine. In diesem Fall ist das erste Schaltventil 41' geöffnet und das zweite Schaltventil 46 geschlossen. Um eine Früh-Verstellung gegenüber der Normaleinstellung des Spritzzeitpunktes zu erzielen, wird das zweite Schaltventil 46 geöffnet und das erste Schaltventil 41' geschlossen. Der Kraftstoff kann nun von der Druckleitung 23 über das zweite Druckventil 47 zur Entlastungsseite hin abströmen, wobei der Öffnungsdruck des zweiten Druckventils 47 niedriger liegt als der Öffnungsdruck des Druckventils 43'.

Eine ähnliche stufenförmige Verstellung ist mit der Ausgestaltung nach Fig. 9 möglich. Auch hier versorgt die Förderpumpe 6 die nicht dargestellte Kraftstoffeinspritzpumpe aus dem Kraftstoffvorratsbehälter 7 mit Kraftstoff. Die Druckseite der Kraftstoffförderpumpe 6 ist mit dem Drucksteuerventil 11 verbunden, von dessen Steuerdruckraum die Druckleitung 39' abzweigt. Diese führt zu einer ersten Ventilanordnung 49, die von einer elektrischen

Steuereinrichtung 32'' gesteuert wird. Diese ist ähnlich aufgebaut wie die Steuereinrichtung 32'' beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 7 und berücksichtigt die für die Spritzzeitpunkteinstellung wesentlichen Parameter. Der Auslaß der ersten Ventilanordnung 49 ist mit einer Entlastungsleitung 34'' verbunden, in der eine zweite Ventilanordnung 50, die ebenfalls von der elektrischen Steuereinrichtung 32'' gesteuert wird, angeordnet ist. Der Auslaß der zweiten Ventilanordnung 50 führt als Entlastungsleitung 34'' weiter zur Saugseite der Förderpumpe 6. In Fig. 10 ist der Aufbau der Ventilanordnungen 49 bzw. 50 näher dargestellt. Diese besteht aus einem Ventilgehäuse 51, in der ein Ventilschließglied 52 angeordnet ist, das den Eintritt von z. B. der Druckleitung 39' in z. B. die erste Ventilanordnung 49 kontrolliert. Das Ventilschließglied ist mit einer Druckfeder 53 belastet, die sich am Gehäuse abstützt und dem Ventilschließglied 52 die Arbeitscharakteristik eines Druckbegrenzungsventils verleiht. Mit dem Ventilschließglied 52 ist ferner ein Anker 54 verbunden, der in eine Ringspule 55 taucht. Diese wird über eine Stromzuleitung 56 von der Steuereinrichtung 32'' angesteuert. Der Innenraum der Ventilanordnung 49 weist ferner einen Auslaß 57 auf, über den er ständig mit der sich anschließenden Entlastungsleitung 34'' verbunden ist.

Die zweite Ventilanordnung 50 ist gleich aufgebaut wie die erste Ventilanordnung 49 jedoch mit dem Unterschied, daß die Schließkraft der Druckfeder 53 bei der ersten Ventilanordnung 49 kleiner ist als die der Druckfeder der zweiten Ventilanordnung 50.

Bei nicht erregter Ringspule arbeiten folglich die beiden Ventilanordnungen 49 und 50 wie Druckbegrenzungsventile, die in Reihe hintereinander geschaltet sind. Dieser Zu-

...

stand entspricht dem Betrieb in der Warmlaufphase bei kalter Brennkraftmaschine. Durch die hintereinander geschalteten Ventile kann Kraftstoff erst bei sehr hohem Druck abfließen, so daß mit steigender Drehzahl bei Betriebsbeginn der Brennkraftmaschine der Druck im Saugraum zunächst sehr schnell ansteigen kann. Da über die Druckleitung 39' kein Kraftstoff abfließt, herrscht im Steuerdruckraum des Drucksteuerventils derselbe Druck wie auf der Druckseite der Förderpumpe bzw. im Saugraum der Einspritzpumpe. Das Drucksteuerventil schließt demzufolge. Mit steigender Drehzahl kann der Druck jedoch nur soweit ansteigen, bis beide Ventilanordnungen 49 und 50 öffnen.

Wenn nun die Magnetwicklungen 55 beider Ventilanordnungen erregt werden, so werden die Ventilschließglieder 52 entgegen der Kraft der Ventilschließfeder 53 von ihrem Sitz abgehoben und die Verbindung zwischen Druckleitung 39' und Entlastungsleitung 34'' zur Entlastungsseite hergestellt. Dies entspricht dem Normalbetrieb. Wie aus Fig. 11 ersichtlich, nimmt dann bei warmer Brennkraftmaschine bzw. nach Abschluß der Warmlaufphase der Druck im Saugraum der Brennkraftmaschine bzw. im Arbeitsraum 4 des Verstellkolbens mit steigender Drehzahl linear zu. Wird dagegen nur eine der Ventilanordnungen geöffnet, so stellt sich entweder die links neben der Normalkurve N liegende parallele Kurve M ein, die den Betrieb der Brennkraftmaschine in mittlere Höhenlage kennzeichnet oder die noch weiter links liegende, parallele Kurve H ein, die den Betrieb der Brennkraftmaschine bei großen Höhen kennzeichnet. Vorteilhafterweise kann hier mit nur zwei Ventilanordnungen und mit einer sehr einfach ausgestalteten elektrischen Steuereinrichtung der Spritzbeginn den wesentlichsten Betriebssituationen der mit der Kraftstoffeinspritzpumpe betriebenen Brennkraftmaschine angepaßt werden. Die elektrische Steuereinrichtung besteht dabei im wesentlichen aus Schwellwertschal-

tern, die mit von den entsprechenden Gebern der Betriebsparameter gesteuerten und entsprechend angepaßten Schaltschwellen versehen sind.

Fig. 12 zeigt eine äquivalente Ausgestaltung zur Ausführung nach Fig. 9. Hier sind anstelle der Schaltanordnungen 49 und 50 ein erstes Schaltventil 59 und ein zweites Schaltventil 60 vorgesehen. Diese sind als Zweistellungs-Dreiwegeventile ausgestaltet und elektromagnetisch schaltbar. Die von dem Drucksteuerventil 11 abführende Druckleitung 39' führt zum einen Eingang des ersten Schaltventils 59, dessen Ausgang mit der Entlastungsleitung 34'' ständig verbunden ist. Von der Druckleitung 39' zweigt eine erste Bypassleitung 61 ab, die zum zweiten Eingang des ersten Schaltventils 59 führt und ein erstes Druckstufenventil 62 enthält. Weiterhin ist in die Entlastungsleitung 34'' das zweite Schaltventil 60 geschaltet, wobei von der Entlastungsleitung 34'' stromaufwärts des zweiten Schaltventils 60 eine zweite Bypassleitung 63 abzweigt, die zum anderen Eingang des zweiten Schaltventils 60 führt. In der zweiten Bypassleitung 63 ist ein zweites Druckstufenventil 64 angeordnet.

Durch die Steuereinrichtung 32'' werden die Schaltventile 59 und 60 so geschaltet, daß sie entweder den Durchgang zwischen Druckleitung 39' und Entlastungsleitung 34'' freigeben, oder die Verbindung über die Bypassleitung 61 bzw. 63 herstellen. Dieser Schaltzustand entspricht dem Schaltzustand der ersten Schaltanordnung 49 bzw. zweiten Schaltanordnung 50 im Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 bei nicht erregter Magnetwicklung 55. Weiterhin sind die Druckstufenventile so ausgelegt, daß das erste Druckstufenventil 62 einen niedrigeren Öffnungsdruck hat als das zweite Druckstufenventil 64. Sind beide Druckstufenventile hintereinander geschaltet,

so entspricht dies der Kaltstartsituation. In diesem Falle baut sich sehr schnell ein hoher Druck auf der Förderseite der Förderpumpe 6 auf, der nur durch den gemeinsamen Öffnungsdruck beider Druckstufenventile begrenzt wird. In dem Druckdiagramm über der Drehzahl ergibt sich dabei die Kurve KSB. Werden nur eines oder beide der Druckstufenventile 62 bzw. 64 auf Durchgang geschaltet, so ergeben sich eine der parallelen Kurven H, M oder N.

Natürlich lassen sich noch weitere Druckabstufungen einbauen, in denen noch mehrere Schaltventile bzw. Druckstufenventile hintereinander angeordnet werden. Eine entsprechende verfeinerte Abstufung läßt sich durch Parallelschalten von Schaltventilen und Druckventilen auch bei der Ausgestaltung nach Fig. 7 erzielen.

Die vorgenannten Ausführungsformen haben den Vorteil, daß auf eine gesonderte thermostatisch Druckerhöhungs-einrichtung für die Kaltstartspritzbeginneinstellung verzichtet werden kann und in einfacher Weise, einfach gesteuert verschiedene Betriebsbereiche der Brennkraftmaschine berücksichtigt werden können. *Br*

R. 1/5/81

Bö/JÄ 4.8.1981

Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart 1

Ansprüche

1. Kraftstoffeinspritzpumpe für Brennkraftmaschinen mit einer synchron zur Kraftstoffeinspritzpumpe angetriebenen Kraftstoffförderpumpe, deren Druckseite mit einem Arbeitsraum vor einem der Spritzbeginnverstellung dienenden, von einer Rückstellkraft beaufschlagten Verstellkolben verbunden ist und ferner über eine von einem Steuerkolben eines Drucksteuerventils gesteuerte Abflußöffnung mit einem Entlastungsraum zur Erzeugung eines drehzahlabhängigen Steuerdrucks verbunden ist, wobei der Steuerkolben auf der Rückseite von einer Rückstellkraft beaufschlagt ist und ein auf der Rückseite des Steuerkolbens befindlicher Steuerdruckraum über eine Drosselverbindung mit der Druckseite der Kraftstoffförderpumpe und über eine Entlastungsleitung mit dem Entlastungsraum verbunden ist und daß in der Entlastungsleitung ein Ventil angeordnet ist, das in Abhängigkeit von Betriebsparametern steuerbar ist, dadurch ge-

...

gekennzeichnet, daß das Schließglied (25) des Ventils (24) von einer elektrischen Steuergröße proportionalen Schließkraft beaufschlagt wird.

2. Kraftstoffeinspritzpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Schließglied (25) des Ventils (24) durch einen Drehanker (27, 29) einer Elektromagnetanordnung (30) belastet ist, bei der der Anker durch eine Rückstellkraft in eine Ausgangslage bringbar ist.

3. Kraftstoffeinspritzpumpe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückstellkraft mit Hilfe von Permanentmagneten erzeugt wird und der Anker seinen Drehpunkt zwischen zwei Polpaaren der Elektromagnetanordnung hat.

4. Kraftstoffeinspritzpumpe für Brennkraftmaschinen mit einer synchron zur Kraftstoffeinspritzpumpe angetriebenen Kraftstoffförderpumpe, deren Druckseite mit einem Arbeitsraum vor einem der Spritzbeginnverstellung dienenden, von einer Rückstellkraft beaufschlagten Verstellkolben verbunden ist und ferner über eine von einem Steuerkolben eines Drucksteuerventils gesteuerte Abflußöffnung mit einem Entlastungsraum zur Erzeugung eines drehzahlabhängigen Steuerdrucks verbunden ist, wobei der Steuerkolben auf der Rückseite von einer Rückstell-

kraft beaufschlagt ist und ein auf der Rückseite des Steuerkolbens befindlicher Steuerdruckraum über eine Drosselverbindung mit der Druckseite der Kraftstoffförderpumpe und über eine Entlastungsleitung mit dem Entlastungsraum verbunden ist und daß in der Entlastungsleitung ein Ventil angeordnet ist, das in Abhängigkeit von Betriebsparametern steuerbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventil ein von einer elektrischen Steuereinrichtung (32') gesteuertes Schaltventil (41) ist und daß der Steuerdruckraum (20) unabhängig vom Schaltzustand des Schaltventils über wenigstens ein federbelastetes Schließorgang (43, 52) zum Entlastungsraum hin entlastbar ist.

5. Kraftstoffeinspritzpumpe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Schaltventil (41) getaktet gesteuert wird mit einem Tastverhältnis, das entsprechend einem oder mehreren Betriebsparametern änderbar ist.

6. Kraftstoffeinspritzpumpe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerdruckraum (20) über eine erste Drossel (37) und eine zweite Drossel (45) enthaltene Druckmittelleitung (36) mit der Druckseite der Kraftstoffförderpumpe (6) verbunden ist und daß

...

zwischen der ersten Drossel (37) und der zweiten Drossel (45) eine zweite das federbelastete Schließorgan (43) enthaltene Entlastungsleitung (42') zum Entlastungsraum abzweigt.

7. Kraftstoffeinspritzpumpe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß parallel zur ersten Entlastungsleitung (34') eine zweite Entlastungsleitung (44) vorgesehen ist, deren Querschnitt das federbelastete Schließglied (43') steuert und daß wenigstens eine zusätzliche, ein Druckventil (47) enthaltene Entlastungsleitung (45) vorgesehen ist, die alternativ zur ersten Entlastungsleitung (34') aufsteuerbar ist.

8. Kraftstoffeinspritzpumpe nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß in der zusätzlichen Entlastungsleitung (45) ein zweites Schaltventil (46) angeordnet ist.

9. Kraftstoffeinspritzpumpe nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das die erste Entlastungsleitung (34') steuernde Schaltventil als 3-Wege Ventil ausgebildet ist und zugleich die zusätzliche Entlastungsleitung (45) steuert.

...

10. Kraftstoffeinspritzpumpe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das federbelastete Schließorgan (52) in der Entlastungsleitung (34'') angeordnet den Querschnitt der Entlastungsleitung steuert und zugleich Schließglied des ersten Schaltventils (49) ist, das eine Magnetwicklung (55) aufweist, die bei Erregung das Schließglied (52) entgegen der Kraft der Schließfeder (53) von seinem Sitz abhebt.

11. Kraftstoffeinspritzpumpe nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß in Reihe stromabwärts des ersten Schaltventils (49) in der Entlastungsleitung (34'') wenigstens ein zusätzliches Schaltventil (50) mit einem durch die Kraft einer Schließfeder belasteten Ventilschließglied angeordnet ist, wobei die Schließkraft der Schließfeder des ersten Schaltventils (49) kleiner als die Schließkraft der Schließfeder des zusätzlichen Schaltventils (50) ist und zur Erzeugung von Druckstufen das erste Schaltventil (49) und das wenigstens eine zusätzliche Schaltventil (50) durch die elektrische Steuereinrichtung (32'') einzeln oder gemeinsam schaltbar sind.

12. Kraftstoffeinspritzpumpe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das federbelastete Schließorgan eines in einer Parallelleitung zur ersten Entlastungs-

...

leitung (34'') angeordneten Druckstufenventils (62) ist und daß das erste Schaltventil (59) als 2-Stellungs-3-Wege-Ventil ausgebildet ist und entweder den Durchgang der ersten Entlastungsleitung oder den Durchgang der Parallelleitung aufsteuert.

13. Kraftstoffeinspritzpumpe nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Parallelleitung als erste Bypassleitung (61) ausgebildet ist und stromabwärts der Wiedereinmündung der ersten Bypassleitung in die Entlastungsleitung (34'') wenigstens ein zusätzliches 2/3-Wegeschaltventil (60) in der Entlastungsleitung (34'') und in einer zusätzlichen Bypassleitung (63) dazu angeordnet ist und daß die zusätzliche Bypassleitung (63) ein zusätzliches Druckstufenventil (64) enthält und alternativ zur Entlastungsleitung durch das zusätzliche Schaltventil steuerbar ist, wobei die Schließkraft des ersten Druckstufenventils (62) kleiner ist als die des wenigstens einen zusätzlichen Druckstufenventils (64) und das erste Schaltventil (59) und das wenigstens eine zusätzliche Schaltventil (60) einzeln oder gemeinsam durch die elektrische Steuereinrichtung (32') schaltbar sind. 75

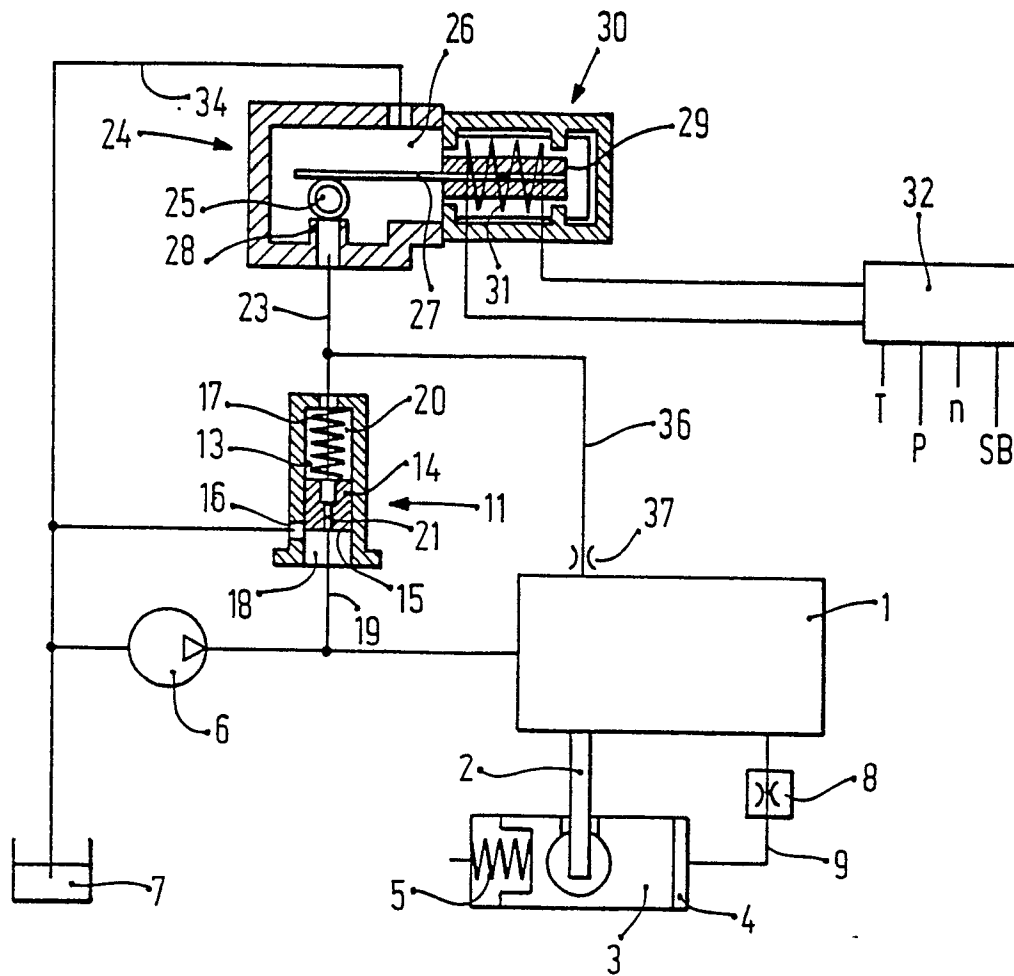


Fig. 1

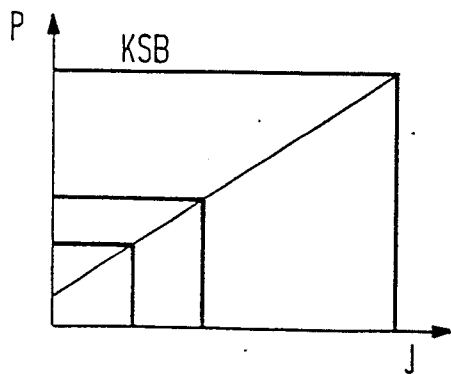


Fig. 2

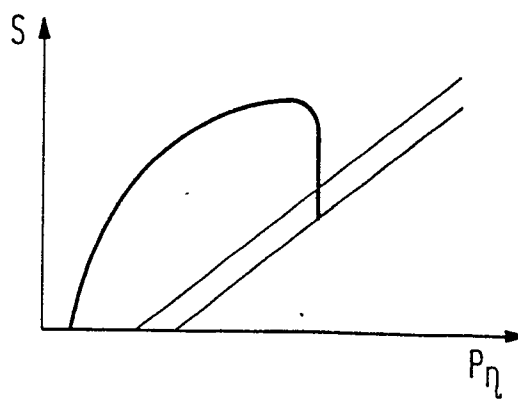


Fig. 3

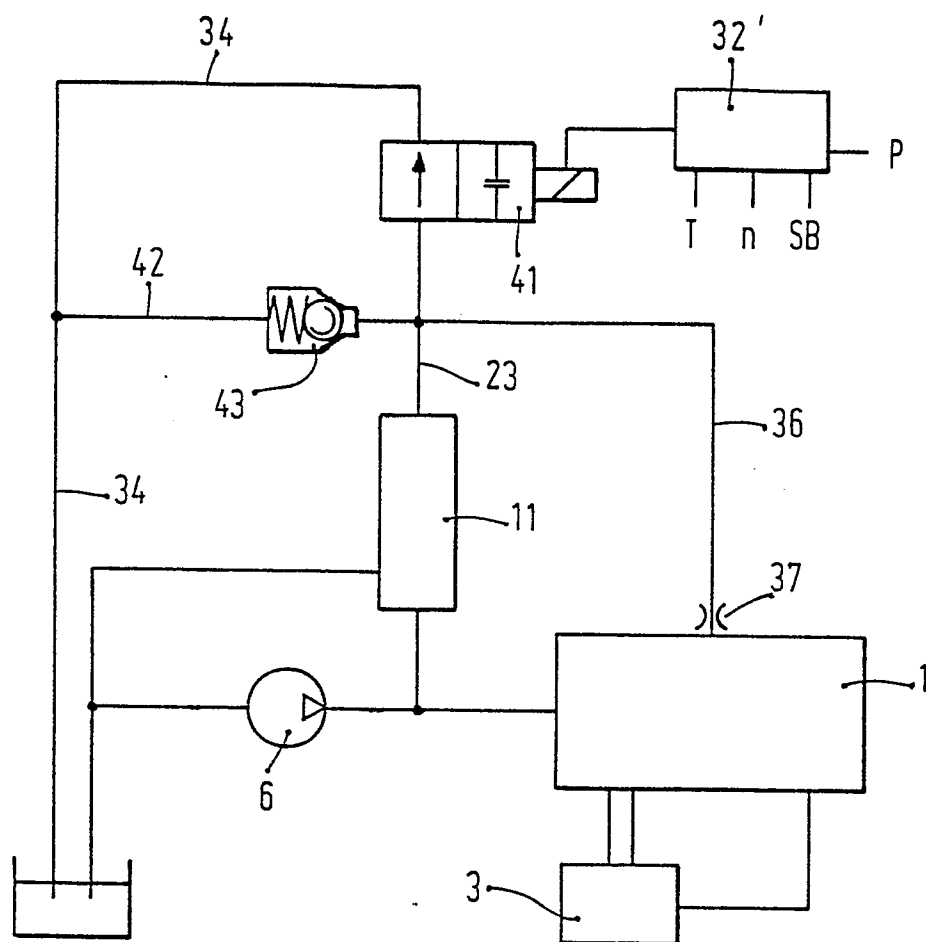


Fig. 4

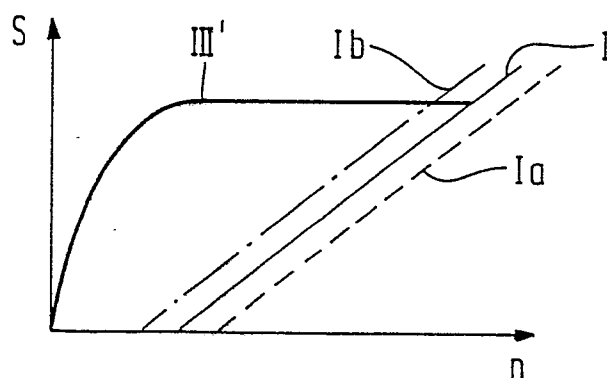


Fig. 5

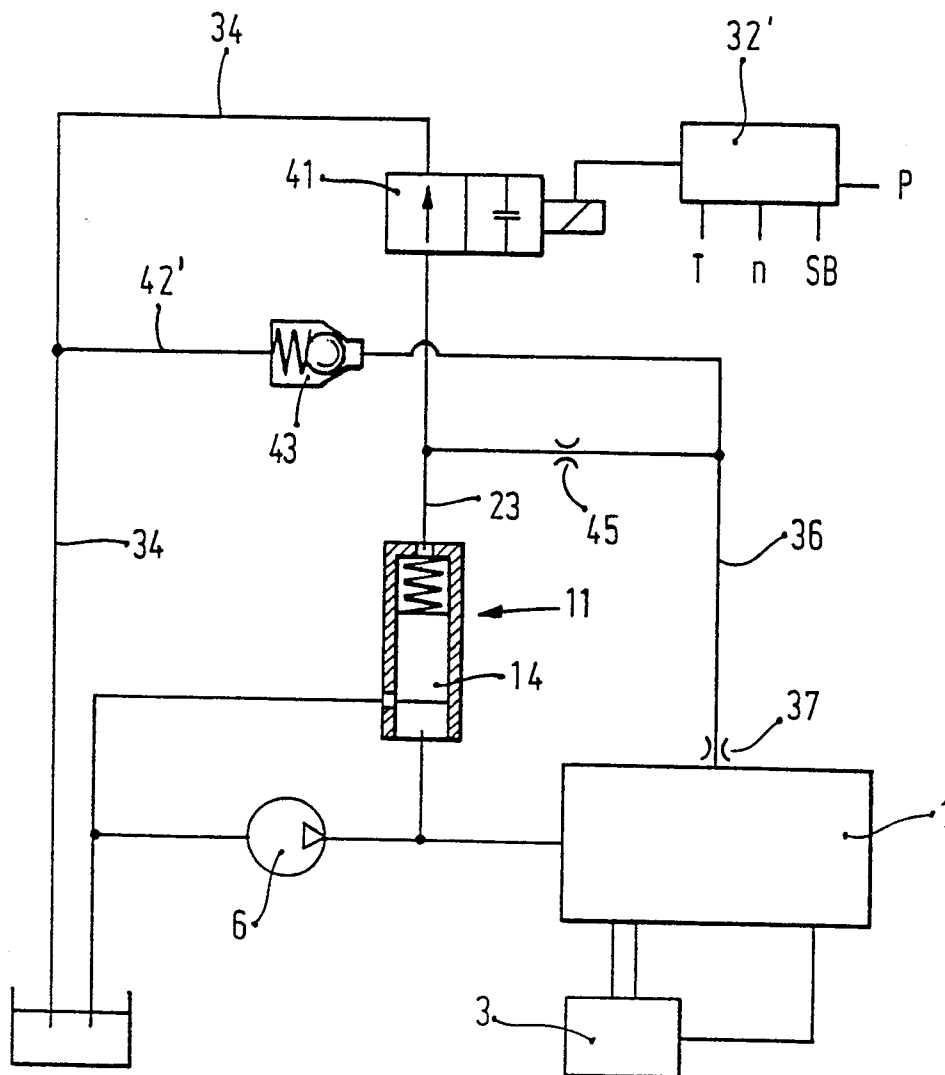


Fig. 6

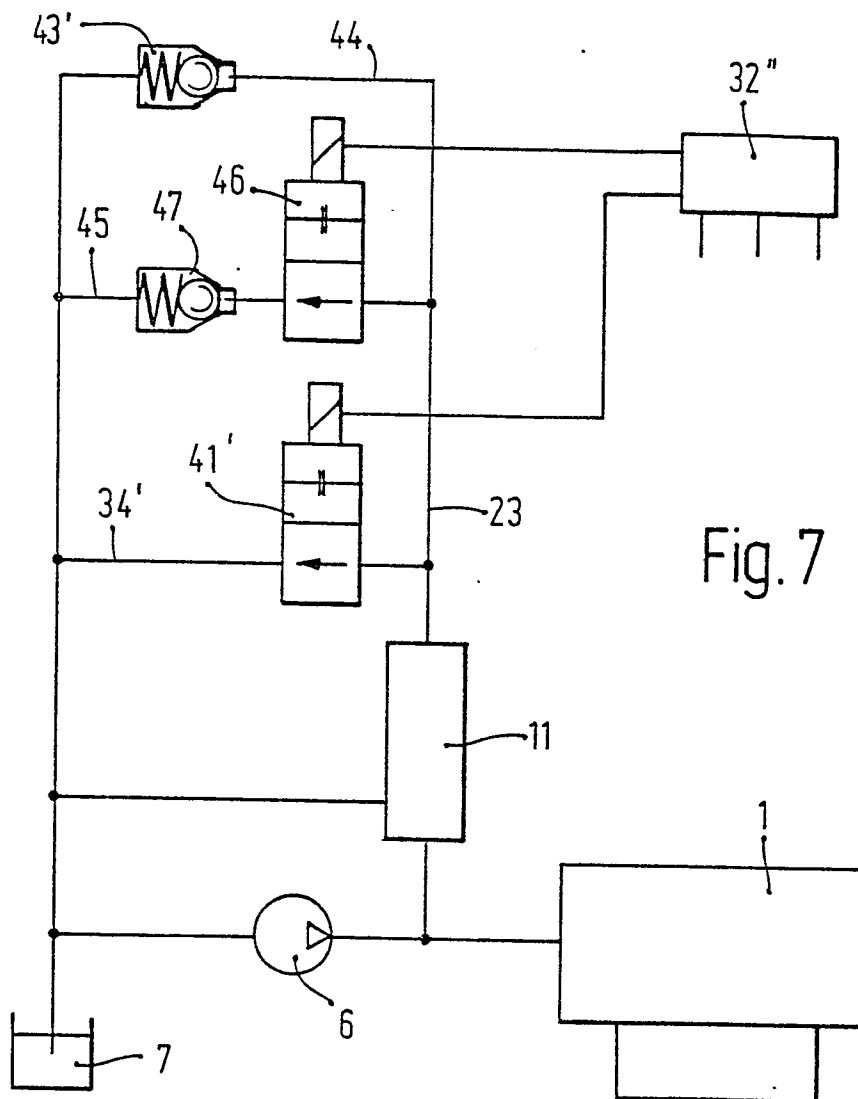


Fig. 7

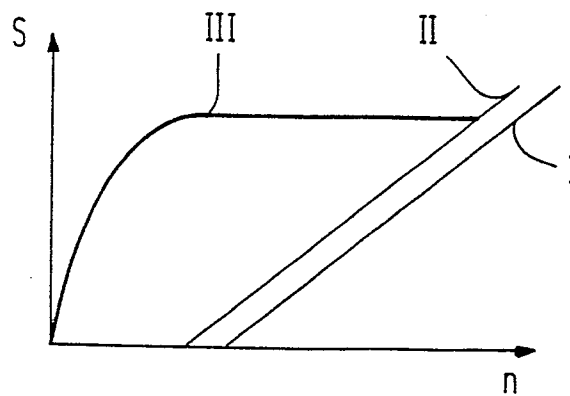


Fig. 8

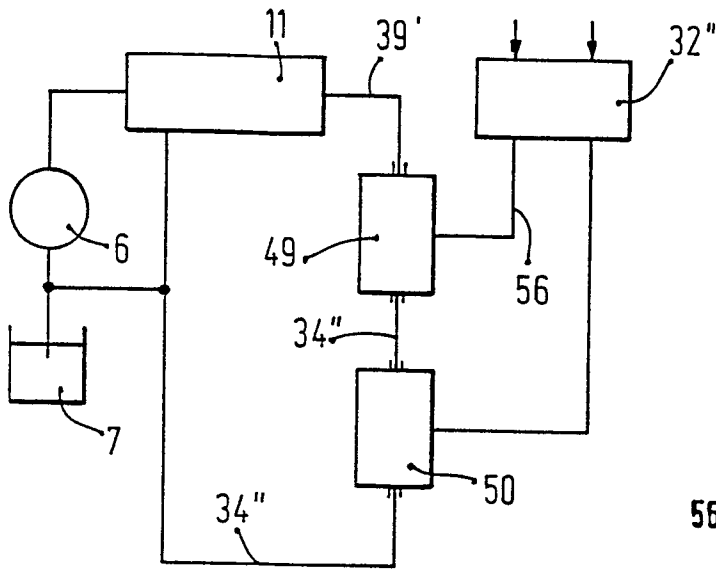


Fig. 9

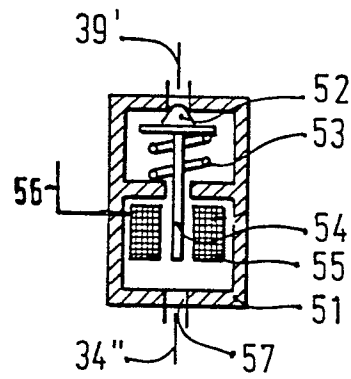


Fig. 10

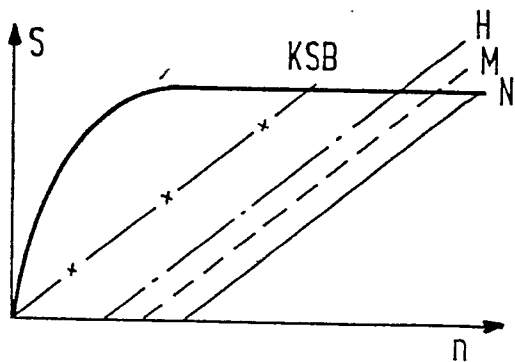


Fig. 11

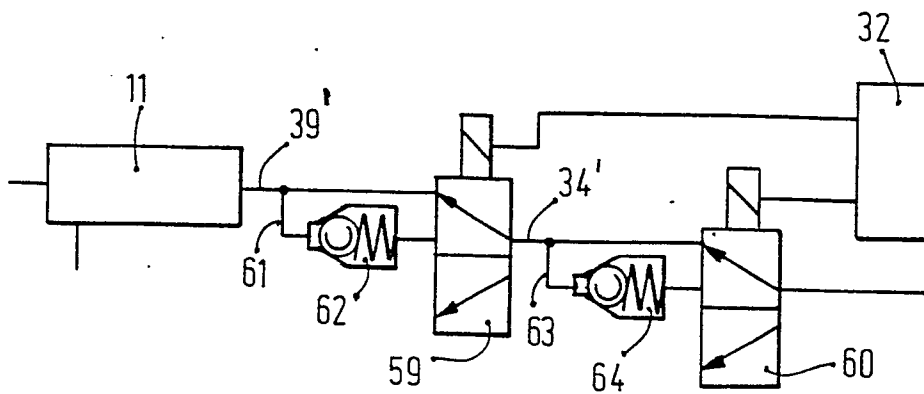


Fig. 12