

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 629 265 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

04.06.1997 Patentblatt 1997/23

(51) Int Cl.⁶: **F02M 51/04**, F02M 63/06

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP93/00495

(21) Anmeldenummer: **93905299.9**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

(22) Anmeldetag: **04.03.1993**

WO 93/18297 (16.09.1993 Gazette 1993/22)

(54) **KRAFTSTOFF-EINSPRITZVORRICHTUNG NACH DEM FESTKÖRPER-ENERGIESPEICHER-PRINZIP FÜR BRENNKRAFTMASCHINEN**

FUEL INJECTING DEVICE WORKING ACCORDING TO THE SOLID ENERGY ACCUMULATOR PRINCIPLE, FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES

DISPOSITIF D'INJECTION DE CARBURANT FONCTIONNANT SELON LE PRINCIPE DE L'ACCUMULATEUR D'ENERGIE A SOLIDE POUR MOTEURS A COMBUSTION INTERNE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE DE FR GB IT SE

(30) Priorität: **04.03.1992 DE 4206817**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.12.1994 Patentblatt 1994/51

(60) Teilanmeldung: **96109438.0**

(73) Patentinhaber: **Ficht GmbH & Co. KG**
85610 Kirchseeon (DE)

(72) Erfinder:
• **Heimberg, Wolfgang**
D-8017 Ebersberg (DE)

- **Hellmich, Wolfram**
D-8000 München 82 (DE)
- **Kögl, Franz**
D-8950 Kaufbeuren 2 (DE)
- **Malatinszky, Paul**
CH-1630 Bulle (CH)

(74) Vertreter: **Patentanwälte Dr. Solf & Zapf**
Candidplatz 15
81543 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 174 261	EP-A- 0 279 529
WO-A-92/14925	CH-A- 328 209
DD-A- 120 514	DE-A- 2 720 144
DE-A- 2 809 122	DE-B- 1 278 792
FR-A- 1 150 971	FR-A- 1 183 662

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 629 265 B1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff für Brennkraftmaschinen der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Art.

Einspritzvorrichtungen, deren elektrisch betriebene Hubkolbenpumpen nach dem sogenannten Festkörper-Energiespeicher-Prinzip arbeiten, weisen einen Förderkolben oder -zylinder auf, der auf einem bestimmten Weg nahezu widerstandslos beschleunigt wird, wobei in der Regel Kraftstoff bewegt wird, bevor derjenige Förderdruck aufgebaut wird, der zum Abspritzen des Kraftstoffes über die Einspritzdüse erforderlich ist. Auf diese Weise wird vor dem eigentlichen zum Einspritzen erforderlichen Druckaufbau kinetische Energie aufgenommen bzw. gespeichert, die dann schlagartig in einen Druckanstieg im Kraftstoff umgewandelt wird.

Bei einem aus der DD-PS 120 514 bekannten sogenannten Pumpe-Düse-Element, das nach dem Festkörper-Energiespeicher-Prinzip arbeitet, weist der den Förderkolben der Einspritzpumpe aufnehmende Kraftstofförderraum in einem ersten Abschnitt axial parallel angeordnete Nuten in der Innenwandung auf, durch die Kraftstoff zur Rückseite des Förderkolbens abfließen kann, wenn sich der Förderkolben in Bewegung setzt, ohne daß es zu einem merklichen Druckaufbau im Kraftstoff kommt.

Der sich anschließende zweite Abschnitt des Kraftstofförderraumes ist der eigentliche Druckraum, der keine Nuten aufweist. Tritt der beschleunigte Förderkolben in diesen Druckraum ein, wird er durch den inkompressiblen Kraftstoff schlagartig abgebremst, wodurch die gespeicherte kinetische Energie in einen Druckstoß umgewandelt wird, durch den der Widerstand des Einspritzventils überwunden wird, so daß es zum Abspritzen von Kraftstoff kommt. Nachteilig hierbei ist, daß beim Eintauchen des Förderkolbens in den zweiten Abschnitt des Förderraumes aufgrund ungünstiger Spaltbedingungen, nämlich einer relativ großen Spaltbreite und einer relativ kleinen Spatllänge, spürbar hohe Druckverluste auftreten, die insbesondere die mögliche Geschwindigkeit und Druckhöhe des Druckaufbaus reduzieren und damit den Abspritzvorgang ungünstig beeinflussen. Die Druckverluste werden durch Abfließen von Kraftstoff aus dem Druckraum in den Druckvorraum (erster Abschnitt des Kraftstofförderraumes) verursacht.

Nach der DD-PS 213 472 soll dieser Nachteil vermieden werden, indem im Druckraum des Förderzylinders ein Schlagkörper gelagert wird, auf den der nahezu widerstandslos beschleunigte Kolben auftrifft, so daß der Druckverlust beim Druckaufbau durch eine relativ große Spatllänge trotz relativ großer Spaltbreite (große Fertigungstoleranzen) zwischen dem Schlagkörper und der Druckrauminnenwandungsfläche vertretbar klein gehalten werden kann. Nachteilig hierbei ist jedoch, daß es durch den Schlagvorgang zu einem hohen Verschleiß der aufeinandertreffenden Körper kommt. Zu-

dem wird der Schlagkörper durch den Schlag in Longitudinalschwingungen versetzt, die sich auf den Kraftstoff übertragen und dort als hochfrequente Druckschwingungen den Einspritzvorgang stören.

Ein besonderer Nachteil dieser bekannten Festkörper-Energiespeicher-Einspritzvorrichtungen besteht darin, daß der Einspritzvorgang nur sehr begrenzt steuerbar ist, sich also nur sehr beschränkt an die Lastverhältnisse des Motors anpassen läßt. Das Gleiche gilt für die Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach der DE-OS 23 07 435, bei der die Hubkolbenpumpe als bewegliches Pumpenglied einen hülsenförmigen Pumpenzylinder hat, der längsverschieblich auf einem im Pumpengehäuse fest sitzenden Pumpenkolben angeordnet ist und den Pumpendruckraum begrenzt, der über eine Längsbohrung im Pumpenkolben mit der Einspritzventileinrichtung in Verbindung steht. Eine Querbohrung im Pumpenzylinder ermöglicht das Abfließen von Kraftstoff auf die Rückseite des Zylinders beim Energiespeichern. Das Überfahren der Kolbenstirnkante mit der Bohrung führt zum Druckaufbau und damit zum Abspritzen von Kraftstoff. Auch in diesem Fall treten hohe Spaltverluste beim Druckaufbau auf.

Aufgabe der Erfindung ist, eine kostengünstige, einfach zu fertigende Vorrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff der eingangs genannten Art zu schaffen, mit der ohne spürbare Druckverluste beim Druckaufbau verschleißfrei, sowie lastabhängig genau steuerbar Kraftstoff eingespritzt werden kann und die insbesondere für schnellaufende Brennkraftmaschinen geeignet ist.

Gelöst wird diese Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Anhand der Zeichnung wird die Erfindung beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 bis 8 schematisch im Längsschnitt verschiedene Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Einspritzvorrichtung,

Fig. 9, 10 und 11 schematisch eine der erfindungsgemäßen Einspritzvorrichtung zuarbeitende Kraftstoffzuführeinrichtung für einen Motorstart und einen Motor-Notlauf ohne Batterie,

Fig. 12 schematisch eine bevorzugte Schaltung zur Ansteuerung der Spule der erfindungsgemäßen Einspritzvorrichtung,

Fig. 13, 14 und 15 bevorzugte Ausführungsformen des Einspritzventils der erfindungsgemäßen Einspritzvorrichtung im Längsschnitt, und

Fig. 16 eine Kraftstoffversorgungseinrichtung ohne Rückleitung zum Tank.

Bei der Erfindung ist ein anfänglicher Teilhub des Förderelements der Einspritzpumpe vorgesehen, bei dem die Verdrängung des Kraftstoffes keinen Druckaufbau zur Folge hat, wobei der der Energiespeicherung dienende Förderelementteihub zweckmäßigerweise durch ein Speichervolumen z.B. in Form eines Leervolumens und ein Anschlagelement bestimmt wird, die, wie nachfolgend anhand der Ausführungsbeispiele näher ausgeführt ist, unterschiedlich gestaltet sein können, beispielsweise in Form einer federbelasteten Membran oder eines federbelasteten Kolbenelements, gegen die Kraftstoff gefördert wird und die auf einem Hubweg "X" des Förderelements die Verdrängung von Kraftstoff zulassen; erst dann, wenn das federbelastete Element während der Verdrängung an einen z.B. festen Anschlag stößt, wird ein schlagartiger Druckaufbau im Kraftstoff erzeugt, so daß eine Verdrängung des Kraftstoffes in Richtung Einspritzdüse bewirkt wird.

Die Einspritzvorrichtung nach Fig. 1 weist eine elektromagnetisch angetriebene Hubkolbenpumpe 1 auf, die über eine Förderleitung 2 an eine Einspritzdüsen-einrichtung 3 angeschlossen ist. Von der Förderleitung 2 zweigt eine Ansaugleitung 4 ab, die mit einem Kraftstoff-Vorratsbehälter 5 (Tank) in Verbindung steht. Zudem ist an die Förderleitung 2 etwa im Bereich des Anschlusses der Ansaugleitung 4 ein Volumenspeicherelement 6 über eine Leitung 7 angeschlossen.

Die Pumpe 1 ist als Kolbenpumpe ausgebildet und hat ein Gehäuse 8, in dem eine Magnetspule 9 lagert, einen im Bereich des Spulendurchgangs angeordneten Anker 10, der als zylindrischer Körper, beispielsweise als Vollkörper ausgebildet und in einer Gehäusebohrung 11 geführt ist, die sich im Bereich der Zentrallängsachse der Ringspule 9 befindet, und mittels einer Druckfeder 12 in eine Ausgangsstellung gedrückt wird, in welcher er am Boden 11a der Gehäusebohrung 11 anliegt. Abgestützt ist die Druckfeder 12 an der einspritzdüsen-seitigen Stirnfläche des Ankers 10 und einer dieser Stirnfläche gegenüberliegenden Ringstufe 13 der Gehäusebohrung 11. Die Feder 12 umfaßt mit Spiel einen Förderkolben 14, der mit dem Anker 10 an der von der Feder 12 beaufschlagten Ankerstirnfläche fest, z.B. einstückig, verbunden ist. Der Förderkolben 14 taucht relativ tief in einen zylindrischen Kraftstofförderraum 15 ein, der koaxial in axialer Verlängerung der Gehäusebohrung 11 im Pumpengehäuse 8 ausgebildet ist und in Übertragungsverbindung mit der Druckleitung 2 steht. Aufgrund der Eintauchtiefe können Druckverluste während des schlagartigen Druckanstiegs vermieden werden, wobei die Fertigungstoleranzen zwischen Kolben 14 und Zylinder 15 sogar relativ groß sein können, z.B. lediglich im Hundertstel Millimeterbereich zu liegen brauchen, so daß der Herstellungsaufwand gering ist.

In der Ansaugleitung 4 ist ein Rückschlagventil 16 angeordnet. Im Gehäuse 17 des Ventils 16 ist als Ventilelement beispielsweise eine Kugel 18 angeordnet, die in ihrer Ruhestellung durch eine Feder 19 gegen ihren Ventilsitz 20 am vorratsbehälterseitigen Ende des Ven-

tilgehäuses 17 gedrückt wird. Zu diesem Zweck ist die Feder 19 einerseits abgestützt an der Kugel 18 und andererseits an der dem Ventilsitz 20 gegenüberliegenden Wandung des Gehäuses 17 im Bereich der Mündung 21 der Ansaugleitung 4.

Das Speicherelement 6 weist ein z.B. zweiteilig ausgebildetes Gehäuse 22 auf, in dessen Hohlraum als zu verdrängendes Organ eine Membran 23 gespannt ist, die von dem Hohlraum einen druckleitungsseitigen, mit Kraftstoff gefüllten Raum abtrennt, und die im entspannten Zustand den Hohlraum in zwei Hälften teilt, die durch die Membran gegeneinander abgedichtet sind. An der der Leitung 7 abgewandten Seite der Membran 23 greift in einem Leerraum, dem Speichervolumen, eine diese beaufschlagende Federkraft z.B. eine Feder 24 an, die als Rückstellfeder für die Membran 23 eingerichtet ist. Die Feder 24 ist mit ihrem der Membran gegenüberliegenden Ende an einer Innenwandung des zylindrisch erweiterten leeren Hohlraums gelagert. Der leere Hohlraum des Gehäuses 22 ist durch eine gewölbeförmige Wandung begrenzt, die eine Anschlagfläche 22a für die Membran 23 ausbildet.

Die Spule 9 der Pumpe 1 ist an eine Steuereinrichtung 26 angeschlossen, die als elektronische Steuerung für die Einspritzvorrichtung dient.

Im stromlosen Zustand der Spule 9 befindet sich der Anker 10 der Pumpe 1 durch die Vorspannung der Feder 12 am Boden 11a. Das Kraftstoffzulaufventil 16 ist dabei geschlossen und die Speichermembran 23 wird durch die Feder 24 in ihrer von der Anschlagfläche 22a abgerückten Stellung im Gehäusehohlraum gehalten.

Bei Ansteuerung der Spule 9 über die Steuereinrichtung 26 wird der Anker 10 mit Kolben 14 gegen die Kraft der Feder 12 in Richtung Einspritzventil 3 bewegt. Dabei verdrängt der mit dem Anker 10 in Verbindung stehende Förderkolben 14 aus dem Förderzylinder 15 Kraftstoff in den Raum des Speicherelements 6. Die Federkräfte der Federn 12, 24 sind relativ weich ausgebildet, so daß durch den Förderkolben 14 verdrängten Kraftstoff während des ersten Teilhubes des Förderkolbens 14 nahezu ohne Widerstand die Speichermembran 23 in den Leerraum drückt. Dadurch kann der Anker 10 zunächst fast widerstandsfrei beschleunigt werden bis das Speichervolumen bzw. Leerraumvolumen des Speicherelements 6 durch Auftreffen der Membran 23 auf die Gewölbewandung 22a erschöpft ist. Die Verdrängung des Kraftstoffes wird dadurch plötzlich gestoppt und der Kraftstoff infolge der bereits hohen kinetischen Energie des Förderkolbens 14 schlagartig verdichtet. Die kinetische Energie des Ankers 10 mit Förderkolben 14 wirkt auf die Flüssigkeit ein. Dabei entsteht ein Druckstoß, der durch die Druckleitung 2 zur Düse 3 wandert und dort zum Abspritzen von Kraftstoff führt.

Für das Förderende wird die Spule 9 stromlos geschaltet. Der Anker 10 wird durch die Feder 12 zum Boden 11a zurückbewegt. Dabei wird die in der Speichereinrichtung 6 gespeicherte Flüssigkeitsmenge über die Leitungen 7 und 2 in den Förderzylinder 15 zurückge-

saugt und die Membran 23 infolge der Wirkung der Feder 24 in ihre Ausgangsstellung zurückgedrückt. Gleichzeitig öffnet das Kraftstoffzulaufventil 16, so daß Kraftstoff aus dem Tank 5 nachgesaugt wird.

Zweckmäßigerweise ist in der Druckleitung 2 zwischen dem Einspritzventil 3 und den Abzweigungen 4, 7 ein Ventil 16a angeordnet, das in dem einspritzventilseitigen Raum einen Standdruck aufrecht erhält, der z. B. höher ist als der Dampfdruck der Flüssigkeit bei maximal auftretender Temperatur, so daß Blasenbildung verhindert wird. Das Standdruckventil kann z.B. wie das Ventil 16 ausgebildet sein.

Als Verdrängungsorgan für das Speicherelement 6 kann anstelle der Membran 23 auch ein Speicherkolben 31 verwendet werden. Der Anschlag, der in diesem Fall das Speichern plötzlich stoppt, kann erfindungsgemäß verstellbar ausgebildet sein, so daß die Weglänge des Beschleunigungshubes von Anker 10 und Förderkolben 14 verändert werden kann. Zu dieser Verstellung wird bevorzugt ein beispielsweise mit der Drosselklappe des Motors gekoppelter Seilzug verwendet. Alternativ kann die Verstellung zweckmäßigerweise durch die Steuerung einrichtung 26, beispielsweise mittels eines Stellmagneten gesteuert werden. Fig. 2 zeigt z.B. ein Ausführungsbeispiel des Speicherelements 6 mit einem durch einen Seilzug 40 verstellbaren Verdrängungskolben 31.

Das Speicherelement 6 gemäß Fig. 2 hat ein zylindrisches Gehäuse 30, das integral mit der Druckleitung 2 ausgebildet sein kann. Als zu verdrängendes Organ dient ein Speicherkolben 31, der mit einem engen Paßsitz an der Innenwandung des Zylindergehäuses 30 geführt ist, so daß keine nennenswerte Leckage auftreten kann, wobei im Zylinder 30 ein Leervolumen 33c vorgesehen ist, in das der Kolben 31 verdrängt werden kann. Vorhandene Leckageflüssigkeit kann durch eine Ablaufbohrung 32 aus dem Leervolumenraum 33c entweichen und wird dem Kraftstoffbehälter 5 (s. Fig. 1) zugeführt. Die Ablaufbohrung 32 ist in der Zylinderwandung des Gehäuses 30 im Bereich des Gehäusedeckels 33 ausgebildet, die der Gehäusewand 33a gegenüberliegt, die integral ausgebildet ist mit einem Wandungsabschnitt der Druckleitung 2. Die Ablaufbohrung 32 verläuft etwa radial zur Mittenlängsachse 33b des zylindrischen Gehäuses 30.

Zwischen der Innenseite des Gehäusedeckels 33 und der dieser Wand gegenüberliegenden Stirnfläche des Kolbens 31 ist eine Druckfeder 34 eingespannt, die den Kolben 31 in seine Ruhestellung gegen die gegenüberliegende Gehäuseendwand 33a drückt, in welcher eine Bohrung 35 ausgebildet ist, die in der Mittenlängsachse 33b des Gehäuses 30 liegt und in die Druckleitung 2 mündet.

Der Gehäusedeckel 33 des Gehäuses 30 ist in axialer Richtung rohrförmig verlängert, und im Durchgang des Verlängerungsrohres 36 ist kolbenartig ein Anschlagbolzen 37 gleitend geführt, der am im Raum 33c befindlichen Ende einen Ring 38 aufweist. Gegen die Unterseite des Rings 38 stößt der Kolben 31, wenn er

aus seiner Ruhestellung in Richtung auf den Gehäusedeckel 33 bewegt wird. Dieses Anschlagelement 37 ist mittels einer Feder 39 vorgespannt gelagert. Zu diesem Zweck stützt sich die Feder 39 einerseits an der Innenseite des Deckels 33 und andererseits an der Ringstufe des Ringes 38 des Bolzens 37 ab. Am außerhalb des Zylinders 30 angeordneten Teil des Bolzens 37 ist ein Seilzug 40 befestigt, der beispielsweise mit der Drosselklappe des Motors verbunden ist. Über den Seilzug 40 ist der Anschlagbolzen 37 in Richtung der Mittenlängsachse 33b des Gehäuses 30 verstellbar, so daß auch der mögliche Hubweg des Kolbens 31 der Stellung des Anschlagringes 38 entsprechend variiert werden kann. Der Anschlagbolzen 37 kann je nach erforderlichem Beschleunigungshub des Ankers 10 der Pumpe 1 (Fig. 1) verstellt werden.

Die Funktionsweise des Speicherelements 6 gemäß Fig. 2 entspricht im wesentlichen derjenigen des Speicherelements 6 nach Fig. 1. Bei einem ersten Teilhub des Förderkolbens 14 und des Ankers 10 (Fig. 1) wird der Speicherkolben 31 des Speicherelements 6 durch verdrängten Kraftstoff aus seiner in Fig. 2 gezeigten Ruhestellung gedrückt, wobei die Rückstellfeder 34 relativ weich ausgebildet ist, so daß der durch den am Anker 10 sitzenden Förderkolben 14 bewegte Kraftstoff fast ohne Widerstand des Speicherkolbens 31 verdrängt werden kann. Dadurch wird der Anker 10 mit Förderkolben 14 auf einem Teil des Hubes nahezu widerstandsfrei, d.h. im wesentlichen nur gegen die Federkraft der Federn 12, 34 beschleunigt, bis der Speicherkolben 31 mit seiner federbeauschlagten Stirnfläche gegen den Anschlagring 38 stößt, wodurch der im Förderzylinder 15 und in der Druckleitung 2 befindliche Kraftstoff schlagartig infolge der hohen kinetischen Energie des Ankers 10 und Förderkolbens 14 verdichtet und diese kinetische Energie an die Flüssigkeit übertragen wird. Der daraus resultierende Druckstoß führt dann zum Abspritzen von Kraftstoff über die Düse 3.

Der verstellbare Anschlagbolzen 37 eignet sich auch zur ausschließlichen Steuerung der einzuspritzenden Kraftstoffmenge für bestimmte Motoren.

Fig. 3 zeigt ein Ventil 90, das als integrales Speicherelement-Zulaufventil ausgebildet ist. Das integrale Speicherelement-Zulaufventil 90 weist ein Gehäuse 91 auf, das baueinheitlich ausgebildet ist mit dem Gehäuse 8 der Pumpe 1 und der Druckleitung 2. In das Gehäuse 91 ist eine Mittenlängsbohrung 92 eingebracht, die einseitig über eine Öffnung 93a in die Druckleitung 2 und anderend in einen zylindrischen Ventilraum 93 mündet, wobei zudem Rinnen 94 von der Bohrung 92 zum Ventilraum 93 führen. Das Ventilelement ist zweiteilig ausgebildet und umfaßt einen im Ventilraum 93 geführten Zylinder 95, in dessen zylindrischer, durchgehender Zentralstufenbohrung ein Kolben 96 verschiebbar geführt wird. In der Außenmantelfläche des Zylinders 95 sind axialparallel verlaufende Nuten 97 ausgebildet. Der Zylinder 95 wird durch eine Feder 98 in seine Ruhestellung gedrückt, in welcher er mit seiner einen

Stirnfläche auf dem tankseitigen Boden des Ventilraums 93 aufsitzt, in den eine vom Kraftstoffbehälter kommende Kraftstoffzuführleitung 99 mündet. In der Bohrung zur Aufnahme des Kolbens 96 sitzt tankseitig eine Feder 100, die den Kolben 96 gegen den druckleitungsseitigen Boden des Ventilraums 93 drückt, so daß die Bohrung 92 abgedeckt ist, wobei im tankseitigen Innenraum des Zylinders 95 ein Freiraum 95a für den Kolben 96 gebildet wird.

Das Ventil 90 funktioniert wie folgt. Wenn der Förderkolben 14 einen Saughub ausführt, wird Kraftstoff aus der Leitung 99 dadurch angesaugt, daß der Zylinder 95 von der tankseitigen Bodenfläche des Ventilraums 93 durch den Unterdruck gegen den Druck der Feder 98 abgehoben wird, so daß Kraftstoff über die Längsnuten 97, den Ventilraum 93 und die Rinnen 94 sowie die Bohrung 92 in die Druckleitung 2 fließen kann. Bei diesem Vorgang liegt der Kolben 96, wie in Fig. 3 gezeigt, an dem druckleitungsseitigen Boden des Ventilraums 93 an. Mit Beendigung des Saughubs wird der Zylinder 95 durch die Feder 98 in die in Fig. 3 gezeigte Stellung gedrückt, in welcher der Zylinder 95 wieder am tankseitigen Boden des Ventilraums 93 dichtend anliegt.

Mit Beginn des Förderhubs des Förderkolbens 14 wird der im Zylinder 95 geführte Kolben 96 aufgrund der relativ weichen Ausbildung der Federkraft der Feder 100 aus seiner Anlage am druckleitungsseitigen Boden des Ventilraums 93 wegbewegt und in den Freiraum 95a gedrückt, wobei in den dadurch entstehenden zusätzlichen Raum im Ventilraum 93 Kraftstoff aus dem Druckraum 15, 2 strömt, der bei der Förderbewegung des Förderkolbens 14 verdrängt wird, wobei auf der tankseitigen Stirnseite des Kolbens 96 vom Kolben 96 Kraftstoff über die Leitung 99 in den Tank zurückgedrückt wird. Der Förderhub des Förderkolbens 14 wird dadurch beendet, daß der Kolben 96 mit seiner tankseitigen von der Feder 100 beaufschlagten Stirnfläche an der Stufe in der Mittellängsbohrung des Kolbens 95 anschlägt. Infolge dieser abrupten Beendigung des im wesentlichen widerstandsfreien Beschleunigungshubes des Ankers 10 mit Förderkolben 14 wird die Ausbildung eines sehr steilen Druckanstiegs in der Druckleitung 2 bewirkt, wodurch Kraftstoff mit hohem Druck über die Düse 3 abgespritzt wird.

Gemäß einer weiteren Variante der Erfindung ist vorgesehen, das Speicherelement 6 baueinheitlich auszubilden mit dem Förderkolben der Hubkolbenpumpe 1. Ein dementsprechendes Ausführungsbeispiel ist in Fig. 4 dargestellt. Als Speicherelement dient ein Speicherkolben 80, der in einem druckleitungsseitigen ersten Mittellängsachsstufenbohrungsabschnitt 14b einer zentral durch den Kolben 14 und den Anker 10 gehenden Stufenbohrung 14a gegen einen druckleitungsseitigen Anschlag (nicht dargestellt) von einer Feder 81 gedrückt wird. Der Kolben 80 ragt dabei in der Ruhestellung mit seiner einen Stirnfläche in den Druckraum 15. Der den Speicherkolben 80 aufnehmende Bohrungsab-

schnitt 14b im Förderkolben 14 setzt sich nach der Stufe 14c zum Anker 10 hin in einem weiteren Stufenbohrungsabschnitt 14d fort, auf dessen Stufe 14e sich die Druckfeder 81 abstützt, die gegen die ankerseitige Stirnfläche des Kolbens 80 drückt. Die Bohrung 14a durchsetzt nach der Stufe 14e schließlich auch den Anker 10 und mündet in den leeren Ankerraum 11, so daß Luft verdrängt werden kann.

Das Speicherelement dieser Ausführungsform funktioniert wie folgt. Auf einem ersten Teil des Hubes des Förderkolbens 14, dem Energiespeicherweg, wird der Speicherkolben 80 in die für den Kolben vorgesehene Bohrung des Förderkolbens 14 hineingedrängt, wodurch druckraumseitig ein zusätzlicher Raum für verdrängten Kraftstoff zur Verfügung steht, so daß der Anker 10 während des ersten Hubabschnitts zusammen mit dem Förderkolben 14 im wesentlichen widerstandsfrei beschleunigt werden kann. Die widerstandslose Beschleunigung von Anker 10 und Förderkolben 14 wird beendet, wenn die ankerseitige Stirnfläche des Speicherkolbens 80 gegen die Ringschulter 14c der Stufenbohrung 14a zur Anlage kommt. Die Folge hiervon ist ein schlagartiger Druckanstieg, durch welchen Kraftstoff über die Düse 3 abgespritzt wird.

Fig. 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Einspritzpumpe, die im wesentlichen den Aufbau der Einspritzpumpe 1 nach Fig. 1 aufweist. Für die hydraulische Dämpfung ist nach Art einer Kolbenzylinderanordnung an der Rückseite des Ankers 10 zentral ein zylindrischer Vorsprung 10a ausgebildet, der im letzten Abschnitt der Ankerrückstellbewegung in eine Sackzylinderbohrung 11b im Boden 11a passend eintritt, die an der Anschlagfläche 11a für den Anker 10 im Gehäuse 8 ausgebildet ist. Im Anker 10 sind in Längsrichtung verlaufende Nuten 10b ausgebildet, die den ankerrückseitigen Raum 11 mit dem ankervorderseitigen Raum 11 verbinden. Im Raum 11 befindet sich ein Medium, z.B. Luft oder Kraftstoff, das bei der Bewegung des Ankers 10 durch die Nuten 10b fließen kann. Die Tiefe der Sackzylinderbohrung 11b entspricht etwa der Länge des Vorsprungs 10a (Abmessung Y in Fig. 8). Dadurch, daß der Vorsprung 10a in die Sackzylinderbohrung 11b eintauchen kann, wird die Ankerrückbewegung im letzten Abschnitt stark verzögert, wodurch die erwünschte hydraulische Dämpfung der Ankerrückstellbewegung durch Verdrängung des Mediums aus dem Raum 11b bewirkt wird.

Fig. 6a zeigt eine Variante der hydraulischen Dämpfung. Auch bei diesem Ausführungsbeispiel ist der vom Förderkolben 14 durchsetzte Pumpraum 11 vor dem Anker 10 verbunden mit dem an der Ankerrückseite angrenzenden Raum 11, und zwar durch Bohrungen 10d, die im Bereich der Ankerrückseite in einen zentralen Überströmkanal 10c münden. Ein zentraler Stift 8a eines Stoßdämpfers 8b ragt mit seiner Kegelspitze 8c in Richtung Mündung des Überströmkanals 10c, durchgreift rückwärtig ein Loch 8d im Boden 11a, das in einen Dämpfungsraum 8e mündet, und endet im Dämpfungsraum mit einem Ring 8f, der einen größeren Druckmes-

ser aufweist als das Loch 8d. Eine sich am Boden des Dämpfungsraums abstützende Feder 8g drückt gegen den Ring 8f und damit den Stift 8a in seine Ruhestellung (Fig. 6a). Ein Kanal 8h verbindet den Dämpfungsraum 8e mit dem rückwärtigen Ankerraum 11. Die Kanäle 10c und 10d ermöglichen dem Anker 10 eine nahezu widerstandsfreie Bewegung während der Beschleunigungsphase.

Die Dämpfungseinrichtung 8b ist bei der Beschleunigungsbewegung des Ankers 10 unwirksam, so daß keine Beeinträchtigung der Hubphase erfolgt. Bei der Rückstellbewegung trifft die Mündung des Überströmkanales auf die Kegelspitze 8c und wird verschlossen, so daß die Strömung durch die Kanäle 10c und 10d unterbrochen wird. Der Anker 10 drückt den Stift 8a gegen die Federkraft und gegen das im Raum 8e befindliche Medium, das sich auch im Raum 11 befindet und über den Kanal 8h ausströmt in den Raum 11. Dabei sind die Strömungen und Federkräfte so gewählt, daß eine optimale Dämpfung gewährleistet wird.

Anstelle des Kanals 8h kann gemäß Fig. 6b eine Verdrängungsbohrung 8i zentral im Stift 8a angeordnet sein, durch die Dämpfungsmedium in den Überströmkanal 10c gedrückt werden kann.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Einspritzvorrichtung ist vorgesehen, die in der Rückstellfeder 12 des Ankers 10 gespeicherte Energie bei der Rückstellbewegung des Ankers 10 nutzbringend einzusetzen. Dies kann erfindungsgemäß beispielsweise dadurch erfolgen, daß der Anker bei der Rückstellung eine Pumpeinrichtung bedient, die für die Kraftstoffversorgung der Einspritzvorrichtung zur Stabilisierung des Systems sowie zur Verhinderung einer Blasenbildung oder als eine separate Ölpumpe für die Motorschmierung verwendet werden kann. Fig. 7 zeigt ein entsprechendes Ausführungsbeispiel einer an die Kraftstoffeinspritzpumpe 1 angeschlossenen Ölpumpe 260.

Die in Fig. 7 gezeigte Kraftstoffeinspritzvorrichtung ist im übrigen entsprechend Fig. 4 ausgebildet, weist also ein Kraftstoffzu- und -abflußsteuerelement zur Steuerung des ersten Teilhubes des Förderkolbens 14 auf. Die Ölpumpe 260 ist an den rückwärtigen Boden 11a des Pumpengehäuses 8 angeschlossen. Im einzelnen umfaßt die Ölpumpe 260 ein Gehäuse 261, das mit dem Gehäuse 8 der Einspritzpumpe verbunden ist, und in dessen Pumpenraum 261b ein Pumpenkolben 262 angeordnet ist, dessen Kolbenstange 262a in den Arbeitsraum 11 des Ankers 10 ragt, wobei der Kolben 262 beaufschlagt wird von einer Rückstellfeder 263, die sich am Gehäuseboden 261a im Bereich eines Auslasses 264 abstützt.

Außerdem steht der Pumpenraum 261b des Gehäuses über eine Ölzufuhrleitung 265 in Verbindung mit einem Ölvorratsbehälter 266. In der Ölzufuhrleitung 265 ist ein Rückschlagventil 267 eingesetzt, dessen Aufbau dem Ventil 16 in Fig. 1 gleicht.

Die Ölpumpe 260 funktioniert wie folgt. Wird der An-

ker 10 der Einspritzpumpe 1 während seines Arbeitshubes in Richtung auf die Einspritzdüse 3 bewegt, wird der Pumpenraum 11 im Gehäuse 8 hinter dem Anker 10 bezüglich seines Volumens vergrößert, wodurch der Ölpumpenkolben 262 in Richtung Anker 10 bewegt wird und schließlich durch Einwirkung der Rückstellfeder 263 in seine Ruhelage überführt wird. Dabei wird aus dem Vorratsbehälter 266 über das Ventil 267 Öl in den Arbeitsraum 261b der Ölpumpe 260 eingesaugt. Während der Rückstellbewegung des Ankers 10 der Pumpe 1 in Richtung auf seinen Anschlag 11a wird der Ölpumpenkolben 262 zumindest auf einem Teil des Rückstellweges des Ankers 10 in den Ölpumpenraum 261b geschoben. Dabei wird durch den Pumpendruck das Ventil 267 verschlossen und es wird Öl über den Auslaß 264 in Richtung des Pfeils 264a von der Ölpumpe abgegeben und an die mit Öl zu versorgenden Stellen des Motors gedrückt.

Die Ölpumpe 260 kann alternativ auch als Kraftstoffvordruckpumpe verwendet werden, wobei der Kraftstoff der Ventileinrichtung 70 zugeführt werden kann. Vorteilhaft ist dabei, daß die Pumpe 260 einen Standdruck im Kraftstoffversorgungssystem erzeugen kann, der einer Dampfblasenbildung z.B. bei Erwärmung des Gesamtsystems entgegenwirkt.

Außerdem bewirkt die erfindungsgemäße Ausbildung der zusätzlichen Pumpe 260 an der Pumpe 1 eine schnelle Dämpfung des Ankers 10, so daß der Anker 10 am Anschlag 11a nicht nachprellt.

Figuren 8a und 8b zeigen eine besonders effektive und einfache Dämpfungseinrichtung. Der Aufbau der Pumpeneinrichtung 1 gleicht dem in Figur 9 dargestellten. Die Sackzylinderbohrung 11b nach Figur 12a ist im Durchmesser größer als der Durchmesser des zylindrischen Vorsprungs 10a beträgt. Der Vorsprung 10a ist von einem in Richtung Sackzylinderbohrung 11b vorspringenden Dichtlippenring 10e aus einem elastischen Material umgeben, der in die Sackzylinderbohrung 11b paßt. Eine Einführschräge an der Mündung der Sackzylinderbohrung 11b erleichtert den Eintritt der Lippen des Dichtlippenrings 10e in die Sackzylinderbohrung 11b. Diese Dämpfungseinrichtung erbringt eine gute Dämpfung beim Anschlag des Ankers 10 und behindert den Beschleunigungshub des Ankers nicht. Das elastische Dämpfungselement 10e mit achsparallel abstehenden Dichtlippen taucht beim Rückstellhub des Ankers 10 in die Sackzylinderbohrung 11b formschlüssig ein und legt sich nach außen dichtend an der Innenwandung der Sackzylinderbohrung 11b an.

Die Sackzylinderbohrung 11b nach Fig. 8b ist im Durchmesser ebenfalls größer als der zylindrische Vorsprung 10a. Ein Dichtring 10f aus elastischem Material sitzt formschlüssig an der Wandung der Sackzylinderbohrung 11b und weist im Bereich der Mündung einwärts gerichtete Dichtlippen 10g auf. In das elastische Dichtelement 10f taucht der zylindrische Vorsprung 10a kolbenartig ein, wobei die Dichtlippen 10g infolge des ausströmenden Dämpfungsmediums gegen den zylind-

drischen Vorsprung 10a gepreßt werden, so daß eine besonders gute Dämpfung des Ankers 10 erreicht wird.

Mit Hilfe der erfindungsgemäßen Einspritzvorrichtung läßt sich ein Motorstart ohne Batterie sowie ein Motornotlauf ohne Batterie betreiben. Anhand der Fig. 9, 10, 11 wird diese Möglichkeit im folgenden näher beschrieben.

Die elektrisch angetriebene bzw. elektronisch gesteuerte Einspritzung benötigt zum Start und Lauf ausreichend elektrische Energie. Für den Fall, daß die elektrische Energie nicht in ausreichender Größe zur Verfügung steht, soll erfindungsgemäß die Möglichkeit geschaffen werden, Motoren mit der erfindungsgemäßen Einspritzung auch ohne elektrische Energie zu starten, beispielsweise per Handkurbeltrieb. Der erforderliche Kraftstoff wird dabei, wie nachstehend näher ausgeführt, durch eine Hilfseinrichtung zur Verfügung gestellt. Erreicht der Motor eine Drehzahl, bei der der Generator ausreichend Energie bereitstellt, wird die Kraftstoffhilfseinrichtung erfindungsgemäß abgeschaltet und die Einspritzung erfolgt elektrisch bzw. elektronisch gesteuert, dem Normalfall entsprechend.

Es gibt Motoren, die ohne elektrische Energie gestartet werden, z.B. durch Hand- oder Kickstarteinrichtung. Dazu gehören kleine Motoren von Handarbeitsgeräten, Zweiradfahrzeugen oder Außenborder. Diese Starteinrichtung ist erforderlich, weil keine Batterie zum Starten und/oder Laufen vorhanden ist. Darüber hinaus sollen Motoren, beispielsweise auch bei entladener Batterie ohne elektrische Energie startfähig sein.

Erfindungsgemäß wird die Möglichkeit, Motoren ohne elektrische Energie per Hilfseinrichtung zu starten dadurch erreicht, daß die an jedem Motor vorhandene Kraftstoffzuführbedingung, z.B. das Zulaufgefälle oder der Druck der Kraftstoffförderpumpe bei Startdrehzahl genutzt wird. Dabei wird der Kraftstoff dem Saugrohr bzw. den Überströmern bei Zweitaktmotoren oder einer Dosiereinrichtung direkt zugeführt. Erreicht der Motor dann eine Drehzahl, bei der der Generator ausreichende Energie für die Einspritzung bereit stellt, sperrt ein Ventil die direkte Kraftstoffzuführung zum Motor, der Kraftstoff wird der Einspritzvorrichtung zugeführt und diese übernimmt dann die Kraftstoffversorgung des Motors.

Fig. 9 zeigt eine erfindungsgemäße Anordnung zur Kraftstoffversorgung eines Motors 500. Dabei ist nach einer Kraftstoffvordruckpumpe 501, die ansaugseitig mit einem Kraftstoffvorratsbehälter 502 verbunden ist, eine Verzweigung des Kraftstoffzulaufs zum Motor vorgesehen. Im stromlosen Zustand ist eine an einen Generator 503 angeschlossene Einspritzvorrichtung 504, die entsprechend einem der vorstehenden Ausführungsbeispiele aufgebaut ist, inaktiv, und ein beispielsweise elektromagnetisch betätigtes Steuerventil 505 ist für den Kraftstoffzulauf zu einem Zerstäuber 506 am Motor 500 geöffnet.

Beim Start des Motors 500 wird der von der Vordruckpumpe 501 gelieferte Kraftstoffdruck über das ge-

öffnete Steuerventil 505 dem am Motor 500 befindlichen Zerstäuber 506 zugeführt. Der Strömungswiderstand des Steuerventils 505 und/oder des Zerstäubers 506 ist dabei so bemessen, daß mit dem Druckangebot der Vordruckpumpe 501 bei Startdrehzahl der für den Start erforderliche Kraftstoffbedarf gedeckt wird. Erreicht der mit dem Motor gekoppelte Generator 503 eine Drehzahl, bei der der für die Einspritzvorrichtung 504 erforderliche Energiebedarf gedeckt ist, wird eine Einspritzsteuerung 507 aktiv, die ebenfalls vom Generator 503 gespeist wird und über eine Steuerleitung an die Einspritzvorrichtung 504 angeschlossen ist. Dazu wird mittels eines Stromsignals das Steuerventil 505 geschlossen, so daß kein Kraftstoff mehr dem Motor direkt zugeführt werden kann. Gleichzeitig übernimmt die Einspritzvorrichtung 504, gesteuert durch die Einspritzsteuerung 507, über die Einspritzdüse 508 die Einspritzung.

Eine an vielen Motoren vorhandene Handpumpe 509 kann gegebenenfalls zusätzlich beim Startvorgang für die direkte Kraftstoffzuführung zum Motor über den Zerstäuber 506 benutzt werden. Die Handpumpe 509 ist in der Verbindungsleitung 511 von der Pumpe 501 zum Steuerventil 505 angeordnet. Die Ansteuerung des Steuerventils 505 erfolgt durch die Einspritzsteuerung 507 über eine Steuerleitung 510.

Fig. 10 zeigt eine Abwandlung der Anordnung nach Fig. 9, bei der das Steuerventil 505 in der Einspritzleitung 511 zwischen der Einspritzvorrichtung 504 und der Einspritzdüse 508 angeordnet ist. Die Funktion des stormlosen Startens entspricht der vorstehend anhand von Fig. 9 erläuterten Funktion.

Um das Durchströmen des Kraftstoffes ohne Pumpunterstützung der Einspritzvorrichtung 504 zu gewährleisten, ist der Strömungswiderstand der Einspritzvorrichtung 504 klein gehalten. Vorteilhaft ist dabei, daß das Entlüften der Einspritzvorrichtung 504 und der Einspritzleitung 511 problemlos möglich ist. Soll die Einspritzvorrichtung 504 entlüftet werden, so wird das Steuerventil 505 über einen Ausschalter 512 in der Leitung von der Einspritzsteuerung 507 zum Steuerventil 505 stromlos gemacht, soweit dies nicht durch die Einspritzsteuerung 507 bereits erfolgt ist. Dadurch ist das Steuerventil 505 in Richtung Zerstäuber 506 geöffnet, und die im System befindliche Luft kann bei gleichzeitigem Pumpen, beispielsweise mit der Vordruckpumpe 501 oder der Handpumpe 509, entweichen.

Anhand von Fig. 11 wird nachfolgend der erfindungsgemäß vorgesehene Motornotlauf ohne Batterie näher beschrieben werden.

Die in den Fig. 9 und 10 dargestellte Anordnung kann auch für den Notbetrieb des Motors verwendet werden, bei dem beispielsweise durch Ausfall des Generators kein ausreichendes Energieangebot für die Einspritzsteuerung und die Einspritzvorrichtung vorhanden ist. Dabei erfolgt erfindungsgemäß durch eine Dosiereinrichtung, beispielsweise durch eine verstellbare, mit der Drosselklappe im Luftansaugrohr gekoppelten

Drossel im Steuerventil eine Mengenvariation des Kraftstoffes, was eine Steuerung der Motorlast notdürftig erlaubt.

Fig. 11 zeigt ein hierfür geeignetes Ausführungsbeispiel des Steuerventils bzw. des Dosierventils 505 in den Fig. 9 und 10. Das Steuerventil 505 weist ein Gehäuse 520 auf, in das eine Spule 521 eingesetzt ist, die zum Antrieb eines Ankers 522 dient, der in einer Bohrung 523 des Gehäuses 520 verschiebbar gelagert ist und in seiner Ruhestellung durch eine Rückstellfeder 524 gegen einen im Gehäuse 520 angeordneten, einstellbaren Anschlag 525 gedrängt ist, an den außerhalb des Gehäuses ein Seilzug 526 angeschlossen ist. Im Anker 522 sind peripher Längsnuten 527 ausgebildet, die eine Kommunikation von in der Bohrung 523 vorhandenem Kraftstoff zwischen der Vorderseite und Rückseite des Ankers 522 zulassen. Der kolbenförmig ausgebildete Anschlag 525 durchgreift die Gehäusestirnwandung 520b und ist im Gehäuse 520 mittels einer Feder 528 gegenüber der Gehäusestirnwandung 520b vorgespannt.

Einheitlich ausgebildet mit der dem Anschlag 525 gegenüberliegenden Stirnseite des Ankers 522 ist ein Dosierkolben 527. Diese Stirnseite ist zudem von der Rückstellfeder 524 beaufschlagt, die sich anderendig gegen die Stirnwand 520a des Gehäuses 520 abstützt. Der Dosierkolben 527 ragt mit einem konisch zulaufenden Spitzende in die Förderleitung 511, von der außerdem eine Verbindungsleitung 511a zum Zerstäuber 506 abzweigt.

Der Seilzug 526, der an dem unter Federkraft gegen den Anker 522 vorgespannten Anschlag 525 angeschlossen ist, ist mit der Drosselklappe 530 (s. Fig. 10, 11) verbunden. Die Drosselklappenstellung wird dadurch unmittelbar auf den Anschlag 525 übertragen.

Die Funktion des Steuerventils 505 ist wie folgt. Im entregten Zustand der Spule 521 liegen Anker 522 und Dosierkolben 527 durch die Rückstellfeder 524 am Anschlag 525 an. Der Kraftstoff kann dabei von der Förderpumpe 501 kommend durch die Förderleitung 511 zum Zerstäuber 506 fließen. Wird das Steuerventil 505 durch die Steuereinrichtung erregt, drückt der Anker 522 den Dosierkolben 527 entgegen der Kraft der Feder 524 soweit in Förderrichtung, bis der Zulaufquerschnitt 531 der Förderleitung 511 verschlossen ist.

Wird der Motor im Notbetrieb ohne Einspritzung betrieben, ist das Steuerventil 505 stromlos und somit der Zulaufquerschnitt 531 in der Leitung 511 zum Zerstäuber 506 freigegeben. Entsprechend der Drosselklappenstellung wird der konische Dosierkolben 527 über den Anker 522 durch den Anschlag 525 mehr oder weniger weit in die Bohrung des Zulaufquerschnitts 531 gedrückt. Die Kopplung zur Drosselklappe 530 ist dabei so gewählt, daß mit zunehmender Öffnung der Drosselklappe 530 der Querschnitt 531 mehr geöffnet wird. In der Leerlaufstellung der Drosselklappe 530 verbleibt ein minimaler Spalt am Querschnitt 531, der die Leerlaufmenge des Kraftstoffs zum Zerstäuber 506 durchläßt.

Fig. 12 zeigt eine bevorzugte Schaltung zur Ansteuerung der Ankererregerspule der erfindungsgemäßen Einspritzpumpen, die eine optimale Beschleunigung des Ankers gewährleistet.

Bekannt ist, die Dosierung der abzuspritzenden Kraftstoffmenge beispielsweise zeitlich gesteuert vorzunehmen. Eine rein zeitliche Steuerung hat sich jedoch als nachteilig erwiesen, weil das Zeitfenster, welches sich zwischen minimal und maximal abzuspritzender Kraftstoffmenge ergibt, zu klein ist, um das im Motorbetrieb erforderliche Mengenspektrum differenziert und reproduzierbar genug zu beherrschen. Über die erfindungsgemäße reine Intensitätssteuerung des Stromflusses läßt sich jedoch eine genügend differenzierbare Mengendosierung erreichen.

Im Falle des elektromagnetischen Antriebes der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen ist insbesondere die Erregung, d.h. das Produkt aus Windungszahl der Spule und Stromstärke des Stroms, der die Spule durchsetzt, bestimmend für die elektromagnetomechanische Energieumwandlung. Das heißt, eine ausschließliche Steuerung der Stromamplitude erlaubt es, das Schaltverhalten des Antriebmagneten unabhängig von Einflüssen der Spulenerwärmung und einer schwankenden Versorgungsspannung eindeutig definiert zu gestalten. Damit trägt eine derartige Steuerung insbesondere den bei Motoren üblicherweise stark schwankenden elektrischen Spannungsverhältnissen und den unterschiedlichen Temperaturverhältnissen Rechnung.

Fig. 12 zeigt eine erfindungsgemäße Zweipunktregelungsschaltung für die Stromamplitude des eine Pumpenantriebsspule 600 steuernden Stroms. Die Antriebsspule 600 ist an einen Leistungstransistor 601 angeschlossen, der über einen Meßwiderstand 602 an Masse liegt. An den Steuereingang des Transistors 601, beispielsweise an die Transistorbasis, ist ein Komparator 603 mit seinem Ausgang angelegt. Der nicht invertierende Eingang des Komparators wird von einem Stromsollwert beaufschlagt, der beispielsweise mittels eines Mikrocomputers gewonnen wird, und der invertierende Eingang des Komparators 603 ist an der Seite des Meßwiderstands angeschlossen, die mit dem Transistor 601 verbunden ist.

Um den Energiefluß in der Antriebsspule 600 unabhängig von der Versorgungsspannung zu steuern, wird der von der Spule 600 aufgenommene Strom durch den Meßwiderstand 602 gemessen. Erreicht dieser Strom den von einem Mikroprozessor als Stromsollwert vorgegebenen Grenzwert, schaltet der Komparator über den Leistungstransistor 601 den Strom für die Spule 600 aus. Sobald der Stromistwert unter den Stromsollwert sinkt, schaltet der Transistor über den Komparator den Spulenstrom wieder ein. Die durch die Induktivität der Spule 600 bedingte Stromanstiegsverzögerung verhindert ein zu schnelles Überschreiten des maximal zulässigen Stroms.

Danach kann der nächste Schaltzyklus beginnen,

und dieses Takten des Spulenstroms der Spule 600 findet so lange statt, wie die den Stromsollwert liefernde Referenzspannung am nicht invertierenden Eingang des Komparators 603 anliegt.

Die Schaltung stellt eine getaktete Stromquelle dar, wobei das Takten erst nach Erreichen des vom Mikroprozessor bereitgestellten Stromsollwerts einsetzt. Die Energie- und damit die Mengensteuerung der Pumpeinrichtung 1 kann mit dieser Schaltung in Kombination von Dauer oder/und Höhe der vom Mikroprozessor bereitgestellten Referenzspannung erfolgen.

Die Fig. 13, 14 und 15 zeigen besonders vorteilhafte Ausführungsformen der Einspritzdüse (z.B. Düse 3) für die erfindungsgemäße Einspritzvorrichtung.

Diese Einspritzdüse umfaßt ein Ventilsitzrohr 701, an dessen freiem unteren Ende die Membran 70 angeordnet ist, gegebenenfalls einen strahlformenden Zapfeneinsatz 702 (der in einem zentralen Loch der Membran 704 sitzt), einen Düsenhalter 703, eine in Richtung Ventilsitz vorgespannte Membranplatte 704, einen Sprengring 705, eine Druckleitung 706, die ventilsitzseitig in einen zur Membran 704 hin offenen, von der Membran abgedeckten Ringkanal 708 mündet, eine Druckschraube 707, eine Dichtung 709 für den Düsenhalter 703 und eine Aufnahme 710 für den Düsenhalter 703.

Mit der in den Fig. 13, 14 und 15 gezeigten Membran-Flachsitzdüse mit Düsenzapfen 702 (Fig. 14) und ohne Düsenzapfen 702 (Fig. 15) wird eine gute Brennstoffzerstäubung auf der Oberfläche eines gewölbten Kegelmantels erreicht. Die Form und Abmessungen dieses Mantels sind u.a. von den Abmessungen und der Gestaltung der Austrittsöffnung in der Membran (Fig. 14) abhängig und können gegebenenfalls mit Hilfe eines Richtzapfens oder Drosselzapfens mit den bekannten Funktionsvorteilen den Erfordernissen des Motorbetriebes zusätzlich angepaßt werden.

Das Ventil arbeitet fast ohne bewegte Massen und ist durch eine speziell ausgebildete Metallmembran gekennzeichnet, die mit einem feststehenden flachen Ventilsitz zusammenarbeitet. Die Membran - zugleich wegen der Vorspannung Ventillfeder - kann durch geeignete, definierte und bleibende Deformation gegen die Richtung des Öffnens (z.B. durch Wölbung) vorgespannt werden. Damit kann die Brennstoffzerstäubung bei niedrigen Drücken vor der Düsenöffnung, die durch das zentrale Loch in der Membran 704 gebildet wird, z. B. bei niedrigen Drehzahlen und kleinen Einspritzungen (in niedrigem Teillastbetrieb), verbessert werden. Die Bearbeitung des Düsenloches (Rundung der Kanten etc.) ist von beiden Richtungen leicht möglich.

Um den guten Schließeffekt am Ventil der nach außen öffnenden Einspritzdüse zu verstärken, kann die Sitzringbreite des Flachsitzes (Fig. 14) mit der Vorspannung der Membranplatte abgestimmt werden. Hierzu trägt die richtige Wahl der Abmessungen des unteren Ringeinstiches im Ventilsitz bei, wodurch sich bei gegebenem Standdruck des Brennstoffes vor Ventilsitz die auf die Membran wirkende Kraft ergibt. Andererseits

wird die Membran durch den im Ringeinstich lagernden bzw. den hier durchströmenden Brennstoff wirksam gekühlt.

Die Düse bedarf keiner Schmierung und ist deshalb für Benzin, Alkohol und dessen Mischungen besonders geeignet. Aufgrund der Funktionsweise - es ist kein dem Ventilsitz nachgeschaltetes Volumen vorhanden - sind in dieser Düse vergleichsweise niedrigere Kohlenwasserstoff-Emissionen des Motors zu erwarten als mit nach innen öffnenden Düsen.

Die Düse besteht aus wenigen Teilen, ihre Herstellung in Massenproduktion, Wartung, Überprüfung und Teileaustausch ist deshalb sehr einfach und preiswert.

Kraftstoffversorgungseinrichtungen für Kraftstoffeinspritzanlagen werden zu deren Kühlung und zur Abfuhr von Dampfblasen während des Betriebs mit Kraftstoff durchspült. Das heißt, die Kraftstoff-Förderpumpe stellt eine größere Menge Kraftstoff bereit, als vom Motor benötigt wird. Diese Mehrmenge wird über eine Leitung zum Tank zurückgeführt und dient zur Wärmeabfuhr und zur Abfuhr von Kraftstoff-Dampfblasen. Dampfblasen entstehen im Motorbetrieb durch Wärmeeinwirkung und können die Funktion der Einspritzanlage stören oder gar verhindern. Auch ein erneutes Starten des noch betriebswarmen Motors kann durch Dampfblasen erschwert oder gar verhindert werden.

Bei bestimmten Motoranwendungen, z.B. als Außenbordmotor an Booten, ist jedoch eine Rückleitung zum Tank aus Sicherheitsgründen vom Gesetzgeber nicht zugelassen.

Eine Kraftstoffversorgungseinrichtung mit einer erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzvorrichtung wird nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung deshalb ohne Rückleitung zum Tank ausgebildet, wobei dennoch Wärme und Dampfblasen abgeführt werden können.

Die Erfindung löst dieses Problem durch Verwendung einer zweiten Kraftstoffpumpe, einer Gasabscheidekammer mit Schwimmventil und eines Kühlers. Diese Anordnung kann direkt am Motor angebracht werden und vermeidet damit unter Druck stehende Kraftstoffleitungen außerhalb des Motorraumes oder der Motorkapsel. Damit ist den gesetzlichen Sicherheitsbestimmungen genüge getan.

Anhand der Fig. 16 wird diese Kraftstoffversorgungseinrichtung im folgenden beispielhaft näher erläutert.

Eine Pumpe 801 saugt den Kraftstoff 802 aus dem Tank 803 und führt ihn durch eine Kraftstoffleitung 804 einer Gasabscheidekammer 805 zu. Die Gasabscheidekammer 805 weist einen Schwimmer 806 auf, der ein Entlüftungsventil 807 bedient, das auf eine im Deckenbereich oberhalb des Flüssigkeitsspiegels 805a angeordnete Gasabfuhrleitung 808 einwirkt.

Vom Boden der Gasabscheidekammer 805 ist eine Kraftstoffleitung 809 abgezweigt, die mit einer Pumpe 810 in Verbindung steht und zu einem erfindungsgemäßen Einspritzventil 811 führt, das über eine Kraftstofflei-

tung 812 mit dem Gasabscheidebehälter 805 verbunden ist, die oberhalb des Flüssigkeitsspiegels 805a in den Gasabscheidebehälter 805 mündet. In der Kraftstoffleitung 812 sitzt in der Folge vom Einspritzventil 811 ausgehend ein Druckregler 813 und ein Kühler 814.

Die neue Kraftstoffversorgungseinrichtung für eine erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzvorrichtung funktioniert wie folgt: Die Pumpe 801 saugt den Kraftstoff 802 aus den Tank 803 und führt ihn der Gasabscheidekammer 805 zu, bis das Entlüftungsventil 807 vom Schwimmer 806 geschlossen wird. Die Pumpe 810 entnimmt am Boden der Gasabscheidekammer 805 den Kraftstoff und baut vor dem Druckregler 813 den für das jeweilige Einspritzsystem erforderlichen Druck auf. In ihrer Fördercharakteristik ist die Pumpe 810 so ausgelegt, daß sie die zur Kühlung und Durchspülung des Einspritzventils 811 erforderliche Menge an Kraftstoff aufbringt und über den Kühler 814 der Gasabscheidekammer 805 zuführt. Werden nur Dampfblasen 805b in die Gasabscheidekammer 805 abgeführt, so wird das Kraftstoffniveau 805a sinken, der Schwimmer 806 öffnet das Entlüftungsventil 807 so lange, bis die Pumpe 801 zum ursprünglichen Niveau 805a nachgefördert hat. Das Entlüftungsventil 807 steht in Verbindung mit dem Luftansaugrohr 808 des Motors, so daß die aus dem Luftansaugrohr abgezogenen Kraftstoffdämpfe nicht unverbrannt in die Umwelt gelangen können.

Patentansprüche

1. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung, die nach dem Festkörper-Energiespeicher-Prinzip arbeitet, wobei ein in einem Pumpenzylinder einer mit einem Elektromagneten angetriebenen Hubkolbenpumpe geführtes Hubkolbenelement Teilmengen des abzuspritzenden Kraftstoffs während einer nahezu widerstandslosen Beschleunigungsphase, während der das Hubkolbenelement kinetische Energie speichert, vor dem Abspritzen im Pumpenbereich verdrängt und die Verdrängung plötzlich mit einem die Verdrängung unterbrechenden Mitteln gestoppt wird, so daß ein Druckstoß im in einem abgeschlossenen Druckraum befindlichen Kraftstoff erzeugt wird, indem die gespeicherte kinetische Energie des Hubkolbenelements direkt auf den im Druckraum befindlichen Kraftstoff übertragen wird, und wobei der Druckstoß zum Abspritzen von Kraftstoff durch eine Einspritzdüseneinrichtung verwendet wird,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß das die Verdrängung unterbrechende, den Druckstoß erzeugende Mittel ein Volumenspeicherelement (6) ist, das für die Verdrängung von Kraftstoff während der Beschleunigungsphase vorgesehen ist und das außerhalb des führenden, flüssigkeitsdichten Kontaktbereichs zwischen Hubkolbenelement und Hubkolbenzylinder der Hubkol-

benpumpe angeordnet ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß die Mittel zur Unterbrechung der Verdrängung bzw. zum Erzeugen des Druckanstiegs als eine ein Anschlagmittel aufweisende Einrichtung (6, 50, 70, 90, 125, 218/223) ausgebildet sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 und/oder 2,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß das Anschlagmittel (z.B. 37) positionsverstellbar ausgeführt ist.
4. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß sie eine elektromagnetisch angetriebene Hubkolbenpumpe (1) aufweist, die über eine Förderleitung (2) an eine Einspritzdüseneinrichtung (3) angeschlossen ist, wobei von der Förderleitung (2) eine Ansaugleitung (4) abzweigt, die mit einem Kraftstoffvorratsbehälter (5) in Verbindung steht und wobei an die Förderleitung (2) das Volumenspeicherelement (6) über eine Leitung (7) angeschlossen ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß die Pumpe (1) ein Gehäuse (8) aufweist, in dem eine Ringspule (9) lagert, wobei im Bereich des Spulendurchgangs ein Anker (10) angeordnet ist, der als zylindrischer Körper ausgebildet und in einem Gehäusezylinder geführt ist, der sich im Bereich der Zentrallängsachse der Ringspule (9) befindet und mittels einer Druckfeder (12) in eine Ausgangsstellung gedrückt wird, in der er am Boden (11a) des Gehäusezylinders anliegt, wobei an der einspritzdüsenseitigen Stirnfläche des Ankers (10) ein Förderkolben (14) angesetzt ist, der relativ tief in einen zylindrischen Kraftstofförderraum (15) eintaucht, der coaxial zum Gehäusezylinder angeordnet ist und in Übertragungsverbindung mit der Druckleitung (2) steht.
6. Vorrichtung nach Anspruch 4 und/oder 5,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß in der Ansaugleitung (4) ein Rückschlagventil (16) angeordnet ist.
7. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß das Speicherelement (6) ein Gehäuse (22) aufweist, in dessen Hohlraum als zu verdrängendes Organ eine Membran (23) gespannt ist, die von dem Hohlraum einen druckleitungsseitigen, mit Kraftstoff gefüllten Raum abtrennt und die im entspann-

ten Zustand den Hohlraum in zwei Hälften teilt, die durch die Membran gegeneinander abgedichtet sind, wobei an der der Leitung (7) abgewandten Seite der Membran ein Leerraum angeordnet ist, der eine gewölbeförmige Wandung (22a) als Anschlagmittel für die Membran (23) aufweist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch **gekennzeichnet**, daß an der der Leitung (7) abgewandten Seite der Membran (23) in dem Leerraum eine die Membran beaufschlagende Feder (24) angeordnet ist, die als Rückstellfeder für die Membran (23) wirkt.

9. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 6 bis 8, dadurch **gekennzeichnet**, daß in der Druckleitung (2) zwischen dem Einspritzventil (3) und dem Druckraum vor den Abzweigungen (4, 7) ein Rückschlagventil (16a) angeordnet ist, das in dem einspritzventilseitigen Raum einen Stauraum zur Aufrechterhaltung eines bestimmten Standdrucks im Kraftstoff bildet.

10. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6 und 9, dadurch **gekennzeichnet**, daß als Verdrängungsorgan für das Speicherelement (6) ein in einem mit der Leitung (7) in Verbindung stehenden zylindrischen Gehäuse (30) geführter Speicherkolben (31) verwendet wird, wobei der Zylinder (30) ein Leervolumen (33c) zur Verfügung stellt, in das der Kolben (31) vom Kraftstoff verdrängt werden kann.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch **gekennzeichnet**, daß im Bereich des Leerraumvolumens (33c) eine Ablaufbohrung (32) angeordnet ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 und/oder 11, dadurch **gekennzeichnet**, daß im Leerraumvolumen (33c) eine Druckfeder (34) eingespannt ist, die den Kolben (31) in seine Ruhestellung gegen eine druckleitungsseitige Gehäusewandung (33a) drückt.

13. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 12, dadurch **gekennzeichnet**, daß im Leerraumvolumen (33c) ein axial verstellbarer Anschlagbolzen (37) für den Kolben (31) angeordnet ist, der die Gehäusewandung durchgreift und außerhalb des Gehäuses mit einem Verstellmittel in Verbindung steht.

14. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6 und 9,

dadurch **gekennzeichnet**,

daß das Kraftstoffzulaufventil (16) auch als Speicherelementventil (50) ausgebildet ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, **gekennzeichnet** durch eine integrale Speicherlement-Zulaufventileinrichtung (90), die ein Gehäuse (91) aufweist, in das eine Mittellängsbohrung (92) eingebracht ist, die einseitig über eine Öffnung (93a) in die Druckleitung (2) und anderseitig in einen zylindrischen Ventilraum (93) mündet, wobei zudem Rinnen (94) von der Bohrung (92) zum Ventilraum (93) führen und wobei das Ventilelement zweiteilig ausgebildet ist und einen im Ventilraum (93) geführten Zylinder (95) umfaßt, in dessen zylindrischer durchgehender Zentralstufenbohrung ein Kolben (96) verschiebbar geführt wird und wobei in der Außenmantelfläche des Zylinders (95) achsparallel verlaufende Nuten (97) ausgebildet sind und wobei der Zylinder (95) durch eine Feder (98) in seine Ruhestellung gedrückt wird, in welcher er mit seiner einen Stirnfläche auf dem tankseitigen Boden des Ventilraums (93) aufsitzt, in den eine vom Kraftstoffbehälter kommende Kraftstoffzuführleitung (99) mündet, und wobei in der Bohrung zur Aufnahme des Kolbens (96) tankseitig eine Feder (100) sitzt, die den Kolben (96) gegen den druckleitungsseitigen Boden des Ventilraums (93) drückt, so daß die Bohrung (92) abgedeckt ist, wobei im tankseitigen Innenraum des Zylinders (95) ein Freiraum (95a) für den Kolben (96) gebildet wird.

16. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6 und 9, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Speicherelement (6) baueinheitlich mit dem Förderkolben (14) der Hubkolbenpumpe (1) ausgebildet ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch **gekennzeichnet**, daß als Speicherelement ein Speicherkolben (80) dient, der in einem druckleitungsseitigen ersten Mittellängsachsstufenbohrungsabschnitt (14b) einer zentral durch den Kolben (14) und den Anker (10) gehenden Stufenbohrung (14a) gegen einen druckleitungsseitigen Anschlag von einer Feder (81) gedrückt wird, wobei der Kolben (80) in der Ruhestellung mit seiner einen Stirnfläche in den Druckraum (15) ragt und der den Speicherkolben (80) aufnehmende Bohrungsabschnitt (14b) im Förderkolben (14) sich nach einer Stufe (14c) zum Anker (10) hin in einem weiteren Stufenbohrungsabschnitt (14d) fortsetzt, auf dessen Stufe (14e) sich eine Druckfeder (81) abstützt, die gegen die ankerseitige Stirnfläche des Kolbens (80) drückt.

18. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 17,
dadurch **gekennzeichnet** durch
eine hydraulische Dämpfungseinrichtung für das
Ankerelement (10) der Hubkolbenpumpe. 5
19. Vorrichtung nach Anspruch 18,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß die hydraulische Dämpfungseinrichtung nach Art einer Kolbenzylinderanordnung aufgebaut ist, wobei auf dem Anker (10) zentral ein zylindrischer Vorsprung (10a) ausgebildet ist, der im letzten Abschnitt der Ankerrückstellbewegung in eine Sackzylinderbohrung (11b) im Boden (11a) des Zylinders paßt, wobei im Anker (10) in Längsrichtung verlaufende Nuten (10b) angeordnet sind, die den ankerrückseitigen Raum mit dem ankervorderseitigen Raum im Pumpenzylinder verbinden. 10
20. Vorrichtung nach Anspruch 18,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß der vom Förderkolben (14) durchsetzte Pumpenraum (11) vor dem Kolben (10) verbunden ist mit dem an der Ankerrückseite angrenzenden Raum (11) durch Bohrungen (10d), die im Bereich der Ankerrückseite in einen zentralen Überströmkanal (10c) münden, wobei ein zentraler Stift (8a) eines Stoßdämpfers (8b) mit einer Kegelspitze (8c) in Richtung Mündung des Überströmkanals (10c) ragt. 25
21. Vorrichtung nach Anspruch 20,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß der zentrale Stift (8a) rückwärtig ein Loch (8d) im Boden (11a) durchgreift, das in einen Dämpfungsraum (8e) mündet, wobei der Stift (8a) im Dämpfungsraum mit einem Ring (8f) endet, der einen größeren Durchmesser aufweist als das Loch (8d), und wobei sich am Boden des Dämpfungsraums eine Feder (8g) abstützt, die gegen den Ring (8f) drückt, und wobei ein Kanal (8h) den Dämpfungsraum (8e) mit dem rückwärtigen Ankerraum (11) verbindet. 35
22. Vorrichtung nach Anspruch 20,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß im Stift (8a) zentral eine durchgehende Verdrängungsbohrung (8i) angeordnet ist, durch die Dämpfungsmedium in den Überströmkanal (10c) gedrückt werden kann. 40
23. Vorrichtung nach Anspruch 18,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß der Anker (10) bei der Rückstellbewegung eine Pumpeinrichtung bedient, die gleichzeitig eine Dämpfungseinrichtung für den Anker (10) gewährleistet. 45
24. Vorrichtung nach Anspruch 23,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß eine Ölpumpe (260) an dem rückwärtigen Boden (11a) des Pumpengehäuses (8) angeschlossen ist, die ein Gehäuse (261) aufweist, in dessen Pumpenraum (261b) ein Pumpenkolben (262) angeordnet ist, dessen Kolbenstange (262a) in den Arbeitsraum (11) des Ankers (10) ragt, wobei der Kolben (262) beaufschlagt wird von einer Rückstellfeder (263), die sich am Gehäuseboden (261a) im Bereich eines Auslasses (264) abstützt. 50
25. Vorrichtung nach Anspruch 21,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß der Pumpenraum (261b) über eine Ölzufuhrleitung (265) in Verbindung mit einem Ölvorratsbehälter (266) steht, wobei in die Ölzufuhrleitung (265) ein Rückschlagventil (267) eingesetzt ist. 55
26. Vorrichtung nach Anspruch 18 und/oder 19,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß die Sackzylinderbohrung (11b) im Durchmesser größer als der Durchmesser des zylindrischen Vorsprungs (10a) ist und der Vorsprung (10a) oder die Sackzylinderbohrung (11b) einen Dichtlippenring (10e) bzw. (10d) aufweisen, wobei die Dichtlippenringe die Kolbenabdichtung für den Vorsprung (10a) bilden. 60
27. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 26,
gekennzeichnet durch
eine Hilfsstarteinrichtung, die ein an einen Zerstäuber (506) des Motors (500) angeschlossenes, vom Kraftstofftank (502) mit Kraftstoff beaufschlagtes Steuerventil aufweist, dessen Strömungswiderstand zusammen mit demjenigen des Zerstäubers (506) so bemessen ist, daß mit dem Druckangebot einer Vordruckpumpe (501) bei Startdrehzahl der für den Start erforderliche Kraftstoffbedarf auch ohne elektrische Energiezufügung zur Einspritzvorrichtung (504) gedeckt werden kann. 65
28. Vorrichtung nach Anspruch 27,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß nach der Kraftstoffvordruckpumpe (501), die ansaugseitig mit dem Kraftstoffvorratsbehälter (502) verbunden ist, eine Verzweigung des Kraftstoffzulaufs zum Motor vorgesehen ist, wobei im stromlosen Zustand eine an einen Generator (503) angeschlossene Einspritzvorrichtung (504), die entsprechend der Erfindung insbesondere einem der erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiele aufgebaut ist, inaktiv ist und das beispielsweise elektromagnetisch betätigte Steuerventil (505) für den Kraftstoffzulauf zu dem Zerstäuber (506) am Motor (500) geöffnet ist. 70
29. Vorrichtung nach Anspruch 27 und/oder 28,

dadurch **gekennzeichnet**,
daß eine am Motor vorhandene Handpumpe (509) zusätzlich beim Startvorgang für die direkte Kraftstoffzuführung zum Motor über den Zerstäuber (506) verwendet wird, die in der Verbindungsleitung (511) von der Pumpe (501) zum Steuerventil (505) angeordnet ist, wobei die Ansteuerung des Steuerventils (505) durch die Einspritzsteuerung (507) über eine Steuerleitung (510) erfolgt.

30. Vorrichtung nach Anspruch 27,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß das Steuerventil (505) in der Einspritzleitung (511) zwischen der Einspritzvorrichtung (504) und der Einspritzdüse (508) angeordnet ist.

31. Vorrichtung nach Anspruch 30,
gekennzeichnet durch
einen Ausschalter in der Leitung von der Einspritzsteuerung (507) zum Steuerventil (505).

32. Vorrichtung nach Anspruch 30 und/oder 31,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß die erfindungsgemäße Hilfsstarteinrichtung für den Notbetrieb des Motors verwendet wird, wobei ein Dosierventil (505) eine Mengenvariation des Kraftstoffes bewirkt.

33. Vorrichtung nach Anspruch 32,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß das Dosierventil (505) ein Gehäuse (520) aufweist, in das eine Spule (521) eingesetzt ist, die zum Antrieb eines Ankers (522) dient, der in einer Bohrung (523) des Gehäuses (520) verschiebbar gelagert ist und in seiner Ruhestellung durch eine Rückstellfeder (524) gegen ein im Gehäuse (520) angeordneten einstellbaren Anschlag (525) gedrängt ist, an den außerhalb des Gehäuses ein Seilzug (526) angeschlossen ist, wobei im Anker (522) peripher Längsnuten (527) ausgebildet sind, die eine Kommunizierung vom in der Bohrung (523) vorhandenem Kraftstoff zwischen der Vorderseite und der Rückseite des Ankers (522) zulassen, und wobei der kolbenförmig ausgebildete Anschlag (525) die Gehäusestirnwandung (520b) durchgreift und im Gehäuse (520) mittels einer Feder (528) gegenüber der Gehäusestirnwandung (520b) vorgespannt ist, und wobei mit der dem Anschlag (525) gegenüberliegenden Stirnseite des Ankers (522) ein Dosierkolben (527) einheitlich ausgebildet ist, und wobei diese Stirnseite zudem von der Rückstellfeder (524) beaufschlagt ist, die sich anderend-
ig gegen die Stirnwand (520a) des Gehäuses (520) abstützt, und wobei der Dosierkolben (527) mit einem konisch zulaufenden Spitzende in die Förderleitung (511a) zum Zerstäuber (506) abzweigt, und wobei der Seilzug (526), der an den

unter Federkraft gegen den Anker (522) vorgespannten Anschlag (525) angeschlossen ist, mit der Drosselklappe (530) verbunden ist.

34. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 33,

gekennzeichnet durch
eine Schaltung zur Ansteuerung der Ankererregerspule (9, 600), die an einen Leistungstransistor (601) angeschlossen ist, der über einen Meßwiderstand (602) an Masse anliegt, wobei an den Steuereingang des Transistors (601), beispielsweise an die Transistorbasis, ein Komparator (603) mit seinem Ausgang angelegt ist, und wobei der nicht invertierende Eingang des Komparators (603) von einem Stromsollwert beaufschlagt wird, der beispielsweise mittels eines Mikrocomputers gewonnen wird und wobei der invertierende Eingang des Komparators (603) an der Seite des Meßwiderstandes angeschlossen ist, die mit dem Transistor (601) verbunden ist.

35. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 34, mit einer Einspritzdüse

gekennzeichnet durch
ein Ventilsitzrohr (701) mit einem endseitigen Ringkanal (708), eine in Richtung Ventilsitz vorgespannte Membranplatte (704) mit zentralem Loch, die den Ringkanal (708) abdeckt, gegebenenfalls einen Zapfeneinsatz (702) im Loch der Membrane (704), einen Sprengring (705) und eine Druckleitung (706).

36. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 35,

gekennzeichnet durch
eine Kraftstoffversorgungseinrichtung ohne Rückleitung zum Tank, wobei eine zweite Kraftstoffpumpe, eine Gasabscheidekammer mit Schwimmventil und ein Kühler verwendet wird.

37. Vorrichtung nach Anspruch 35,

gekennzeichnet durch
eine Gasabscheidekammer (805), in die aus einem Tank (803) Kraftstoff (802) mittels einer Pumpe (801) über eine Leitung (804) gepumpt wird, aus der mittels einer Pumpe (810) über eine Kraftstoffleitung (809) Kraftstoff einem Einspritzventil (811) zugeführt wird, wobei vom Einspritzventil (811) eine Leitung (812) in die Gasabscheidekammer (805) zurückgeführt wird, in der ein Druckregler (813) und ein Kühler (814) angeordnet sind, wobei im Gasabscheider (805) ein Schwimmer (806) vorgesehen ist, der ein Entlüftungsventil (807) bedient, das in einer Ablaufleitung (808) sitzt, die in die Gasabscheidekammer (805) mündet.

38. Vorrichtung nach Anspruch 37,

dadurch **gekennzeichnet**,
daß die Kraftstoffleitung (812) oberhalb des Flüssigkeitsspiegels (805a) in die Gasabscheidekammer (805) mündet.

39. Vorrichtung nach Anspruch 36 und/oder 38, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Entlüftungsleitung (808) oberhalb des Flüssigkeitsspiegels (805a) in die Gasabscheidekammer (805) mündet.
40. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 37 bis 39, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Kraftstoffleitung (804) oberhalb des Flüssigkeitsspiegels (805a) in die Gasabscheidekammer (805) einmündet.
41. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 37 bis 40, dadurch **gekennzeichnet**, daß bis auf den Tank (803) alle Einrichtungen der Kraftstoffeinspritzanlage im Motorraum (815) angeordnet sind.

Claims

1. Fuel injection device which operates in accordance with the principle of the solid-state energy store, in which a reciprocating piston element guided in a pump cylinder of a reciprocating pump driven by means of an electromagnet displaces in the pump region, before the injection, during an acceleration phase virtually without resistance, during which the reciprocating piston element stores kinetic energy, partial quantities of the fuel to be injected, and the displacement is suddenly stopped by a means interrupting the displacement so that a pressure impulse is generated in the fuel situated in a closed-off pressure chamber by the stored kinetic energy of the reciprocating piston element being transmitted directly to the fuel situated in the pressure chamber, and in which the pressure impulse is used for the injection of fuel through an injection nozzle device, characterised in that the means interrupting the displacement and generating the pressure impulse is a volume storage element (6) which is provided for the displacement of fuel during the acceleration phase and which is arranged outside the leading, fluid-tight contact region between reciprocating piston element and reciprocating piston cylinder of the reciprocating pump.
2. Device according to Claim 1, characterised in that the means for interrupting the displacement and for generating the pressure increase are constructed as a device (6, 50, 70, 90, 125, 218/223) having a stop means.
3. Device according to Claim 1 and/or 2, characterised in that the stop means (e.g. 37) is constructed to be adjustable in position.
4. Device according to one or more of Claims 1 to 3, characterised in that it has an electromagnetically driven reciprocating pump (1) which is connected to an injection nozzle device (3) via a delivery line (2), a suction line (4), in communication with a fuel reservoir (5), branching off from the delivery line (2) and the volume storage element (6) being connected to the delivery line (2) via a line (7).
5. Device according to Claim 4, characterised in that the pump (1) has a housing (8) in which a toroidal coil (9) is mounted, a rotor (10) being arranged in the region of the coil passage and being constructed as a cylindrical body and guided in a housing cylinder, which rotor is situated in the region of the central longitudinal axis of the toroidal coil (9) and is pressed by means of a compression spring (12) into a starting position in which it bears against the floor (11a) of the housing cylinder, a delivery piston (14) being attached to the end face of the rotor (10) on the injection-nozzle side and plunging relatively deeply into a cylindrical fuel delivery space (15) which is arranged coaxially with the housing cylinder and is in transmitting communication with the pressure line (2).
6. Device according to Claim 4 and/or 5, characterised in that a non-return valve (16) is arranged in the suction line (4).
7. Device according to one or more of Claims 1 to 6, characterised in that the storage element (6) has a housing (22), in the hollow space of which a diaphragm (23) is fitted as the member to be displaced, which diaphragm separates off from the hollow space a fuel-filled space on the pressure-line side and in the relaxed state divides the hollow space into two halves scaled off from each other by the diaphragm, an empty space which has a vault-shaped wall (22a) as the stop means for the diaphragm (23) being arranged on that side of the diaphragm facing away from the line (7).
8. Device according to Claim 7, characterised in that a spring (24) which acts on the diaphragm (23) and functions as a return spring for the diaphragm (23) is arranged in the empty space on that side of the diaphragm (23) facing away from the line (7).
9. Device according to one or more of Claims 6 to 8, characterised in that a non-return valve (16a) which forms, in the space on the injection-valve side, a re-

taining space for maintaining a particular static pressure in the fuel is arranged in the pressure line (2) between the injection valve (3) and the pressure chamber, upstream of the branches (4, 7).

10. Device according to one or more of Claims 1 to 6 and 9, characterised in that a storage piston (31) guided in a cylindrical housing (30) in communication with the line (7) is used as the displacement member for the storage element (6), the cylinder (30) making available an empty volume (33c) into which the piston (31) can be displaced by the fuel.

11. Device according to Claim 10, characterised in that a discharge bore (32) is provided in the region of the empty-space volume (33c).

12. Device according to Claim 10 and/or 11, characterised in that a compression spring (34) which presses the piston (31) into its rest position against a housing wall (33a) on the pressure-line side is fitted in the empty-space volume (33c).

13. Device according to one or more of Claims 10 to 12, characterised in that an axially adjustable stop pin (37) for the piston (31), which passes through the housing wall and is in communication with an adjusting means outside the housing, is arranged in the empty-space volume (33c).

14. Device according to one or more of Claims 1 to 6 and 9, characterised in that the fuel inlet valve (16) is also constructed as a storage element valve (50).

15. Device according to Claim 14, characterised by an integral storage element/inlet valve device (90), having a housing (91) in which there is formed a central longitudinal bore (92) which, at one end, opens into the pressure line (2) via an opening (93a) and, at the other end, opens into a cylindrical valve space (93), channels (94) additionally leading from the bore (92) to the valve space (93) and the valve element being constructed in two parts and comprising a cylinder (95) which is guided in the valve space (93) and in the cylindrical central stepped through-bore of which a piston (96) is displaceably guided, and there being formed in the outer circumferential surface of the cylinder (95) grooves (97) running axially parallel and the cylinder (95) being pressed by a spring (98) into its rest position, in which it rests with its one end face on the tank-side floor of the valve space (93), into which there opens a fuel supply line (99) coming from the fuel reservoir, and there being seated on the tank side in the bore, for the purpose of receiving the piston (96), a spring (100) which presses the piston (96) against the floor of the valve space (93) on the pressure-line side so that the bore (92) is covered, a free space (95a) for

the piston (96) being formed in the tank-side interior space of the cylinder (95).

16. Device according to one or more of Claims 1 to 6 and 9, characterised in that the storage element (6) is of unitary construction with the delivery piston (14) of the reciprocating pump (1).

17. Device according to Claim 16, characterised in that as the storage element use is made of a storage piston (80) which, in a first central longitudinal-axial stepped bore portion (14b), on the pressure-line side, of a stepped bore (14a) passing centrally through the piston (14) and the rotor (10), is pressed by a spring (81) against a stop on the pressure-line side, the piston (80) projecting, in the rest position, with its one end face into the pressure chamber (13) and the bore portion (14b), which receives the storage piston (80), in the delivery piston (14) continuing, after a step (14c), towards the rotor (10) in a further stepped bore portion (14d), on the step (14e) of which there is supported a compression spring (81) which presses against the rotor-side end face of the piston (80).

18. Device according to one or more of Claims 1 to 17, characterised by a hydraulic damping device for the rotor element (10) of the reciprocating pump.

19. Device according to Claim 18, characterised in that the hydraulic damping device is constructed in the manner of a piston-and-cylinder arrangement, there being formed centrally on the rotor (10) a cylindrical projection (10a) which, in the last portion of the rotor return movement, fits into a blind cylinder bore (11b) in the floor (11a) of the cylinder, grooves (10b) being provided, running in the longitudinal direction, in the rotor (10) which connect the space at the rear side of the rotor to the space at the front side of the rotor in the pump cylinder.

20. Device according to Claim 18, characterised in that the pump space (11), through which passes the delivery piston (14), is connected upstream of the piston (10) to the space (11) adjoining the rear side of the rotor by bores (10d) which open, in the region of the rear side of the rotor, into a central overflow channel (10c), a central pin (8a) of a shock damper (8b) projecting with a conical point (8c) in the direction of the mouth of the overflow channel (10c).

21. Device according to Claim 20, characterised in that the central pin (8a) passes, at the rear, through a hole (8d) in the floor (11a), which hole opens into damping space (8e), the pin (8a) ending in the damping space with a ring (8f) which has a greater diameter than the hole (8d), and there being supported on the floor of the damping space a spring

(8g) which presses against the ring (8f), and a channel (8h) connecting the damping space (8e) to the rear rotor space (11).

22. Device according to Claim 20, characterised in that there is provided centrally in the pin (8a) a displacement through-bore (8i), through which the damping medium can be forced into the overflow channel (10c).

23. Device according to Claim 18, characterised in that, during the return movement, the rotor (10) operates a pumping device which at the same time provides a damping device for the rotor (10).

24. Device according to Claim 23, characterised in that an oil pump (260) is connected to the rear floor (11a) of the pump housing (8), which oil pump has a housing (261) in the pump space (261b) of which there is arranged a pump piston (262), the piston rod (262a) of which projects into the working space (11) of the rotor (10), the piston (262) being acted on by a return spring (263) supported on the housing floor (261a) in the region of an outlet (264).

25. Device according to Claim 24, characterised in that the pump space (261b) is in communication with an oil reservoir (266) via an oil supply line (265), a non-return valve (267) being inserted into the oil supply line (265).

26. Device according to Claim 18 and/or 19, characterised in that the blind cylinder bore (11b) is greater in diameter than the diameter of the cylindrical projection (10a) and the projection (10a) or the blind cylinder bore (11b) have a sealing-lip ring (10e) or (10d), respectively, the scaling-lip rings forming the piston seal for the projection (10a).

27. Device according to one or more of Claims 1 to 26, characterised by an auxiliary starting device, having a control valve which is connected to an atomiser (506) of the engine (500) and is impinged by fuel from the fuel tank (502), and the flow resistance of which, together with that of the atomiser (506), is so dimensioned that at the starting speed the fuel demand required for starting can be met by the pressure supply of a pre-pressure pump (501), even without the addition of electrical energy to the injection device (504).

28. Device according to Claim 27, characterised in that there is provision, downstream of the fuel pre-pressure pump (501), which is connected on the suction side to the fuel reservoir (502), for a branching of the fuel supply to the engine, in the currentless state an injection device (504) which is connected to a generator (503) and is constructed in accordance

with the invention, in particular with one of the exemplary embodiments according to the invention, being inactive and the control valve (505), which is for example electromagnetically actuated, being open for the fuel supply to the atomiser (506) on the engine (500).

29. Device according to Claim 27 and/or 28, characterised in that a hand primer (509), present on the engine, is additionally used during the starting process for direct fuel supply to the engine by means of the atomiser (506), which hand primer is arranged in the connecting line (511) from the pump (501) to the control valve (505), the control valve (505) being driven by the injection control device (507) via a control line (510).

30. Device according to Claim 27, characterised in that the control valve (505) is arranged in the injection line (511) between the injection device (504) and the injection nozzle (508).

31. Device according to Claim 30, characterised by a circuit breaker in the line from the injection control device (507) to the control valve (505).

32. Device according to Claim 30 and/or 31, characterised in that the auxiliary starting device according to the invention is used for the emergency operation of the engine, a metering valve (505) bringing about a variation of the quantity of fuel.

33. Device according to Claim 32, characterised in that the metering valve (505) has a housing (520), into which there is inserted a coil (521) serving to drive a rotor (522) which is displaceably mounted in a bore (523) of the housing (520) and is urged in its rest position by a return spring (524) against an adjustable stop (525) which is arranged in the housing (520) and to which a cable pull (526) is attached outside the housing, longitudinal grooves (527) which allow a communication of the fuel present in the bore (523) between the front side and the rear side of the rotor (522) being formed peripherally in the rotor (522), and the stop (525), constructed in the form of a piston, passing through the housing end wall (520b) and being prestressed in the housing (520) with respect to the housing end wall (520b) by means of a spring (528), and a metering piston (527) being of unitary construction with that end face of the rotor (522) lying opposite the stop (525), and this end face additionally being acted on by the return spring (524) which is supported, at the other end, against the end wall (520a) of the housing (520), and the metering piston (527) projecting with a conically tapering pointed end into the delivery line (511), from which furthermore a connecting line (511a) branches off to the atomiser (506), and the

cable pull (526), which is attached to the stop (525) prestressed under spring force against the rotor (522), being connected to the throttle valve (530).

34. Device according to one or more of Claims 1 to 33, characterised by a circuit for driving the rotor-exciting coil (9, 600), which is connected to a power transistor (601) connected to earth via a precision resistor (602), a comparator (603) being connected by its output to the control input of the transistor (601), for example to the transistor base, and the non-inverting input of the comparator (603) receiving a current desired value obtained, for example, by means of a microcomputer and the inverting input of the comparator (603) being connected to that side of the precision resistor which is connected to the transistor (601).

35. Device according to one or more of Claims 1 to 34, having an injection nozzle characterised by a valve-seat tube (701) with an annular channel (708) at the end, a diaphragm plate (704) which is prestressed in the direction of the valve seat, has a central hole and covers the annular channel (708), if desired a spigot insert (702) in the hole of the diaphragm (704), a circlip (705) and a pressure line (706).

36. Device according to one or more of Claims 1 to 35, characterised by a fuel supply device without a return line to the tank, use being made of a second fuel pump, gas-separating chamber with float valve, and a cooler.

37. Device according to Claim 35, characterised by a gas-separating chamber (805), into which fuel (802) is pumped from a tank (803) by means of a pump (801) via a line (804), and from which fuel is supplied to an injection valve (811) by means of a pump (810) via a fuel line (809), a line (812) in which a pressure regulator (813) and a cooler (814) are arranged being led back into the gas-separating chamber (805) from the injection valve (811), there being provided in the gas separator (805) a float (806) which operates a vent valve (807) seated in a discharge line (808) which opens into the gas-separating chamber (805).

38. Device according to Claim 37, characterised in that the fuel line (812) opens into the gas-separating chamber (805) above the liquid level (805a).

39. Device according to Claim 36 and/or 38, characterised in that the vent line (808) opens into the gas-separating chamber (805) above the liquid level (805a).

40. Device according to one or more of Claims 37 to 39, characterised in that the fuel line (804) opens into

the gas-separating chamber (805) above the liquid level (805a).

41. Device according to one or more of Claims 37 to 40, characterised in that all the devices of the fuel injection system are arranged in the engine compartment (815), except for the tank (803).

Revendications

1. Dispositif d'injection de carburant fonctionnant selon le principe de l'accumulateur d'énergie à solide, un élément de piston alternatif guidé dans un cylindre de pompe d'une pompe à piston alternatif entraîné par un électroaimant refoulant des quantités partielles du carburant à éjecter, au cours d'une phase d'accélération sensiblement sans résistance, pendant laquelle l'élément du piston élévateur accumule de l'énergie cinétique, avant l'éjection dans la région de la pompe, le refoulement étant brusquement arrêté par un moyen interrompant le refoulement, de manière à engendrer un choc sous pression dans le carburant présent dans un espace de pression fermé, l'énergie cinétique accumulée par l'élément du piston élévateur étant directement transférée au carburant présent dans l'espace de pression, et ledit choc sous pression étant utilisé pour l'éjection de carburant au moyen d'un dispositif à buse d'injection, caractérisé en ce que le moyen qui interrompt le refoulement et engendre le choc sous pression est un élément à volume accumulateur (6) prévu pour le refoulement de carburant au cours de la phase d'accélération, et disposé à l'extérieur de la région de contact conductrice, étanche aux liquides, entre l'élément du piston élévateur et le cylindre à piston élévateur de la pompe à piston élévateur.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moyen pour interrompre le refoulement ou pour engendrer l'augmentation de la pression présente la forme d'un dispositif (6, 50, 70, 90, 125, 218, 223) comportant un moyen de butée.

3. Dispositif selon la revendication 1 et/ou 2, caractérisé en ce que la position du moyen de butée (par exemple 37) peut être réglée.

4. Dispositif selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comporte une pompe à piston élévateur (1) entraînée électromagnétiquement qui est reliée par une conduite d'alimentation (2) à un dispositif à buse d'injection (3), une conduite d'aspiration (4) étant dérivée de la conduite d'alimentation (2), cette conduite étant en relation avec le ré-

servoir de carburant (5), l'élément à volume accumulateur (6) étant relié à la conduite d'alimentation (2) par une conduite (7).

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que la pompe (1) comporte un boîtier (8) dans lequel est placée une bobine annulaire (9), une armature (10) étant agencée dans la région de passage de la bobine, cette armature, qui présente la forme d'un corps cylindrique, étant guidée dans un cylindre de boîtier disposé dans la région de l'axe longitudinal central de la bobine annulaire (9), et étant poussée par un ressort de pression (12) dans une position de départ où elle est appliquée sur le fond (11a) du cylindre de boîtier, un piston d'alimentation (14) étant monté sur la face frontale côté buse d'injection de l'armature (10), ce piston plongeant de manière relativement profonde dans un espace d'alimentation en carburant cylindrique (15) disposé coaxialement au cylindre de boîtier, et en relation de transmission avec la conduite de pression (2). 5 10
6. Dispositif selon la revendication 1 et/ou 5, caractérisé en ce qu'un clapet anti-retour (16) est disposé dans la conduite d'aspiration (4). 25
7. Dispositif selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'élément accumulateur (6) présente un boîtier (22) dans l'espace creux duquel est montée tendue une membrane (23) servant d'organe de refoulement et séparant de l'espace creux du côté de la conduite de pression, une chambre remplie de carburant, cette membrane séparant de manière étanche, à l'état détendu, l'espace creux en deux moitiés, un espace vide étant prévu sur le côté opposé à la conduite (7) de la membrane, cet espace vide comportant une paroi en forme de voûte (22a) servant de moyen de butée à la membrane (23). 30 40
8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que, sur le côté opposé à la conduite (7) de la membrane (23), est disposé un ressort (24) agissant sur la membrane dans l'espace vide, ce ressort servant de ressort de rappel de la membrane (23). 45
9. Dispositif selon l'une ou plusieurs des revendications 6 à 8, caractérisé en ce qu'un clapet anti-retour (16a) est disposé dans la conduite de pression (2), entre la soupape d'injection (3) et l'espace de pression en amont des branchements (4, 7), ce clapet formant dans la chambre côté soupape d'injection, un espace d'accumulation pour le maintien d'une certaine pression accumulée dans le carburant. 50 55

10. Dispositif selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 6 et 9, caractérisé en ce qu'on utilise en tant qu'organe de refoulement pour l'élément d'accumulation (6), un piston accumulateur (31) guidé dans un boîtier cylindrique (30) qui est en relation avec la conduite (7), le cylindre (30) fournissant un volume vide (33c) dans lequel le piston (31) peut être refoulé par le carburant.
11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'un alésage d'évacuation (32) est disposé dans la région du volume vide (33c).
12. Dispositif selon la revendication 10 et/ou 11, caractérisé en ce que dans le volume vide (33c) est tendu un ressort de pression (34) qui pousse le piston (31) en position de repos contre une paroi de boîtier (33a) du côté de la conduite de pression.
13. Dispositif selon l'une ou plusieurs des revendications 10 à 12, caractérisé en ce que dans le volume vide (33c) est disposé un axe de butée axialement réglable (37) pour le piston (31), cet axe traversant la paroi de boîtier et étant relié, à l'extérieur du boîtier, à un moyen de réglage.
14. Dispositif selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 6 et 9, caractérisé en ce que la soupape d'alimentation en carburant (16) présente également la forme d'une soupape d'accumulation (50).
15. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé par un dispositif intégral élément d'accumulation-soupape d'alimentation (90) qui présente un boîtier (91) dans lequel est agencé un alésage longitudinal central (92) dont une extrémité débouche par une ouverture (93a) dans la conduite de pression (2), et dont l'autre extrémité débouche dans un espace de soupape cylindrique (93), des rainures (94) menant en outre de l'alésage (92) vers l'espace de soupape (93), l'élément de soupape étant formé en deux parties et entourant un cylindre (95) guidé dans l'espace de soupape (93), un piston (96) pouvant coulisser dans un alésage cylindrique traversant central échelonné, des gorges (97) d'axes parallèles étant formées sur la surface extérieure du cylindre (95), ledit cylindre (95) étant poussé par un ressort (98) dans sa position de repos dans laquelle une de ses faces frontales est appliquée sur le fond côté réservoir de l'espace de soupape (93) dans lequel débouche une conduite d'alimentation en carburant (99) venant du réservoir à carburant, un ressort (100) étant disposé côté réservoir dans l'alésage pour recevoir le piston (96), ce ressort poussant le piston (96) contre le fond cô-

té conduite de pression de l'espace de soupape (93), de manière à recouvrir l'alésage (92), un espace libre (95a) pour le piston (96) étant formé dans l'espace intérieur côté réservoir du cylindre (95).

16. Dispositif selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 6 et 9, caractérisé en ce que l'élément accumulateur (6) forme une unité modulaire avec le piston d'alimentation (14) de la pompe à piston élévateur (1).

17. Dispositif selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'un piston accumulateur (80) sert d'élément accumulateur, ce piston étant poussé par un ressort (81) dans une première section d'alésage échelonné d'axe longitudinal central côté conduite de pression (14b) d'un alésage échelonné (14a) traversant centralement le piston (14) et l'armature (10), contre une butée côté conduite de pression, le piston (80) faisant saillie, dans la position de repos, par l'une de ses faces frontales dans la chambre de pression (15), et la section d'alésage (14b) du piston d'alimentation (14) qui accueille le piston accumulateur (80) étant prolongée après un échelon (14c), vers l'armature (10), par une section d'alésage échelonné supplémentaire (14d) sur l'échelon (14e) de laquelle s'appuie un ressort de pression (81) qui exerce une pression sur la face frontale côté armature du piston (80).

18. Dispositif selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 17, caractérisé par un dispositif d'amortissement hydraulique pour l'élément d'armature (10) de la pompe à piston élévateur.

19. Dispositif selon la revendication 18, caractérisé en ce que le dispositif d'amortissement hydraulique est agencé en forme d'unité à piston et cylindre, un prolongement cylindrique (10a) étant formé centralement sur l'armature (10), ce prolongement s'emboîtant au cours de la dernière étape du mouvement de rappel de l'armature, dans un alésage cylindrique borgne (11b) du fond (11a) du cylindre, des gorges (10b) étant prévues dans l'armature (10) dans la direction longitudinale, ces gorges reliant l'espace côté postérieur de l'armature à l'espace côté antérieur de l'armature du cylindre de pompe.

20. Dispositif selon la revendication 18, caractérisé en ce que l'espace de pompe traversé par le piston d'alimentation (14) et situé en avant de celui-ci est relié à l'espace (11) adjacent côté postérieur de l'armature par des alésages (10d) qui débouchent dans la région de la face postérieure de l'armature dans un canal central de trop-plein (10c), une tige centrale (8a) d'un amortisseur de chocs

(8b) étant prolongée par une pointe conique (8c) dans la direction de l'embouchure du canal de trop-plein (10c).

21. Dispositif selon la revendication 20, caractérisé en ce que l'extrémité postérieure de la tige centrale (8a) traverse un trou (8d) dans le fond (11a), ce trou débouchant dans un espace d'amortissement (8e), la tige (8a) se terminant dans l'espace d'amortissement par un anneau (8f) de plus grand diamètre que le trou (8d), un ressort (8g) s'appuyant sur le fond de l'espace d'amortissement, ce ressort exerçant une pression sur l'anneau (8f), et un canal (8h) reliant l'espace d'amortissement (8e) à l'espace (11) côté postérieur de l'armature.

22. Dispositif selon la revendication 20, caractérisé en ce qu'un alésage traversant de refoulement (8i) est agencé centralement dans la tige (8a), l'agent d'amortissement pouvant être poussé dans cet alésage dans le canal de trop-plein (10c).

23. Dispositif selon la revendication 18, caractérisé en ce que lors du mouvement de rappel, l'armature (10) sert un dispositif de pompage qui fournit en même temps un dispositif d'amortissement pour l'armature (10).

24. Dispositif selon la revendication 23, caractérisé en ce qu'une pompe à huile (260) est reliée au fond postérieur (11a) du boîtier de pompe (8), cette pompe comportant un boîtier (261) dans l'espace de pompage (261b) duquel est disposé un piston de pompe (262) dont la tige de piston (262a) fait saillie dans l'espace de travail (11) de l'armature (10), le piston (262) étant chargé par un ressort de rappel (263) qui s'appuie sur le fond de boîtier (261a) dans la région d'un moyen d'évacuation (264).

25. Dispositif selon la revendication 24, caractérisé en ce que l'espace de pompe (261b) est relié au réservoir d'huile (266) par une conduite d'alimentation en huile (265), un clapet anti-retour (267) étant placé dans la conduite d'alimentation en huile (265).

26. Dispositif selon la revendication 18, et/ou 19, caractérisé en ce que le diamètre de l'alésage cylindrique borgne (11b) est supérieur au diamètre du prolongement cylindrique (10a), et que le prolongement (10a) ou l'alésage cylindrique borgne (11b) comportent un joint d'étanchéité annulaire à lèvres (10e) respectivement (10d), les joints d'étanchéité à lèvres formant le joint de piston pour le prolongement (10a).

27. Dispositif selon l'une ou plusieurs des revendica-

tions 1 à 26,

caractérisé par un dispositif de démarrage auxiliaire qui comporte une vanne de commande reliée à un pulvérisateur (506) du moteur (500) et alimenté en carburant par le réservoir à carburant, la résistance au passage de cette vanne ainsi que celle du pulvérisateur (506) étant déterminée de manière à ce que la pression fournie par une pompe à pression d'admission (501) pour une vitesse de rotation de démarrage, couvre la quantité de carburant nécessaire au démarrage, même sans apport d'énergie électrique au dispositif d'injection (504).

28. Dispositif selon la revendication 27, caractérisé en ce qu'en aval de la pompe à pression d'admission du carburant (501) qui est reliée côté aspiration au réservoir à carburant (502), on a prévu une ramification de l'arrivée de carburant au moteur, un dispositif d'injection (504) relié à un générateur (503) agencé selon l'invention, en particulier selon l'un des exemples d'exécution selon l'invention, étant inactif à l'état sans courant, et la soupape de commande (505), actionnée par exemple électromagnétiquement, étant ouverte pour que du carburant puisse arriver au pulvérisateur (506) du moteur (500).

29. Dispositif selon la revendication 27 et/ou 28, caractérisé en ce qu'on utilise en outre au démarrage une pompe à main (509) disposée près du moteur pour amener directement du carburant au moteur en passant par le pulvérisateur (506), cette pompe étant disposée dans la conduite de liaison (511) entre la pompe (501) et la soupape de commande (505), le pilotage de la vanne de commande (505) étant effectué par la commande d'injection (507) via une conduite de commande (510).

30. Dispositif selon la revendication 27, caractérisé en ce que la vanne de commande (505) est disposée dans la conduite d'injection (511) entre le dispositif d'injection (504) et la buse d'injection (508).

31. Dispositif selon la revendication 30, caractérisé par un moyen d'interruption disposé dans la conduite menant de la commande d'injection (507) vers la vanne de commande (505).

32. Dispositif selon la revendication 30 et/ou 31, caractérisé en ce que le dispositif de démarrage auxiliaire selon l'invention est utilisé pour le régime de secours du moteur, une vanne de dosage (505) permettant le dosage de la quantité de carburant.

33. Dispositif selon la revendication 32, caractérisé en ce que la vanne de dosage (505) comporte un boîtier (520) dans lequel est placée

une bobine (521) qui sert à entraîner une armature (522) disposée pour pouvoir coulisser dans un alésage (523) du boîtier (520), l'armature étant poussée, dans sa position de repos, par un ressort de rappel (524) contre une butée réglable (525) disposée dans le boîtier (520), un câble de transmission (526) étant relié à cette butée à l'extérieur du boîtier, des gorges longitudinales (527) étant formées dans l'armature (522) sur la périphérie de celle-ci, ces gorges permettant une communication du carburant présent dans l'alésage (523) entre le côté antérieur et postérieur de l'armature (522), la butée (525) en forme de piston traversant la paroi frontale (520b) du boîtier et étant précontrainte par rapport à la paroi frontale du boîtier (520b) dans le boîtier (520), au moyen d'un ressort (528), un piston de dosage (527) étant formé de manière intégrale avec la face frontale de l'armature (522) opposée à la butée (525), cette face frontale étant en outre soumise à l'action du ressort de rappel (524) qui s'appuie par l'autre extrémité contre la paroi frontale (520a) du boîtier (520), le piston de dosage (527) faisant saillie par une pointe conique dans la conduite d'alimentation (511) de laquelle dérive en outre une conduite de liaison (511a) vers le pulvérisateur (506), le câble de transmission (526), relié à la butée (525) précontrainte par une force élastique par rapport à l'armature (522), étant relié au clapet d'étranglement (530).

34. Dispositif selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 33, caractérisé par un circuit de pilotage de la bobine d'excitation (9, 600) relié à un transistor de puissance (601) qui est relié à la masse par une résistance série (602), la sortie d'un comparateur (603) étant appliquée à l'entrée de commande du transistor (601), par exemple à la base du transistor, l'entrée non inverseuse du comparateur (603) étant chargée d'une valeur de courant de référence, obtenue par exemple au moyen d'un micro-ordinateur, l'entrée inverseuse du comparateur (603) étant reliée au côté de la résistance série qui est connecté au transistor (601).

35. Dispositif selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 34, comportant une buse d'injection, caractérisé par un tube de siège de soupape (701) comportant un canal annulaire d'extrémité (708), une plaque de membrane (704) précontrainte dans la direction du siège de soupape et comportant un trou central, cette plaque couvrant le canal annulaire (708), éventuellement par un têtou (702) inséré dans le trou de la membrane (704), un jonc (705), et une conduite de pression (706).

36. Dispositif selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 35,

caractérisé par un dispositif d'alimentation en carburant sans conduite de retour vers le réservoir, utilisant une deuxième pompe à carburant, une chambre de séparation de gaz avec une valve flottante, et un moyen de refroidissement.

5

- 37.** Dispositif selon la revendication 35, caractérisé par une chambre de séparation de gaz (805) dans laquelle on pompe du carburant (802) d'un réservoir (803), au moyen d'une pompe (801), par une conduite (804), une pompe (810) amenant du carburant à partir de cette chambre par une conduite de carburant (809) vers une soupape d'injection (811), une conduite (812) retournant de la soupape d'injection (811) vers la chambre de séparation de gaz (805) dans laquelle sont disposés un dispositif de réglage de la pression (813) et un moyen de refroidissement (814), un flotteur (806) étant prévu dans la chambre de séparation de gaz (805), ce flotteur servant une soupape d'aération (807) disposée dans une conduite d'évacuation (808) qui débouche dans la chambre de séparation de gaz (805).
- 38.** Dispositif selon la revendication 37, caractérisé en ce que la conduite de carburant (812) débouche dans la chambre de séparation de gaz (805) au-dessus du niveau du liquide (805a).
- 39.** Dispositif selon la revendication 36 et/ou 38, caractérisé en ce que la conduite d'aération (808) débouche dans la chambre de séparation de gaz (805) au-dessus du niveau du liquide (805a).
- 40.** Dispositif selon l'une ou plusieurs des revendications 37 à 39, caractérisé en ce que la conduite de carburant (804) débouche dans la chambre de séparation de gaz (805) au-dessus du niveau du liquide (805a).
- 41.** Dispositif selon l'une ou plusieurs des revendications 37 à 40, caractérisé en ce que tous les dispositifs du dispositif d'injection de carburant, sauf le réservoir, sont agencés dans l'espace du moteur (815).

45

50

55

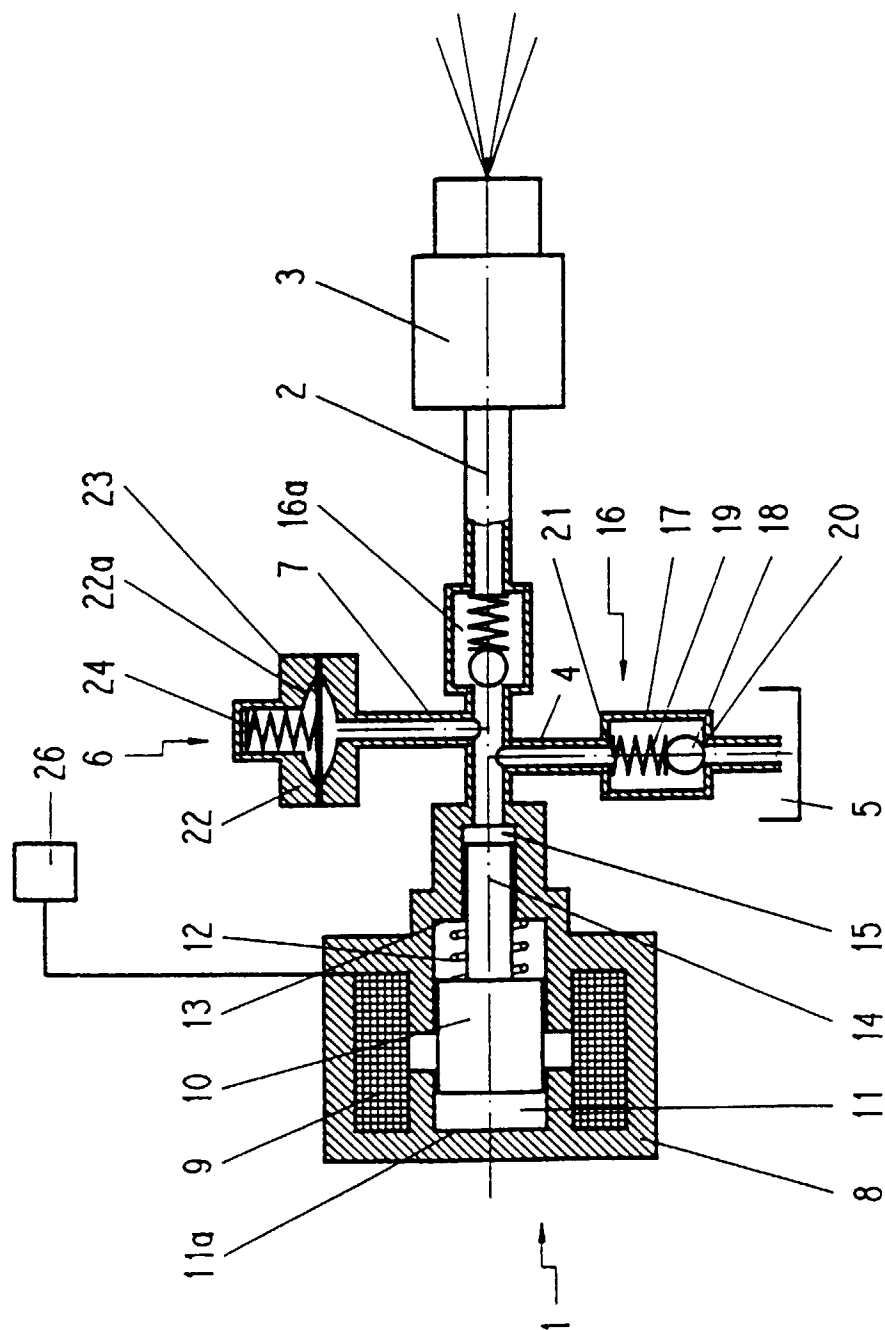


Fig. 1

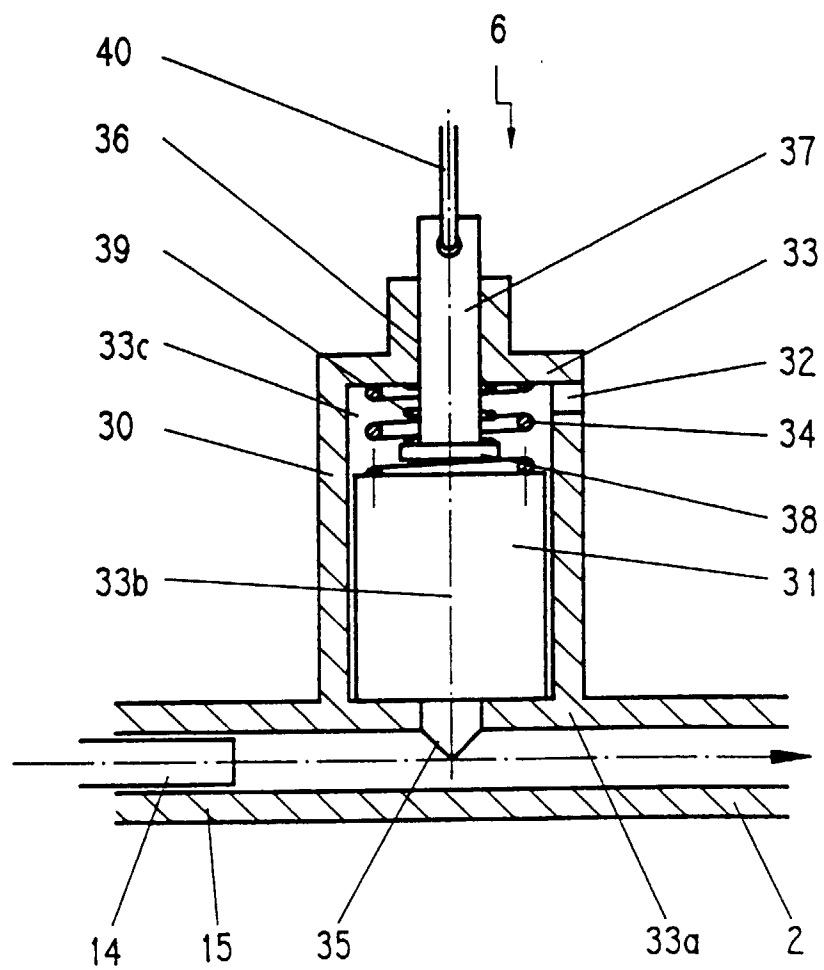


Fig. 2

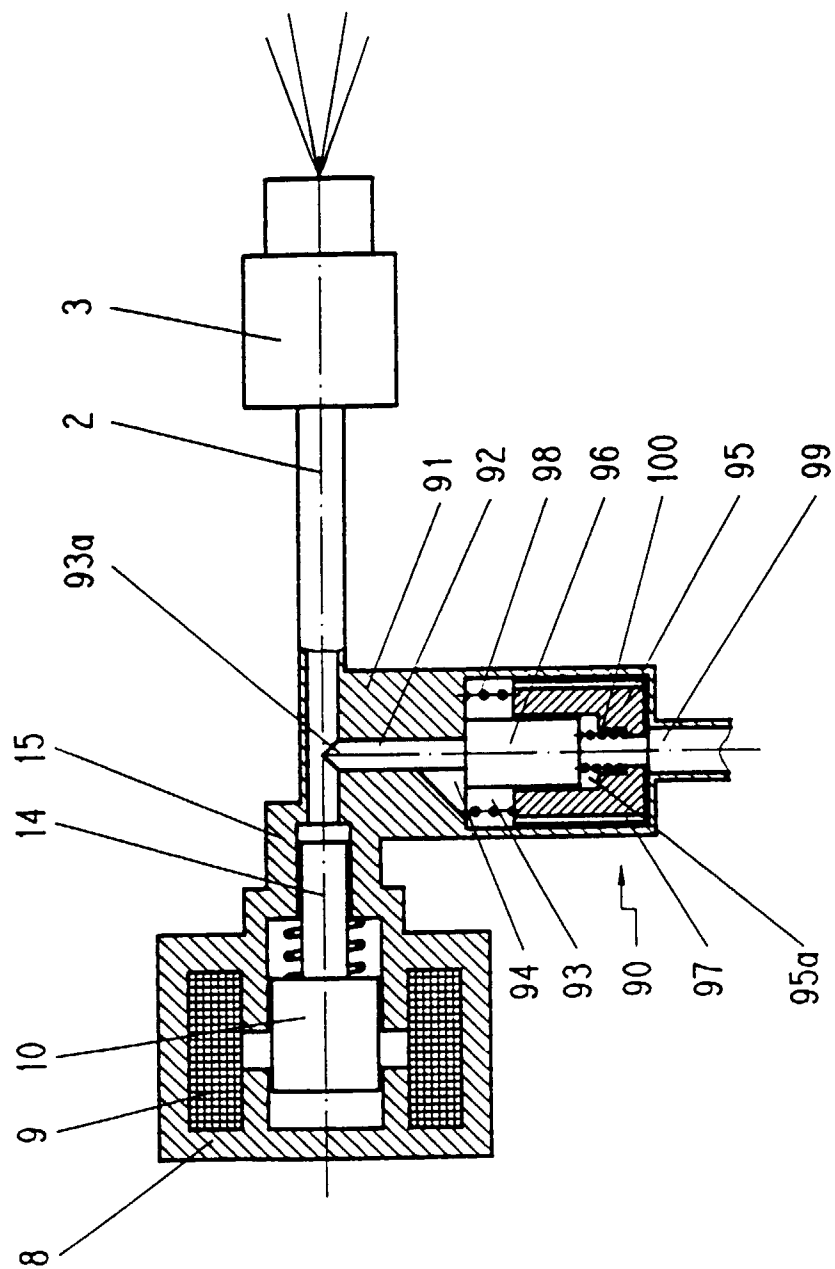


Fig. 3

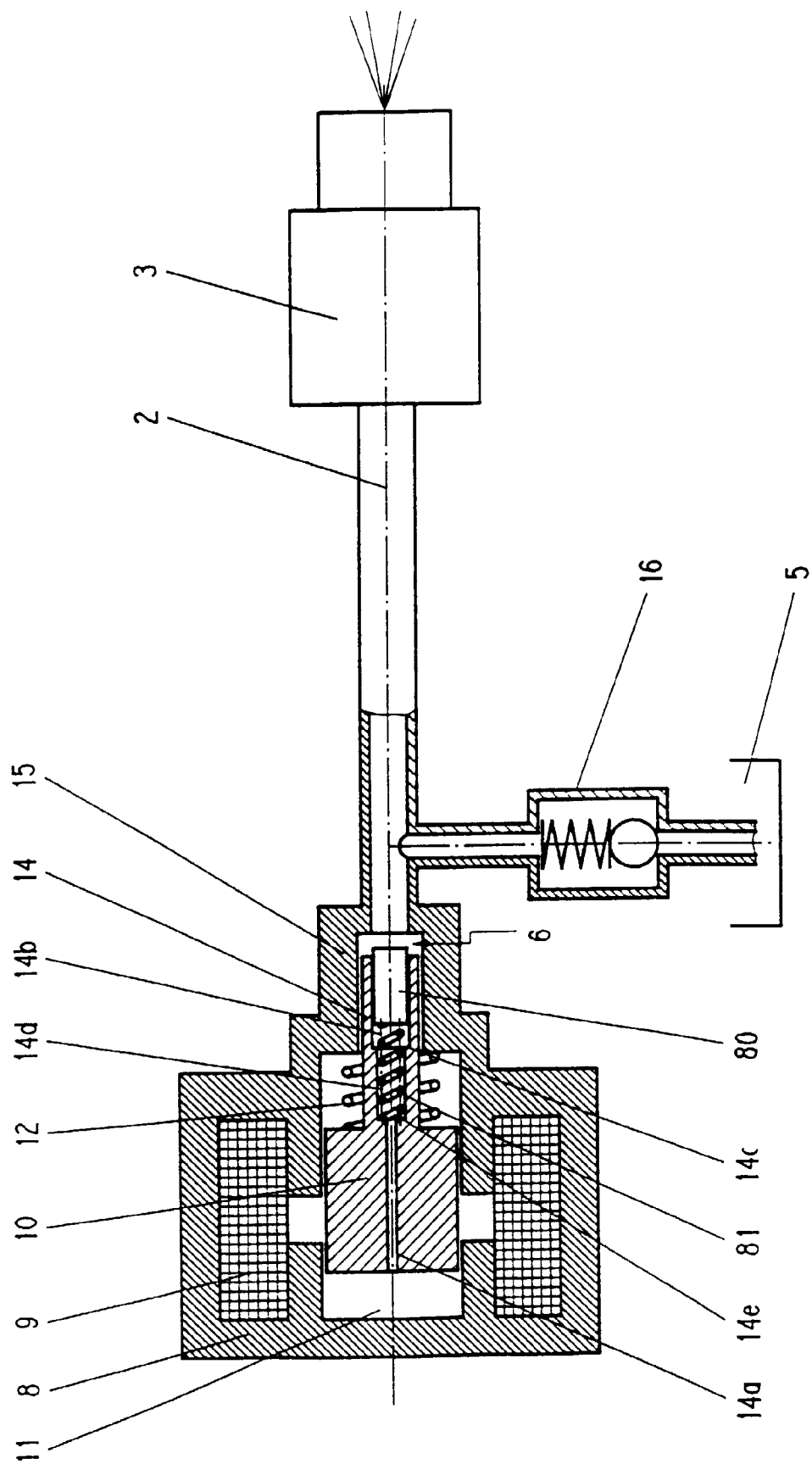


Fig. 4

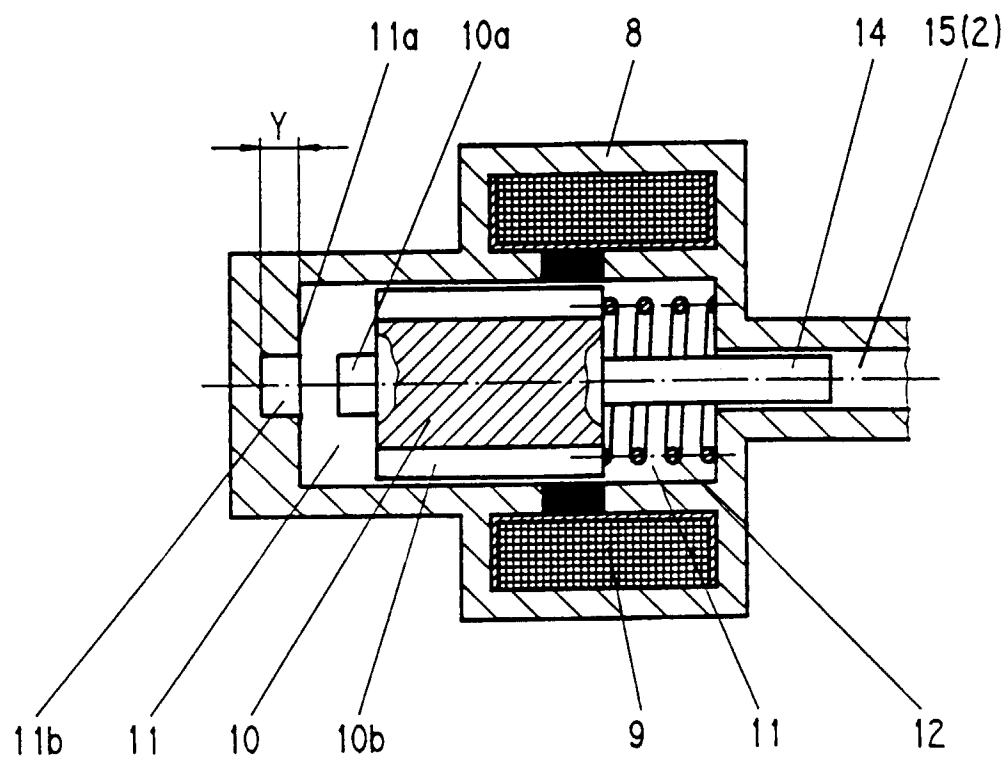


Fig. 5

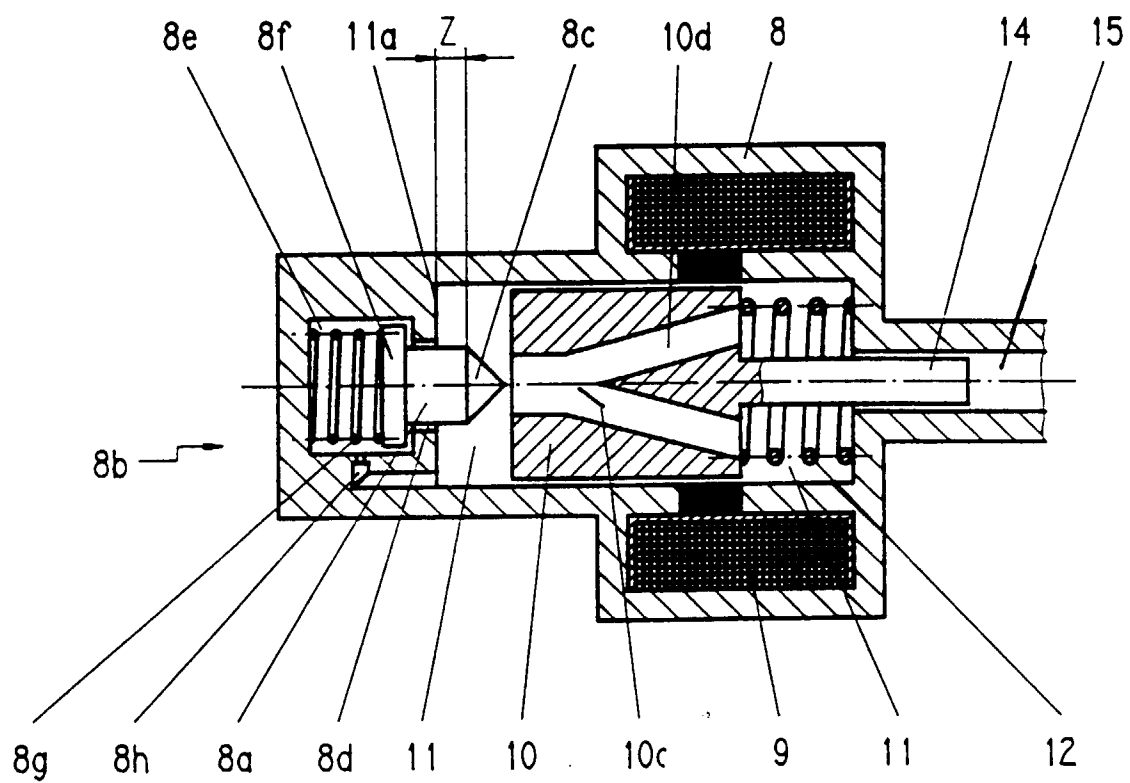


Fig. 6a

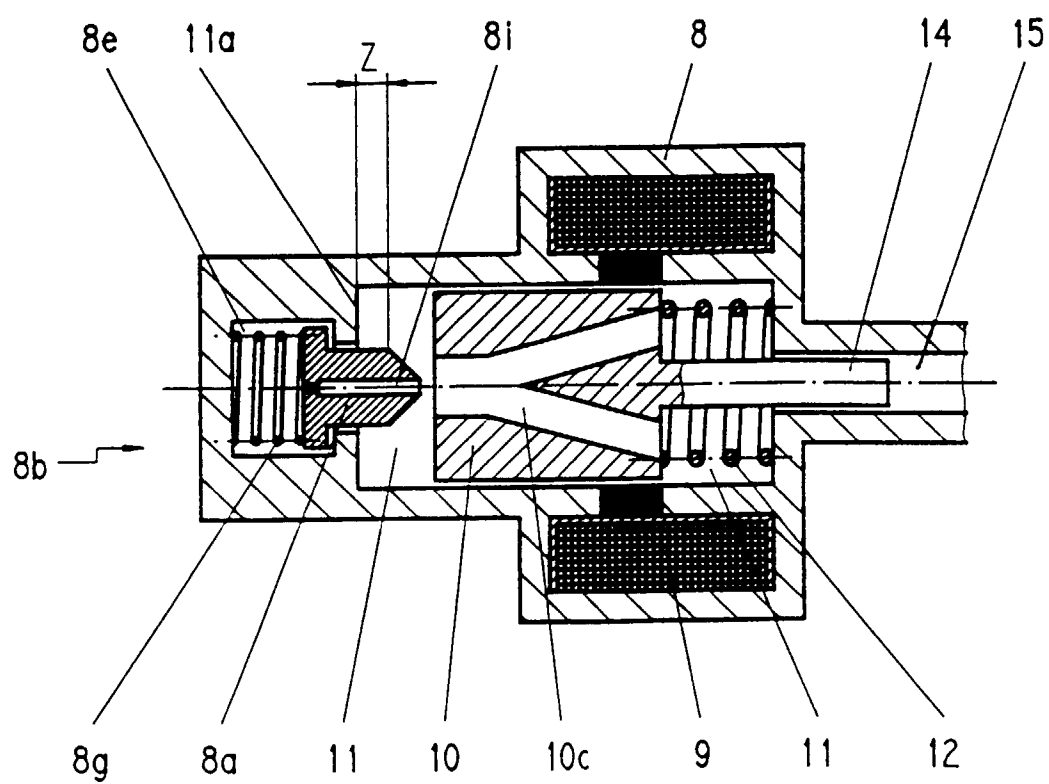


Fig. 6b

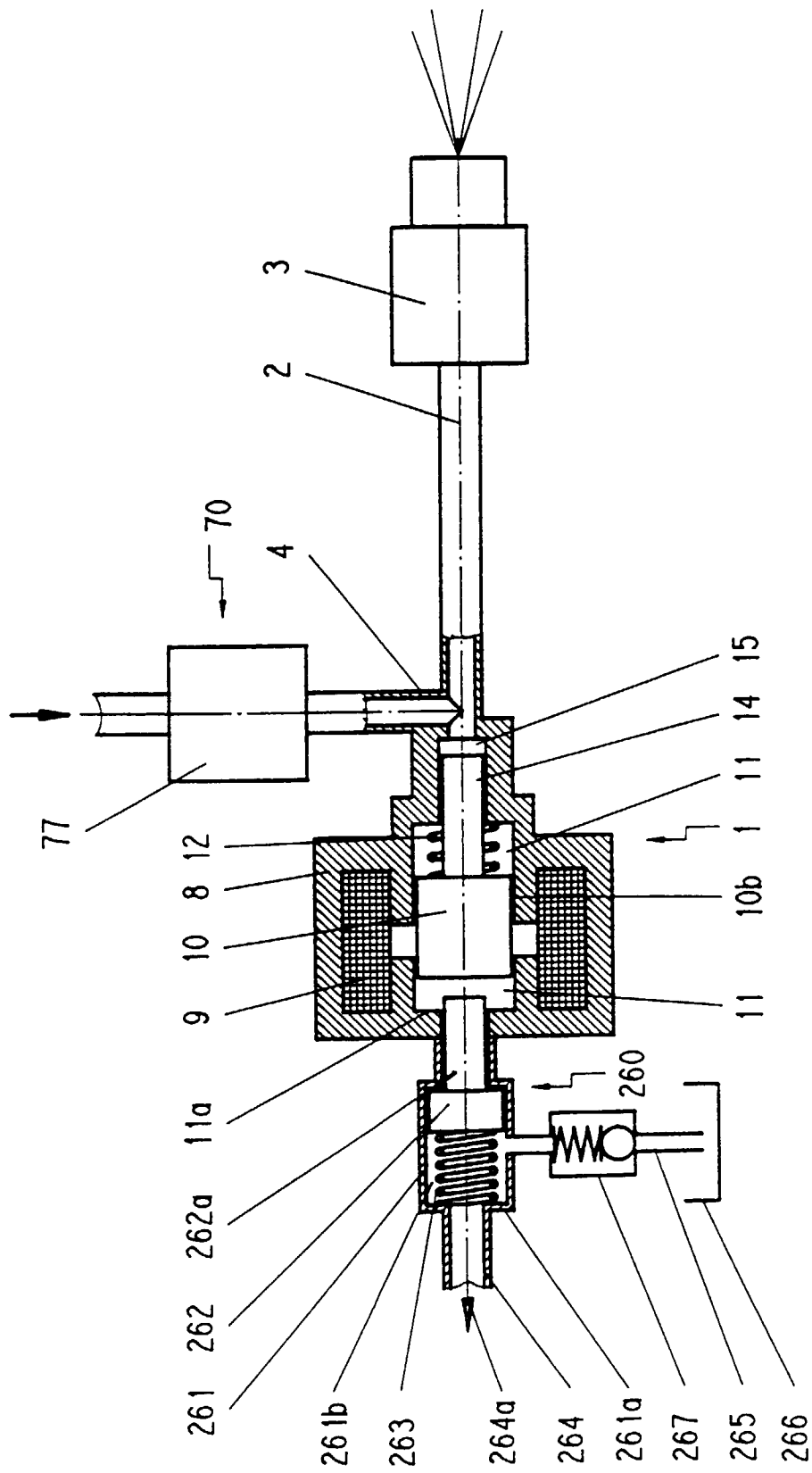


Fig. 7

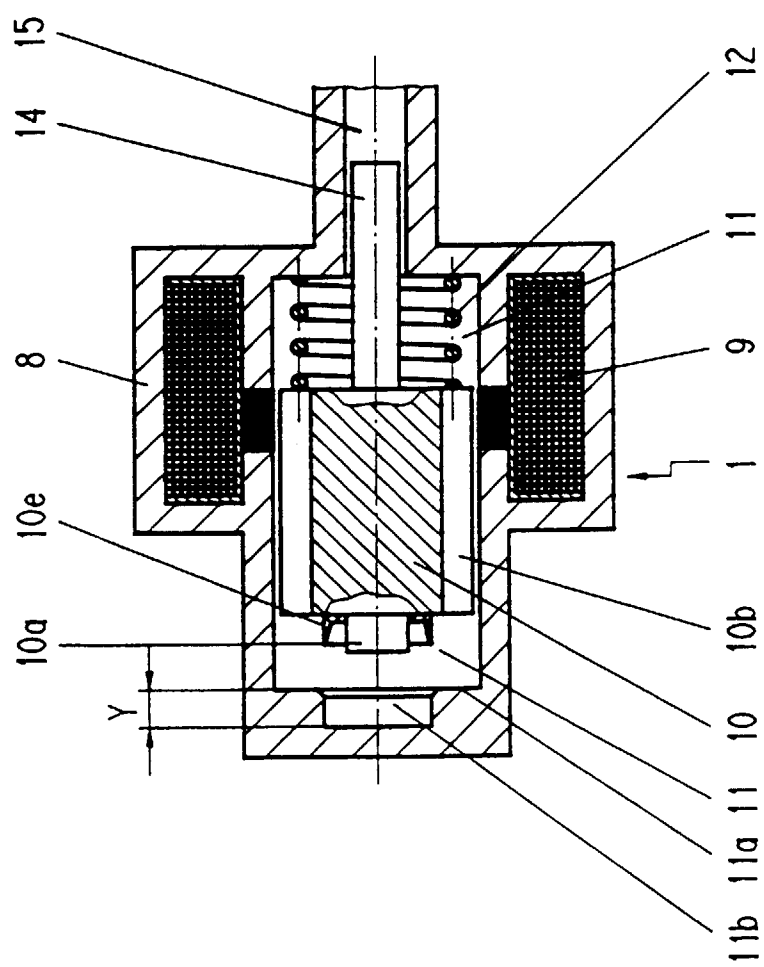


Fig. 8a

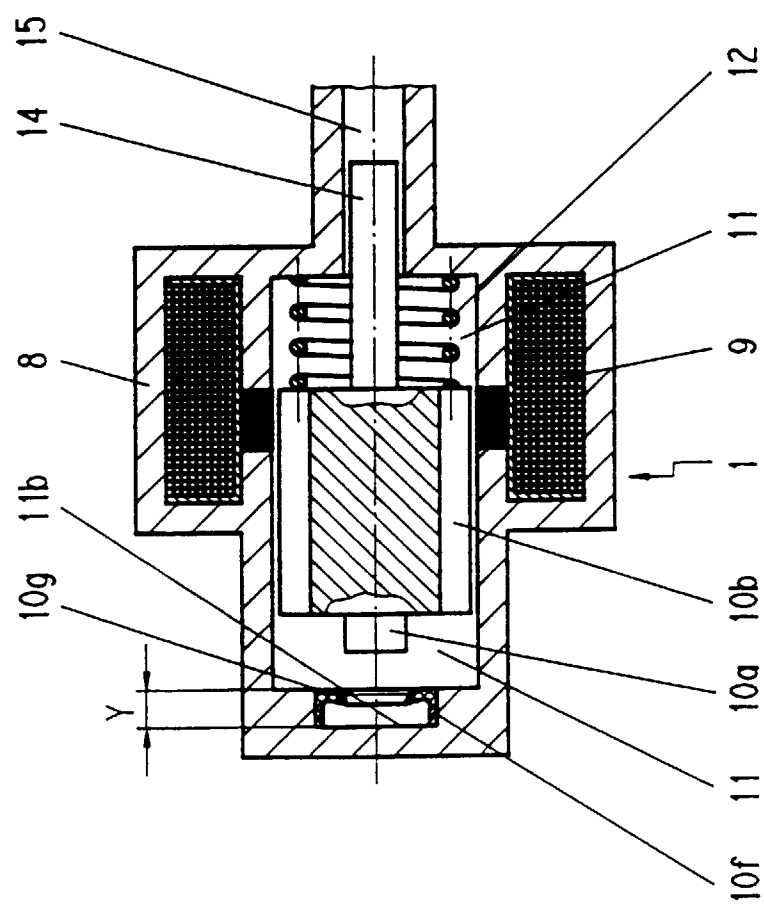


Fig. 8b

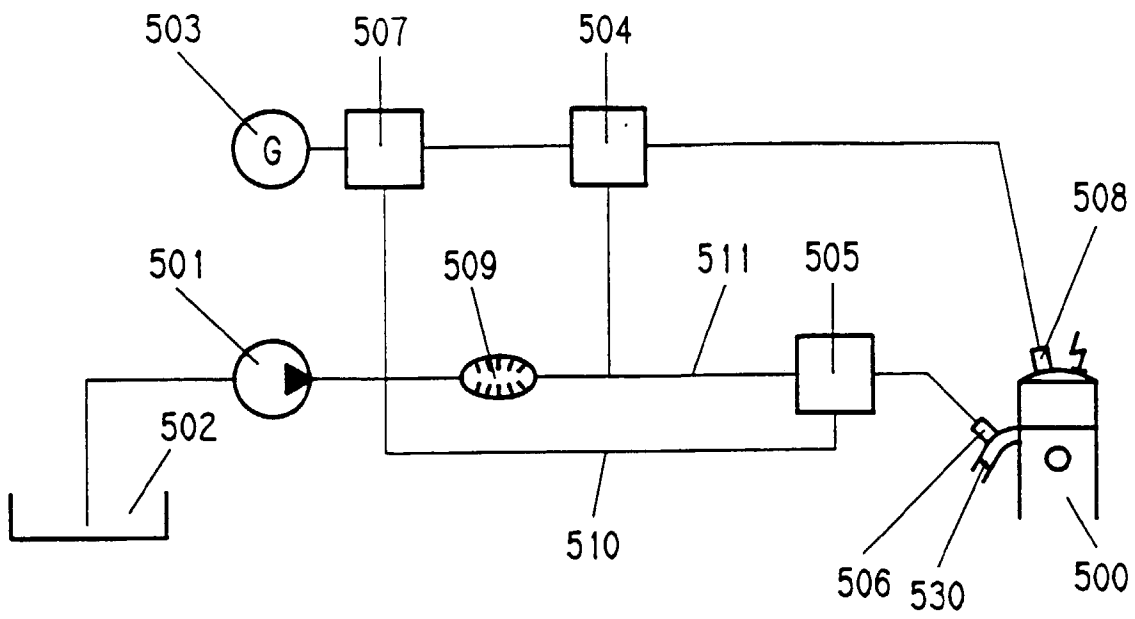


Fig. 9

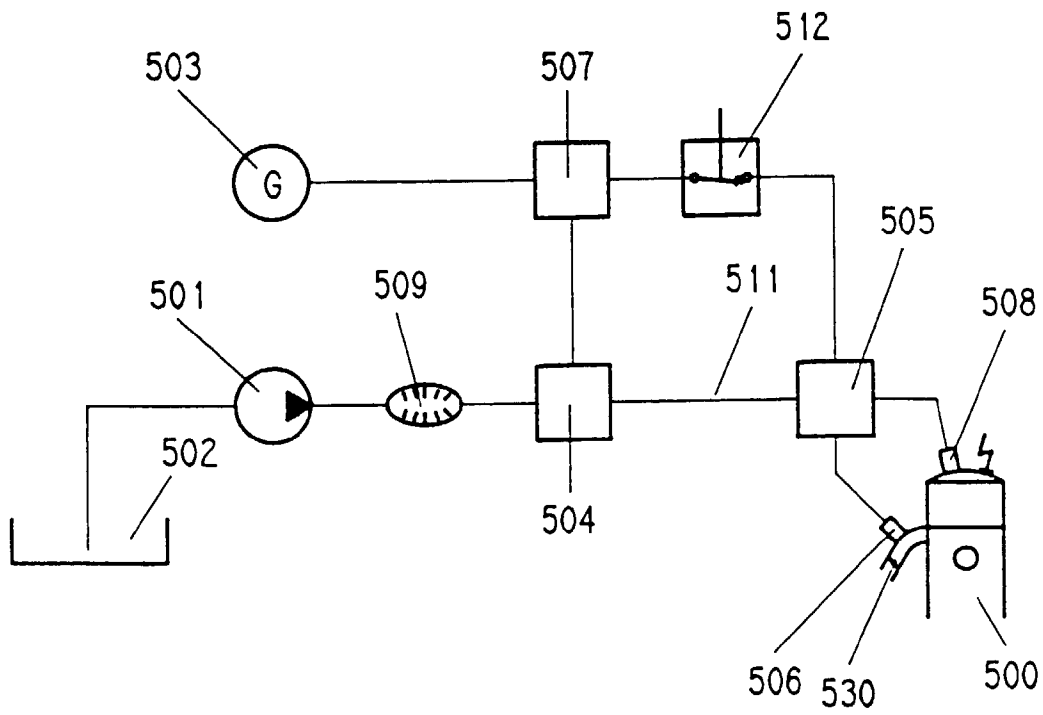


Fig. 10

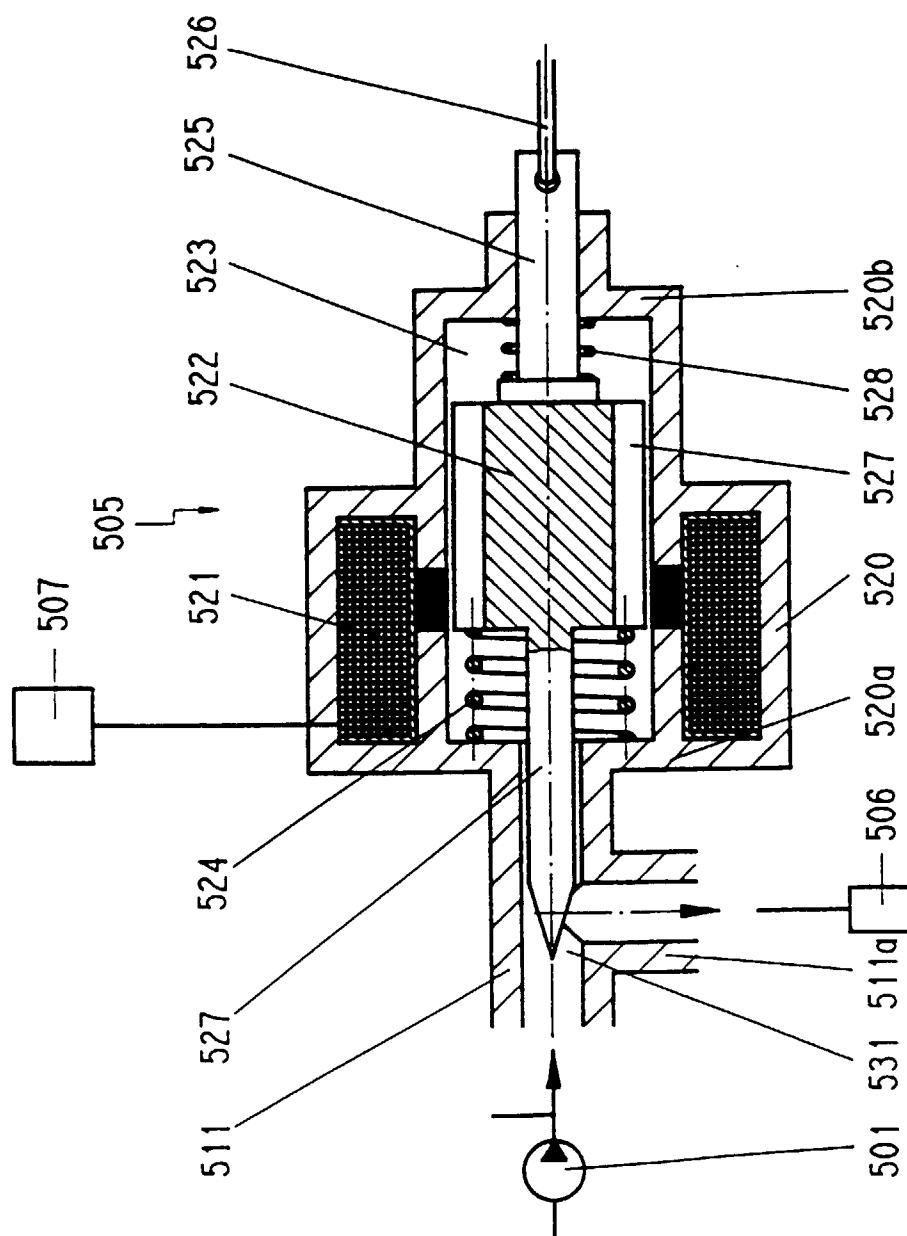


Fig. 11

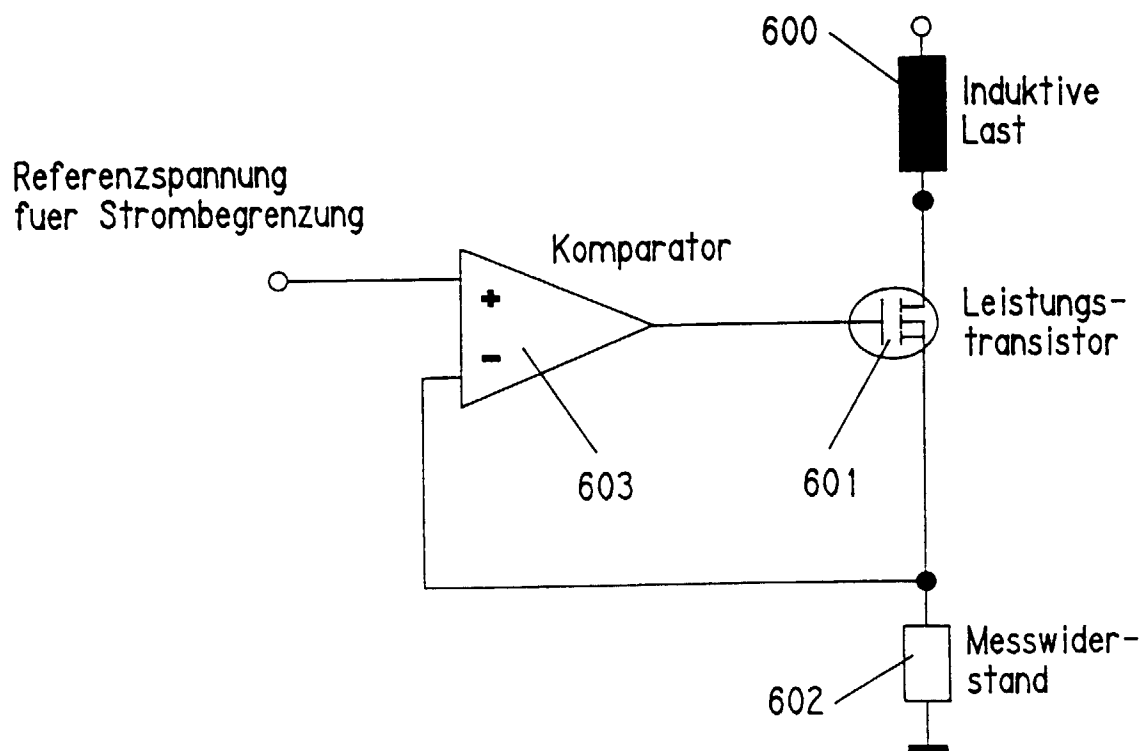


Fig. 12

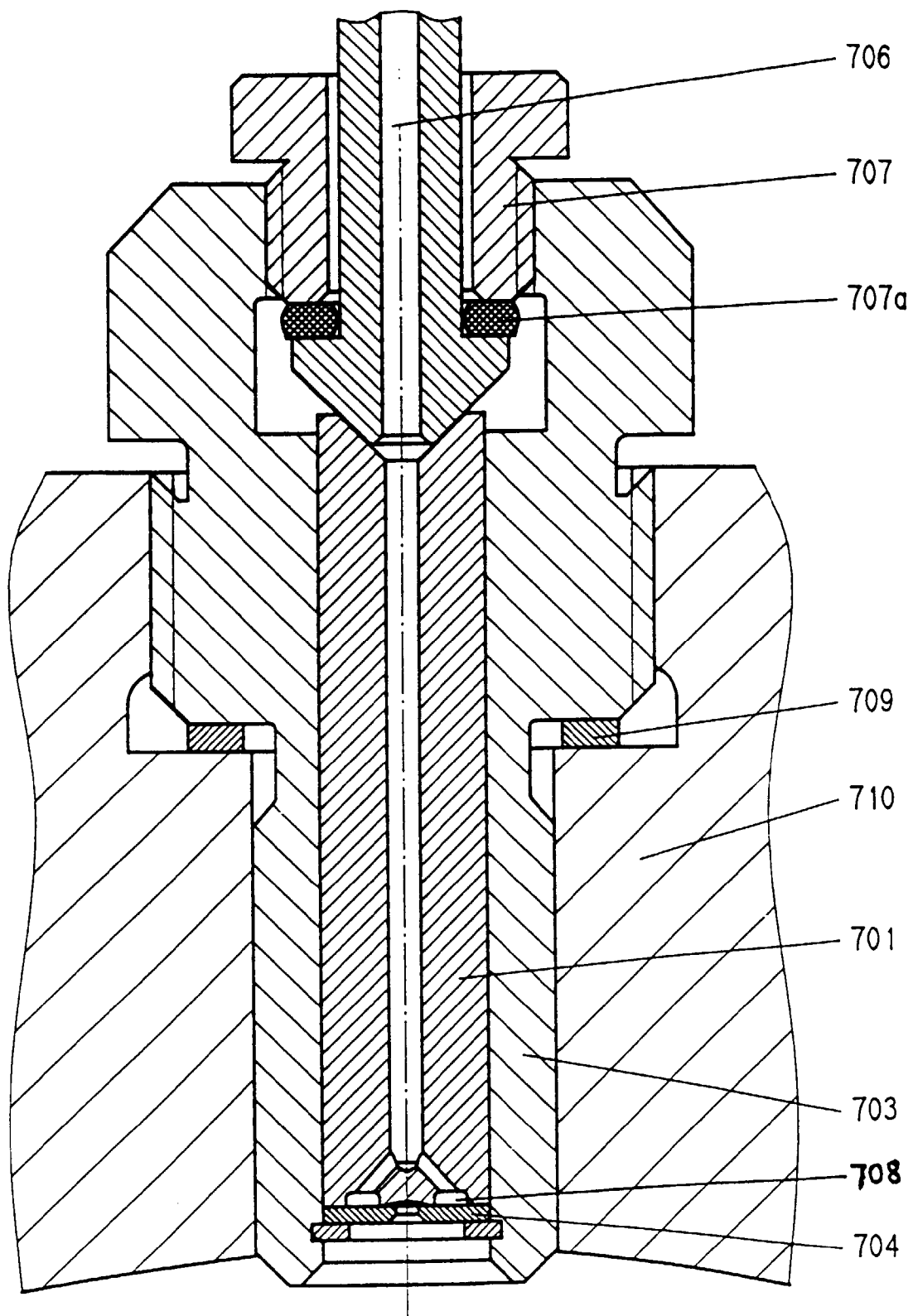


Fig. 13

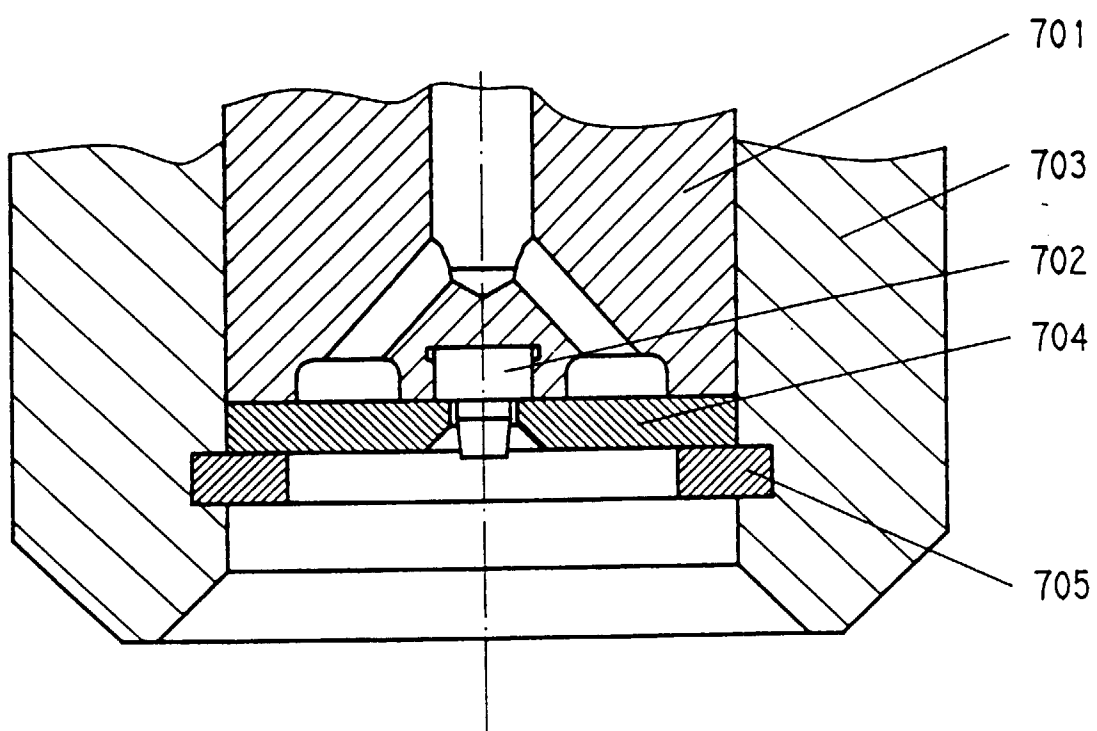


Fig. 14

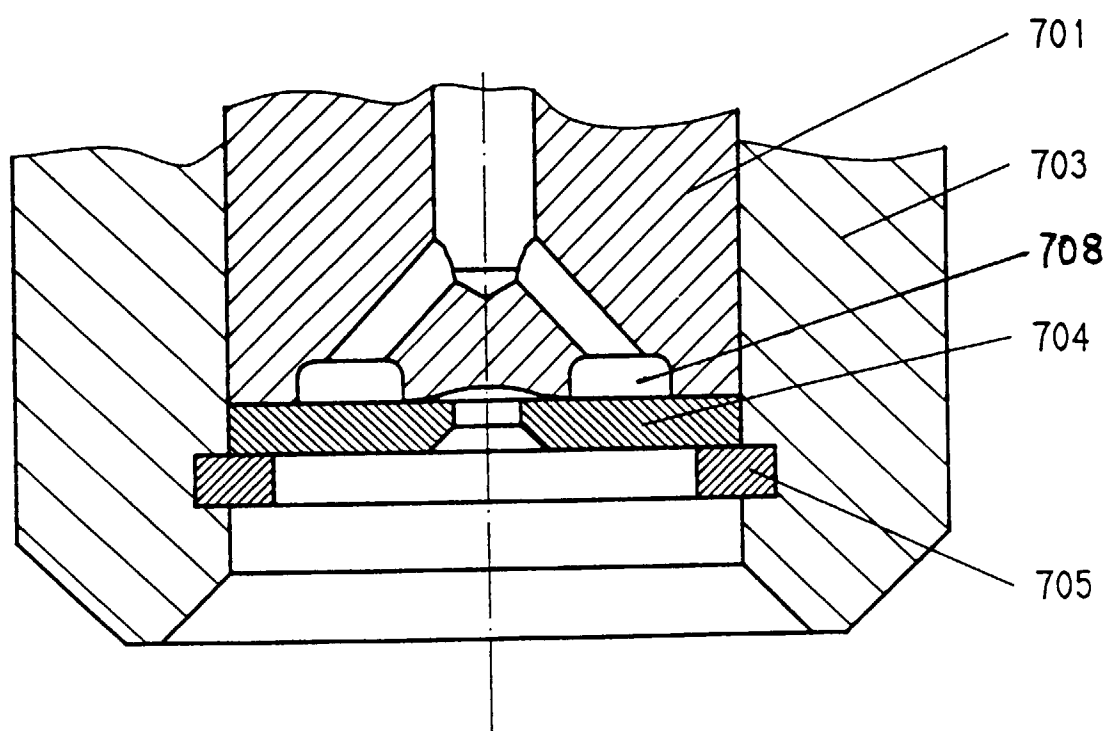


Fig. 15

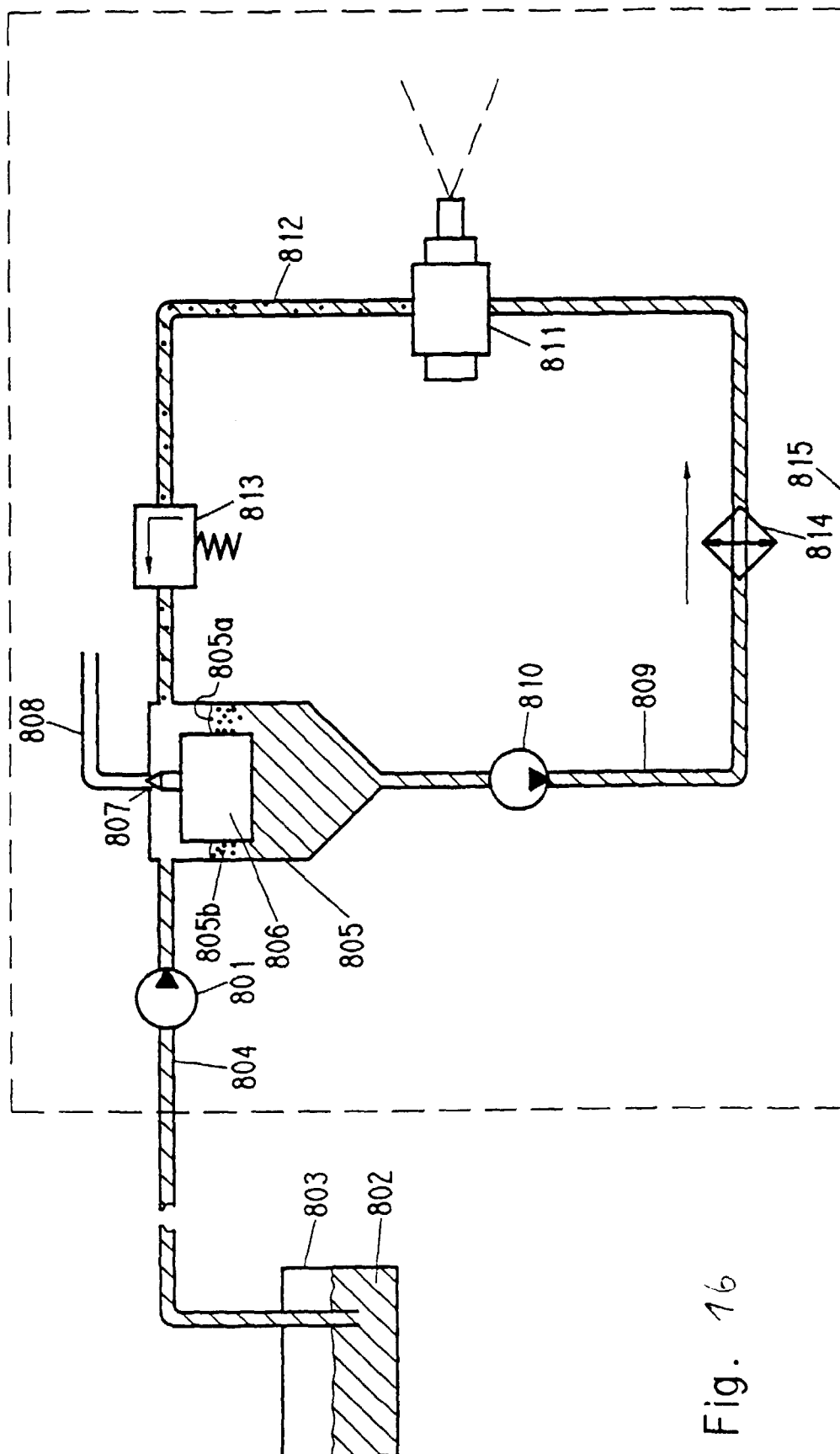


Fig. 16