



European Patent Office



(11)

EP 0 725 215 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

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

(21) Anmeldenummer: 96101218.4

(22) Anmeldetag: 04.03.1993

- Kögl, Franz
8950 Kaufbeuren 2 (DE)
- Malatinszky, Paul
1630 Bulle (CH)

(30) Priorität: 04.03.1992 DE 4206817

(62) Anmeldenummer der früheren Anmeldung nach Art. 76 EPÜ: **93905295.7**

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

(71) Anmelder: **Ficht GmbH & Co. KG**
85614 Kirchseeon (DE)

(72) Erfinder:

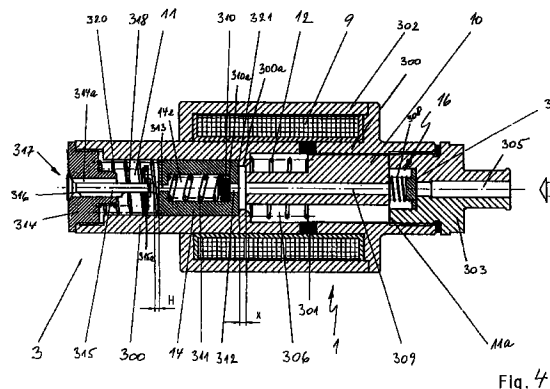
- Heimberg, Wolfgang Dr
8017 Ebersberg (DE)
- Hellmich, Wolfram
81829 München (DE)

Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 29 - 01 - 1996 als
Teil anmeldung zu der unter INID-Kode 62
erwähnten anmeldung eingereicht worden.

(54) **Kraftstoff-Einspritzvorrichtung nach dem Festkörper-Energiespeicher-Prinzip für Brennkraftmaschinen**

(57) Kraftstoff-Einspritzvorrichtung, die nach dem Festkörper-Energiespeicher-Prinzip arbeitet, wobei ein in einem Pumpengehäuse einer mit einem Elektromagneten angetriebenen Hubkolbenpumpe (1) geführtes Ankerelement (10) nahezu widerstandslos beschleunigt wird, wobei das Ankerelement (10) kinetische Energie speichert und auf ein Kolbenelement (14) prallt, so daß ein Druckstoß in in einem abgeschlossenen Druckraum vor dem Kolbenelement (14) befindlichen Kraftstoff erzeugt wird, indem die gespeicherte kinetische Energie des Ankerelements (10) über das Kolbenelement (14) auf den im Druckraum befindlichen Kraftstoff übertragen wird, und wobei der Druckstoß zum Abspritzen von Kraftstoff durch eine Einspritzdüseneinrichtung (3) verwendet wird. Bei dieser Kraftstoff-Einspritzvorrichtung ist die Einspritzdüseneinrichtung (3) und die Einspritzpumpe (1) baueinheitlich ausgebildet, wobei in einem gemeinsamen Gehäuse ein innen liegender Gehäusezylinder (300) vorgesehen ist, der in einen Abschnitt, der den Einspritzpumpenanker (10) umschließt, durch ein nicht magnetisches Ringelement (301) unterteilt ist, so daß auf den Anker (10) durch eine Spule (9) eine Kraft ausgeübt werden kann.



EP 0 725 215 A2

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, ist das Gehäuse aus einem zylindrischen Block ausgebildet, der eine zentrale Bohrung aufweist, in der der Förderkolben der Einspritzpumpe gleitet und die den Kraftstofförderraum bildet. Konzentrisch zu dieser zentralen Bohrung ist eine tiefe schmale Nut zur Aufnahme der den Anker treibenden Spule eingebracht. Dieses Pumpe-Düse-Element ist an der Rückseite durch ein Verschlußstück abgeschlossen, das eine als Zulaufkanal dienende Bohrung aufweist. An der Vorderseite ist eine Düse befestigt, die mit dem Kraftstofförderraum in Verbindung steht.

In der jüngeren DD-PS 213 472 ist eine Weiterentwicklung dieses Pumpe-Düse-Systems beschrieben, mit einem aus einem Gehäuse, einer Erregerspule, einem Beschleunigungskörper und einer Druckfeder bestehenden Antriebsteil, das mittels einer Förderleitung mit einer Einspritzdüse verbunden ist. Bei diesem Pumpe-Düse-System begrenzt die Erregerspule unmittelbar den Raum, in dem der Beschleunigungskörper hin- und herbewegt wird, so daß sich zwischen dem Beschleunigungskörper und der Spule keine Trennwand befindet. Hierdurch wird ein optimaler Energieeintrag von der Spule auf den Beschleunigungskörper erzielt. Eine solche Ausbildung ist jedoch bei Pumpe-Düse-Systemen, bei denen sich Kraftstoff in dem von der Spule begrenzten Raum befindet, wie es bei kompakt ausgebildeten, nach dem Festkörper-Energiespeicher-Prinzip arbeitenden Einspritzvorrichtungen der Fall ist, nicht möglich. Ferner ist eine unmittelbare Begrenzung des Bewegungsraumes des Beschleunigungskörpers bzw. eines entsprechenden Ankers durch eine Spule nicht praxistauglich, denn langandauernde Benutzungen führen durch den an der Spule hin- und hergleitenden Körper zu Abnutzungen an der Spuleninnenwand, wodurch die Funktionstüchtigkeit der gesamten Vorrichtung in Mitleidenschaft gezogen wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung, die nach dem Festkörper-Energiespeicher-Prinzip arbeitet, zu schaffen, die

sehr kompakt ausgebildet, einfach herstellbar und zusammensetzbar ist.

Die Aufgabe wird durch eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Durch eine baueinheitliche Ausbildung der Einspritzdüseneinrichtung und der Einspritzpumpe einerseits und durch das Vorsehen eines in einem gemeinsamen Gehäuse innenliegenden Gehäusezylinders andererseits, der durch ein magnetisches Ringelement in einen Abschnitt unterteilt ist, der einen Einspritzpumpen-Anker umschließt, wird sowohl eine sehr kompakte Ausgestaltung der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung erzielt, bei der die Einspritz- als auch Düseneinrichtung in einem Gehäuse integriert ist, als auch ein sehr guter Energieeintrag von der Spule auf den Anker bewirkt.

Die erfindungsgemäße Einspritzvorrichtung besteht aus wenigen zylinderförmigen Teilen, die einfach herstellbar und zusammensetzbar sind.

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

Fig. 1 bis Fig. 3 schematisch im Längsschnitt nach dem Kraftstoff-Energiespeicher-Prinzip arbeitende Einspritzvorrichtungen,

Fig. 4 und Fig. 5 schematisch im Längsschnitt zwei Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Einspritzvorrichtung,

Fig. 6, 7 und 8 schematisch eine der erfindungsgemäßen Einspritzvorrichtung zuarbeitende Kraftstoffzuführeinrichtung für einen Motorstart und einen Motor-Notlauf ohne Batterie,

Fig. 9 bis 12b schematisch im Längsschnitt Dämpfungseinrichtungen für den Anker der Hubkolbenpumpe,

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

Fig. 16 eine Kraftstoffversorgungseinrichtung ohne Rückleitung zum Tank,

Fig. 17 schematisch eine bevorzugte Schaltung zur Ansteuerung der Spule der erfindungsgemäßen Einspritzvorrichtung.

Bei nach dem Festkörper - Energiespeicherprinzip arbeitenden Einspritzvorrichtungen ist ein anfänglicher nahezu widerstandsloser Teilhub des Schlagkörpers der Einspritzpumpe vorgesehen, bei dem gegebenenfalls eine Verdrängung von Kraftstoff erfolgt.

Die Einspritzvorrichtung nach Fig. 1 weist eine elektromagnetisch angetriebene Hubkolbenpumpe 1

auf, die über eine Förderleitung 2 an eine Abspritzdüseneinrichtung 3 angeschlossen ist. Von der Förderleitung 2 zweigt eine Ansaugleitung 4 ab, die mit einem Kraftstoff-Vorratsbehälter 5 (Tank) in Verbindung steht.

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 ausgebildet und in einer Gehäusebohrung bzw. einem zylindrischen Gehäuseinnenraum 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 des Innenraums 11 anliegt. Abgestützt ist die Druckfeder 12 an der einspritzdüsenseitigen Stirnfläche des Ankers 10 und einer dieser Stirnfläche gegenüberliegenden Ringstufe 13 des Innenraums 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 Kraftstoffförderraum 15 ein, der coaxial 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 Ventiltgehäuses 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.

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.

Bei Ansteuerung der Spule 9 über die Steuereinrichtung 26 wird der Anker 10 gegen die Kraft der Feder 12 in Richtung Einspritzventil 3 bewegt. Die Federkraft der Feder 12 ist relativ weich ausgebildet, so daß der Anker 10 während des ersten Teilhubes nahezu ohne Widerstand beschleunigt wird. Während des zweiten Teilhubes findet der Druckaufbau und das Abspritzen von Kraftstoff statt, wobei sich Anker 10 und Kolben 14 gemeinsam bewegen.

Für das Förderende wird die Spule 9 stromlos geschaltet. Der Anker 10 wird durch die Feder 12 zum

Boden 11a zurückbewegt. 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 der Abzweigung 4 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.

Der Förderkolben 14 ist axial verschieblich im Anker 10 gelagert. Zu diesem Zweck ist im Anker 10 eine abgestufte Mittenlängsbohrung 108a nach Art einer Sacklochbohrung ausgebildet, wobei der Sacklochbereich der Bohrung 108a einen geringeren Durchmesser aufweist als ein zentraler Teilbereich und eine Anschlagringstufe 108 bildet, wobei im zentralen Teilbereich der Förderkolben 14 geführt ist durch einen integral mit diesem ausgebildeten Führungsring 105, der einen größeren Durchmesser aufweist als der Förderkolben 14 und insofern dem erweiterten zentralen Bohrungsbereich angepaßt ist. Der Führungsring 105 des Förderkolbens 14 wird von einer Druckfeder 106 beaufschlagt, die relativ weich ausgebildet ist und sich mit ihrem anderen Ende am Boden des Sacklochbereichs der Bohrung 108a im Anker 10 abstützt. In der Ruhestellung liegt der Führungsring 105 mit seiner förderkolbenseitigen Ringfläche durch Einwirkung der Feder 106 an einer ringförmigen Anschlagfläche 107 des zentralen Teilbereichs an, die als Stufe zwischen dem im Durchmesser größeren zentralen Bohrungsabschnitt und dem im Durchmesser kleineren Bohrungsabschnitt mit der Öffnung ausgebildet ist, die der Förderkolben 14 durchgreift.

Die Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Fig. 1 funktioniert wie folgt. Der Anker 10 wird während seines ersten Teilhubes aufgrund der weichen Ausbildung der Feder 106 nahezu widerstandslos beschleunigt, wobei der Kolben 14 in Ruhe bleibt. Nach Zurücklegen des Weges "X" trifft die Ringstufe 108 der Bohrung 108a auf den Führungsring 105, wodurch die gespeicherte kinetische Energie des Ankers 10 plötzlich und schlagartig auf den Kolben 14 übertragen wird, der diese Energie an den Kraftstoff im Druckraum 15, 2 abgibt, wobei im Kraftstoff ein Druckanstieg bewirkt wird, der zum Abspritzen von Kraftstoff durch die Düseneinrichtung 3 führt.

Die in Fig. 2 gezeigte Einspritzvorrichtung weist in der Druckleitung 2 ebenfalls ein Rückschlagventil 16a auf, dessen Aufbau dem Rückschlagventil 16 entspricht und das demgemäß mit einem kugelförmigen Ventilelement 117 und einer Rückstellfeder 118 ausgerüstet ist. Der Zweck dieses Rückschlagventils besteht in erster Linie darin, daß in der Leitung 2 zwischen Düse 3 und Ventil 16a ein Standdruck im Kraftstoff erhalten bleibt, der z.B. höher als der Dampfdruck der Flüssigkeit bei maximal auftretender Temperatur ist.

Förderkolben 14 und Anker 10 sind wie in Fig. 1 relativ zueinander verschiebbar ausgebildet. Zu diesem Zweck ist im Anker 10 eine vom Förderkolben 14 durchsetzte Durchgangsbohrung 10a ausgebildet. Am Förderkolben 14 ist am freien Ende, das aus dem Anker 10 nach hinten herausragt, ein ringförmiger Anschlag 14a befestigt. Ein weiterer Anschlagring 14b sitzt im Druckraum 15 des Förderkolbens 14, wobei der Anker 10 zwischen den beiden Anschlagringen 14a und 14b auf dem Kolben 14 mit einem Zwischenraum "X" sitzt, der den möglichen Beschleunigungshub des Ankers 10 markiert. Die Anker-Rückstellfeder 12 übergreift den Anschlagring 14b, so daß sie durch den Ring 14b nicht gestört wird.

Die Funktion dieser Ausführungsform der Einspritzvorrichtung entspricht der der Einspritzvorrichtung nach Fig. 1, wobei der Anker 10 in diesem Fall den Kolben 14 über die Ringe 14a und 14b beaufschlagt.

Bei den vorstehend anhand der Figuren 1 und 2 beschriebenen Ausführungsformen der Einspritzvorrichtung wird die Förderung des Kraftstoffes zur Einspritzdüse 3 durch elektromagnetische Kraft erzeugt und die u.a. zum Kraftstoffansaugen notwendige Rückstellbewegung des Förderelements 14 und des Ankers 10 durch die Feder 12 bewirkt. Für besondere Anwendungsfälle kann sich jedoch als vorteilhaft erweisen, dieses Prinzip umzukehren, d.h. die Förderbewegung zur Einspritzdüse durch Federkraft und die Saugbewegung elektromagnetisch gegen die Federkraft zu bewerkstelligen, wobei die elektromagnetische Kraft gleichzeitig für ein erneutes Vorspannen der Feder sorgt. Eine dementsprechende bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Einspritzvorrichtung ist in Fig. 3 dargestellt.

Bezüglich der Systemanordnung ist die in Fig. 3 abgebildete Einspritzvorrichtung ähnlich gestaltet wie die Einspritzvorrichtung in Fig. 2. Die Einspritzpumpe 1 ist an eine Druckleitung 2 zur Einspritzdüse 3 angeschlossen, wobei in der Druckleitung 2 ein zur Verhinderung von Luftblasen dienendes Rückschlagventil 16a angeordnet ist, das denselben Aufbau aufweist wie das Rückschlagventil 16. Die Einspritzpumpe 1 wird elektromagnetisch betätigt. Zu diesem Zweck ist im Pumpengehäuse 8 eine Spule 9 angeordnet, und im Innenraum 11 des Gehäuses 8 ist axial beweglich der Anker 10 angeordnet, der peripher sich achsparallel erstreckende Nuten 10b aufweist, über die die Bereiche des Innenraums 11 vor und hinter dem Anker 10 miteinander kommunizieren.

Der Anker 10 ist relativ zum Förderkolben 14, wobei der Förderkolben axial beweglich eine Bohrung 10a im Anker 10 durchgreift. Der Förderkolben 14 weist an seinem dem Druckraum 15 abgewandten Ende den Anschlagring 14a auf, der wie nachfolgend näher beschrieben, eine Anschlagfläche bildet in Wirkverbindung mit einem verstellbar im Gehäuse 8 gelagerten, und beispielsweise durch einen Baudenzug verstellbaren Anschlagbolzen 8a. Am anderen Ende ragt der Förderkolben 14 in den Förderzylinder 15 hinein, wobei am

im Innenraum 11 befindlichen Teil des Förderkolbens 14 der Anschlagring 14b sitzt, der in Richtung Anker 10 einen Ringraum 14c aufweist. In dem Ringraum 14c ist eine Feder 14d gelagert, die sich einerseits am Anker 10 und andererseits im Boden des Ringraums 14c abstützt.

Der Anker 10 wird auf seiner Rückseite durch die Rückstellfeder 12 beaufschlagt, die sich am Boden 11a des Innenraums 11 abstützt, so daß der Anker 10 gegen den Ring 14b drückt und diesen gegen die druckleitungsseitige Ringstufe 13 des Innenraums 11 preßt. Damit ist die Ruhestellung des Förderkolbens 14 und des Ankers 10 definiert. Der Anker 10 ist auf dem Förderkolben 14 um den Weg "X" axial frei beweglich.

Bei Erregung der Spule 9 wird der Anker 10 zunächst nur gegen die Feder 12 bewegt; nach dem Weg "X" wird der Förderkolben 14 mit in die Ankerbewegung einbezogen und der Saughub ausgeführt. Während des Saughubes öffnet das Zulaufventil 16 und Kraftstoff strömt in den Pumpenraum 2, 15. Die Feder 14d stellt sicher, daß der Förderkolben 14 und der Anker 10 keine unerwünschten Relativbewegungen gegeneinander ausführen. Je nach Höhe der angebotenen elektrischen Energie stellt sich bei unterschiedlichen Saughubwegen ein Kräftegleichgewicht zwischen der Feder 12 und der elektromagnetischen Kraft ein. Damit kann die abzuspritzende Kraftstoffmenge über die Höhe der zugeführten elektrischen Energie gesteuert werden.

Wird nach erfolgtem Saughub die Stromzufuhr unterbrochen, beschleunigt die Feder 12 den Anker 10 zunächst ohne Widerstand auf dem Weg "X" in Richtung auf den Anschlagring 14b. Wenn der Anker 10 auf dem Anschlagring 14b auftrifft, wird die kinetische Energie des Ankers 10 auf den Förderkolben 14 und von hier als Druckenergie auf die Kraftstoffsäule im Förderzylinder 15 und der anschließenden Druckleitung 2 übertragen. Dabei wird das Zulaufventil 16 in der Ansaugleitung 4 verschlossen, und das Druckhalte- oder Rückschlagventil 16a beginnt sich zu öffnen.

Der Förderkolben 14 führt dabei auf seinem Weg zum möglichen Anschlag 13 den eigentlichen Förderhub aus, der zum Abspritzen des Kraftstoffes über die Einspritzdüse 3 führt, bis der Förderkolben mit der in Förderrichtung vorne gelegenen Stirnfläche seiner ringförmigen Erweiterung 14b am Anschlag 13 anliegt, wodurch die Kraftstoffförderung beendet wird.

Diese Bauform ermöglicht einen im zeitlichen Verlauf besonders kurz gehaltenen Druckstoß, der durch ein definiertes Förderende gekennzeichnet ist. Dadurch ergeben sich wesentliche Vorteile bei Zweitaktmotoren, die aufgrund ihrer besonders hohen Drehzahl nur kurze Gemischaufbereitungszeiten zulassen. Desweiteren ermöglicht diese Bauform bei geringer Abwandlung den Betrieb an Motoren, die kein definiertes elektrisches Energieangebot zur Verfügung stellen, wie dies zur elektronischen Steuerung notwendig ist. Zu diesem Zweck kann beispielsweise eine elektromagnetische Spule, wie sie z.B. bei einfachen Zündanlagen von

Kleinmotoren üblich ist, pro Umdrehung einmal erregt werden und einen Stromimpuls liefern, der in seiner schwächsten Form gerade den vollen Ankerhubweg ermöglicht. Zur Mengendosierung dient in diesem Fall der den Saughub einstellende Anschlag 8a, der zu diesem Zweck im einfachsten Falle mit der Drosselklappe des Motors in mechanischer Verbindung steht.

Das Prinzip des Festkörperenergiespeichers für eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung hat den wesentlichen Vorteil, daß der Druckanstieg im Pumpsystem unabhängig von der abzuspritzenden Kraftstoffmenge sehr steil ist. Das erlaubt einen kleinen Düsenöffnungsdruck, da bei geöffneter Düse immer ein für eine gute Zerstäubung ausreichend hoher Kraftstoffdruck an der Düse anliegt. Optimal ausgenutzt wird dieser Vorteil bei dem in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Einspritzvorrichtung, bei der der Förderkolben durch Aufschlagen auf eine Düsennadel gleichzeitig das Öffnen und Schließen der Einspritzdüse steuert. Vorteilhaft ist hierbei ferner, daß die Höhe des Düsenöffnungsdruckes und somit beispielsweise das nutzungsbedingte Nachlassen der Federkraft der Düsenfeder keinen Einfluß auf die abgespritzte Kraftstoffmenge hat.

Die in Fig. 4 abgebildete Einspritzvorrichtung sieht eine baueinheitliche Ausbildung der Einspritzdüse 3 und der Einspritzpumpe 1 vor. Das gemeinsame Gehäuse der Vorrichtung ist mehrteilig ausgebildet und besteht aus einem im wesentlichen rohrförmigen innen gelegenen Gehäusezylinder 300, das in einem Abschnitt, der den Einspritzpumpenanker 10 umschließt, durch ein nicht magnetisches Ringelement 301 unterteilt ist, so daß auf den Anker 10 durch eine Spule 9 eine Kraft ausgeübt werden kann. Die beiden Gehäusebereiche des Gehäusezylinders 300 sind im Bereich des Ringelements 301 hydraulisch dicht miteinander verbunden, und die Spule 9 sitzt auf dem Außenumfang des Gehäusezylinders 300, das Ringelement 301 in axialer Richtung übergreifend.

Ferner ist ein zylinderförmiges Gehäuseteil 302 vorhanden, das den Gehäusezylinder 300 umgibt und die Spule 9 von außen umschließt. Am tankseitigen Ende ist in den Gehäusezylinder 300 ein Anschlußteil 303 eingeschraubt. Das Anschlußteil 303 weist eine Durchgangsbohrung 305 auf, die als Zulaufleitung für den Kraftstoff dient, der durch den Pfeil vor der Bohrung 305 symbolisiert wird.

Am anderen druckseitigen axialen Ende des Gehäusezylinders 300 ist die Einspritzdüse 3 in ein Gewinde eingesetzt. Zwischen Düse 3 und Anschlußteil 303 ist im Gehäusezylinder 300 ein Durchgang mit Bereichen verschieden großer Durchmesser vorgesehen. Anschließend an das Anschlußteil 303 weist der Durchgang seinen Bereich größten Durchmessers auf, der den Arbeitsraum 306 für den Anker 10 der Einspritzpumpe 1 bildet. Dieser Arbeitsraum 306 ist tankseitig durch eine ringförmige Bodenfläche 11a begrenzt, die als Anschlagfläche für den Anker 10 dient, wenn dieser durch die Feder 12 in seine Ruhestellung gedrängt ist.

In Richtung Tank folgt der Bodenfläche 11a eine Durchmessererweiterung der Bohrung 305, in der das Zulaufventil 16 sitzt, dem die Funktion des Zulaufventils 16 in Fig. 1 zukommt. Das Zulaufventil 16 weist ein scheibenförmiges Ventilelement 307 auf, das durch eine Feder 308 gegen seinen Ventilsitz gedrängt wird, der durch die Ringfläche gebildet ist, die als Stufe zwischen der Durchlaßbohrung 305 und deren durchmessererweiterten Bereich ausgebildet ist. Die Feder 308 stützt sich anderendig am Anker 10 ab.

Der Anker 10 ist von einer durchgehenden Bohrung 309 durchsetzt, die axial mit der Bohrung 305 des Anschlußteils 303 fluchtet. Der Anker 10 weist einen durchmesserreduzierten Bereich im druckseitigen Endbereich auf. Die Ankerrückstellfeder 12 stützt sich am Anker 10 an der Ringfläche ab, die im Stufenbereich zwischen dem durchmessergeringeren und durchmessergrößeren Bereich des Ankers 10 ausgebildet ist. Anderendig stützt sich die Feder 12 an einer Ringfläche ab, die im Gehäusezylinder 300 ausgebildet ist an einem nach innen ragenden Ring 300a zwischen dem durchmessergrößeren Arbeitsraum 306 und dem in Richtung der Düse 3 folgenden durchmessergeringeren Druckraum 11 des Durchgangs des Gehäusezylinders 300. Der durchmesser verringerte Endbereich des Ankers 10 ist so ausgelegt, daß er den Ring 300a durchgreifen kann. Im Druckraum 11 sitzt der Förderkolben 14 getrennt vom Anker. Der Förderkolben 14 ist als zylindrischer Hohlkörper ausgebildet und weist einen zylindrischen Hohlraum 14e auf, der durch axiale Bohrungen 312, 313 mit dem Druckraum 11 in Verbindung steht. Im Hohlraum 14e sitzt ein Druckventil, das aus einem Ventilteller 310 und einer den Ventilteller 310 beaufschlagenden Feder 311 besteht, wobei der Ventilteller 310 gegen die Bohrung 312 gedrückt wird. Der Ventilteller 310 des Druckventils verschließt somit unter Federkraft den Zulauf 312, wobei im Ventilteller randliche Ausnehmungen 310a eingebracht sind.

Die Einspritzdüseneinrichtung 3 ist in den Gehäusezylinder 300 stirnseitig eingesetzt und umfaßt einen eingeschraubten stopfenförmigen Körper 314 mit zentraler Durchgangsbohrung 314a, die der Stößelstiel 315 eines Ventilstößels 317 durchgreift, dessen Stößelteller 316 den Ausgang der Bohrung 314a verschließt. Der Stößelteller 316 kann somit mit einem im Stopfen 314 eingelassenen Ventilsitz in Eingriff gelangen und zwar unter Einwirkung einer Feder 318, die sich einerseits an einer innengelegenen ringförmigen Stirnfläche des Stopfens 314 und andererseits an einer Federscheibe 315a abstützt, die am innen liegenden Ende des Stößelstiels 317 fest angeordnet ist.

Der Düsenstößelstiel 317 ragt in den Druckraum 11 des Gehäusezylinders 300, in dem der Förderkolben 14 von der sich am Stopfen 314 abstützenden Feder 320 in seine Ruhestellung gegen den Ring 300a gedrängt wird, in der er mit seiner dem Anker zugewandten Stirnfläche an einer Anschlagfläche 321 des Rings 300a anliegt. Bei geschlossener Einspritzdüse 3 und in Ruhestellung befindlichem Förderkolben 14 ist ein axia-

ler Abstand "H" belassen zwischen dem innen gelegenen Ende des Stößels 317 und der gegenüberliegenden Stirnfläche des axial beweglichen Förderkolbens 14.

Die in Fig. 4 abgebildete Einspritzvorrichtung funktioniert wie folgt. Der Anker 10 wird in dem über die Spule 9 erzeugten Magnetfeld entgegen der Kraft seiner Rückstellfeder 12 beschleunigt. Während des Beschleunigungshubes "X" (dies ist der axiale Abstand zwischen Förderkolben 14 und Anker 10, wenn diese beiden Elemente sich in der Ruhestellung befinden), kann der im Pumpenarbeitsraum 306 befindliche Kraftstoff durch die Bohrung 309 auf die Ankerrückseite strömen. Schlägt der Anker 10 am Ende seines Beschleunigungshubes "X" auf den Förderkolben 14 auf, so wird der im Druckraum 11 befindliche Kraftstoff schlagartig komprimiert. Bedingt durch diesen Druckanstieg sowie dadurch, daß der Förderkolben 14 nach einem Hub "H" auf den Stößelstiel 315 aufschlägt, wird die Düse 3 geöffnet und Kraftstoff wird abgespritzt.

Während der Kolben-Verdrängungsphase öffnet das rückseitig am Anker 10 befindliche Zulaufventil 16 und Kraftstoff wird aus dem nicht dargestellten Kraftstofftank nachgesaugt.

Nach Beendigung des Abspritzvorgangs wird der Förderkolben 14 durch seine Rückstellfeder 320 wiederum gegen seinen ankerseitigen Anschlag 321 bewegt. Gleichzeitig verschließt die Düsennadel 317 durch ihren Teller 316 die Düsenbohrung. Bei der Rückstellbewegung des Förderkolbens 14 öffnet das in diesem angeordnete Druckventil 310, 311 und Kraftstoff strömt vom Ankerraum 306 in den Druckraum 11 nach.

Eine geringfügig abgewandelte Einspritzvorrichtung der in Fig. 4 dargestellten Einspritzvorrichtung ist in Fig. 5 abgebildet, wobei im wesentlichen lediglich die Bezugszeichen eingetragen sind, die die Abwandlung betreffen oder mit ihr zusammenhängen. Die Abwandlung besteht darin, daß der Stößelstiel 315 mit in die Bohrung 313 durchgreift und in den Innenraum 14e des Förderkolbens 14 ragt, wobei am Ende des Stößelstiels 315 ein Ring 322 ausgebildet ist, der im Raum 14e ein Auflager der Feder 311 des Druckventils 311, 310 bildet. In der Bohrung 313 sind randliche Nuten 313a eingebracht für die Durchflußmöglichkeit von Kraftstoff.

Bei dieser Ausführungsform der Erfindung ist die Stößelventilrückstellfeder 318 entfallen. Bei Bewegungsbeginn des Förderkolbens 14 erfolgt entgegen der Trägheit der Düsennadel 317 durch den Druck im Kraftstoff und die Federkraft der Feder 311 das Öffnen der Düse 3. Im übrigen entspricht die Funktion der Vorrichtung nach Fig. 5 derjenigen nach Fig. 4.

Mit Hilfe der erfindungsgemäßen Einspritzvorrichtung läßt sich ein Motorstart ohne Batterie sowie ein Motornotlauf ohne Batterie betreiben. Anhand der Fig. 6, 7, 8 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. 6 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 geöffnete 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. 7 zeigt eine Abwandlung der Anordnung nach Fig. 6, 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. 6 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. 8 wird nachfolgend der erfindungsgemäß vorgesehene Motornotlauf ohne Batterie näher beschrieben werden.

Die in den Fig. 6 und 7 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. 8 zeigt ein hierfür geeignetes Ausführungsbeispiel des Steuerventils bzw. des Dosierventils 505 in den Fig. 6 und 7. 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, ein-

stellbaren 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 anderend 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. 7, 8) 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 Kraftstoffes zum Zerstäuber 506 durchläßt.

Die Rückstellung des Ankers der Einspritzpumpe erfolgt in der Regel mittels der dafür vorgesehenen Rückstellfeder. Um große Spritzfrequenzen zu erreichen, ist die Rückstellzeit des Ankers klein zu halten. Dies läßt sich beispielsweise durch eine entsprechend große Federkraft der Rückstellfeder verwirklichen. Mit einer Verkleinerung der Rückstelldauer vergrößert sich jedoch die Aufprallgeschwindigkeit des Ankers am Ankeranschlag. Nachteilig dabei kann der damit verbundene Verschleiß und/oder das Prellen des Ankers am Ankeranschlag sein, wodurch die Gesamtarbeitspieldauer vergrößert wird. Ein Ziel der Erfindung

besteht deshalb darin, die Abfallzeit des Ankers bis zur Ruhestellung klein zu halten. Erfindungsgemäß wird dieses Ziel durch eine z.B. hydraulische Dämpfung der Ankerrückstellbewegung im letzten Teil dieser Bewegung erreicht.

Fig. 9 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 Öl, 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. 12). 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 bewirkt wird.

Fig. 10a zeigt eine Variante der hydraulischen Dämpfung. Auch bei diesem Ausführungsbeispiel ist der vom Förderkolben 14 durchsetzte Pumpenraum 11 vor dem Kolen 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 Durchmesser 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. 10a). 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 Überströmkanals 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 so gewählt, daß eine optimale Dämpfung gewährleistet wird:

Anstelle des Kanals 8h kann gemäß Fig. 10b 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. 11 zeigt ein entsprechendes Ausführungsbeispiel einer an die Kraftstoffeinspritzpumpe 1 angeschlossenen Ölpumpe 260.

Die in Fig. 11 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 Anker 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 12a und 12b 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. 12b 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 zylindrischen Vorsprung 10a gepreßt werden, so daß eine besonders gute Dämpfung des Ankers 10 erreicht wird.

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 unterem Ende die Membran 704 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 Ventilsitzfeder - 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 Kraftstoffleitung 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 dem 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 nun 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 nachgefordert 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.

Fig. 17 zeigt eine bevorzugte Schaltung zur Ansteuerung der Ankererregerspule der erfindungsge-

mäßen 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. 17 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.

Patentansprüche

1. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung, die nach dem Festkörper-Energiespeicher-Prinzip arbeitet, wobei ein in einem Pumpengehäuse einer mit einem Elektromagneten angetriebenen Hubkolbenpumpe (1) geführtes Ankerelement (10) nahezu widerstandslos beschleunigt wird, wobei das Ankerelement (10) kinetische Energie speichert und auf ein Kolbenelement (14) prallt, so daß ein Druckstoß in in einem abgeschlossenen Druckraum vor dem Kolbenelement (14) befindlichen Kraftstoff erzeugt wird, indem die gespeicherte kinetische Energie des Ankerelements (10) über das Kolbenelement (14) auf den im Druckraum befindlichen Kraftstoff übertragen wird, und wobei der Druckstoß zum Abspritzen von Kraftstoff durch eine Einspritzdüseneinrichtung (3) verwendet wird, **gekennzeichnet** durch eine baueinheitliche Ausbildung der Einspritzdüseneinrichtung (3) und der Einspritzpumpe (1), wobei in einem gemeinsamen Gehäuse ein innen liegender Gehäusezylinder (300) vorgesehen ist, der in einen Abschnitt, der den Einspritzpumpenanker (10) umschließt, durch ein nicht magnetisches Ringelement (301) unterteilt ist, so daß auf den Anker (10) durch eine Spule (9) eine Kraft ausgeübt werden kann.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die beiden Gehäusebereiche des Gehäusezylinders (300) im Bereich des Ringelements (301) hydraulisch dicht miteinander verbunden sind und die Spule (9) auf dem Außenumfang des Gehäusezylinders (300) sitzt, wobei sie das Ringelement (301) in axialer Richtung übergreift.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 und/oder 2, **gekennzeichnet** durch ein zylinderförmiges Gehäuseteil (302), das den Gehäusezylinder (300) umgibt und die Spule (9) von außen umschließt.
4. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß am tankseitigen Ende in dem Gehäusezylinder (300) ein Anschlußteil (303) eingeschraubt ist, das

eine Durchgangsbohrung (305) aufweist, die als Zulaufleitung für den Kraftstoff dient.

5. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß am druckseitigen axialen Ende des Gehäusezylinders (300) die Einspritzdüseneinrichtung (3) in ein Gewinde eingesetzt ist.
6. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen der Düseneinrichtung (3) und dem Anschlußteil (303) im Gehäusezylinder (300) ein Durchgang mit Bereichen verschieden großer Durchmesser vorgesehen ist, wobei anschließend an das Anschlußteil (303) der Durchgang seinen Bereich größten Durchmessers aufweist, der den Arbeitsraum (306) für den Anker (10) der Einspritzpumpe (1) bildet.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Arbeitsraum (306) tankseitig durch eine ringförmige Bodenfläche (11a) begrenzt ist, die als Anschlagfläche für den Anker (10) dient, wenn dieser durch die Feder (12) in seine Ruhestellung gedrängt ist, wobei in Richtung Tank der Bodenfläche (11a) eine Durchmessererweiterung der Bohrung (305) folgt, in der das Zulaufventil (16) sitzt.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 und/oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Anker (10) von einer durchgehenden Bohrung (309) durchsetzt ist, die axial mit der Bohrung (205) des Anschlußteils (303) fluchtet, der Anker einen durchmesserreduzierten Bereich im druckseitigen Endbereich aufweist, die Ankerrückstellfeder (12) sich am Anker (10) an der Ringfläche abstützt, die im Stufenbereich zwischen dem durchmessergeringeren und durchmessergrößeren Bereich des Ankers (10) ausgebildet ist, anderndig sich die Feder (12) an einer Ringfläche abstützt, die im Gehäusezylinder (300) ausgebildet ist, an einem nach innen ragenden Ring (300a) zwischen dem durchmessergrößeren Arbeitsraum (306) und dem in Richtung Düseneinrichtung (3) folgenden durchmessergeringeren Druckraum (11) des Durchgangs des Gehäusezylinders (300).
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der durchmesser verringerte Endbereich des Ankers (10) so ausgelegt ist, daß er den Ring (300a) durchgreifen kann.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**,

daß im Druckraum (11) der Förderkolben (14) getrennt vom Anker (11) sitzt, als zylindrischer Hohlkörper ausgebildet ist und einen zylindrischen Hohlraum (14e) aufweist, der durch axiale Bohrungen (312, 313) mit dem Druckraum (11) in Verbindung steht, wobei im Hohlraum (14e) ein Druckventil sitzt, das aus einem Ventilteller (310) und einer den Ventilteller (310) beaufschlagenden Feder (311) besteht.

11. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10,

dadurch **gekennzeichnet**,

daß die Einspritzdüseneinrichtung (3) in den Gehäusezylinder (300) stirnseitig eingesetzt ist und einen eingeschraubten, stopfenförmigen Körper (314) mit einer zentralen Durchgangsbohrung (314a) umfaßt, die der Stößelstiel (315) eines Ventilstößels (317) durchgreift, dessen Stößelteller (316) den Ausgang der Bohrung (314a) verschließt.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11,

dadurch **gekennzeichnet**,

daß auf den Ventilstößel (317) eine Feder (318) wirkt, die sich einerseits an einer innen gelegenen ringförmigen Stirnfläche des Stopfens (314) und andererseits an einer Federscheibe (315a) abstützt, die am innen liegenden Ende des Stößelstiels (317) angeordnet ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12,

dadurch **gekennzeichnet**,

daß der Düsenstößelstiel (315) in den Druckraum (11) des Gehäusezylinders (300) ragt, in dem der Förderkolben (14) von der sich am Stopfen (314) abstützenden Feder (320) gegen den Ring (300a) gedrängt wird, in der er mit seiner dem Anker zugewandten Stirnfläche an einer Anschlagfläche (321) des Rings (300a) anliegt.

14. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13,

dadurch **gekennzeichnet**,

daß der Stößelstiel (315) die Bohrung (313) durchgreift und in den Innenraum (14e) des Förderkolbens (14) ragt, wobei am Ende des Stößelstiels (315) ein Ring (322) ausgebildet ist, der im Raum (14e) ein Auflager der Feder (311) des Druckventils (311, 310) bildet.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14,

dadurch **gekennzeichnet**,

daß in der Bohrung (313) randlich Nuten (313a) eingebracht sind.

16. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 15,

gekennzeichnet durch

eine Hilfsstarteinrichtung, die ein an einen Zerstäuber

ber (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.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16,

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.

18. Vorrichtung nach Anspruch 16 und/oder 17,

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.

19. Vorrichtung nach Anspruch 16,

dadurch **gekennzeichnet**,

daß das Steuerventil (505) in der Einspritzleitung (511) zwischen der Einspritzvorrichtung (504) und der Einspritzdüse (508) angeordnet ist.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19 ,

gekennzeichnet durch

einen Ausschalter in der Leitung von der Einspritzsteuerung (507) zum Steuerventil (505).

21. Vorrichtung nach Anspruch 19 und/oder 20,

dadurch **gekennzeichnet**,

daß die erfindungsgemäße Hilfsstarteinrichtung für den Notbetrieb des Motors verwendet wird, wobei ein Dosierventil (505) eine Mengenvariation des Kraftstoffes bewirkt.

22. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 16 bis 21,

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 vorn in der Bohrung (523) vorhandenem Kraftstoff zwischen der Vorderseite und der Rückseite des Ankers (522) zulassen, und wobei der kolbenförmig ausgebildete Anschlag (525) die Gehäusestirnwand (520b) durchgreift und im Gehäuse (520) mittels einer Feder (528) gegenüber der Gehäusestirnwand (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 anderendig gegen die Stirnwand (520a) des Gehäuses (520) abstützt, und wobei der Dosierkolben (527) mit einem konisch zulaufenden Spitze in die Förderleitung (511) ragt, von der außerdem eine Verbindungsleitung (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.
23. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 22, **gekennzeichnet** durch eine hydraulische Dämpfungseinrichtung für das Ankerelement (10) der Hubkolbenpumpe.
24. Vorrichtung nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, daß die hydraulische Dämpfeinrichtung 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.
25. Vorrichtung nach Anspruch 23, **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.
26. Vorrichtung nach Anspruch 25, **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.
27. Vorrichtung nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Stift (8a) zentral eine durchgehende Verdrängungsbohrung (8i) angeordnet ist, durch die Dämpfungsmedium in den Überströmkanal (10c) gedrückt werden kann.
28. Vorrichtung nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Anker (10) bei der Rückstellbewegung eine Pumpeinrichtung bedient, die gleichzeitig eine Dämpfungseinrichtung für den Anker (10) gewährleistet.
29. Vorrichtung nach Anspruch 28, **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.
30. Vorrichtung nach Anspruch 29, **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.
31. Vorrichtung nach Anspruch 23 und/oder 24, **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.

32. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 31,
gekennzeichnet durch eine Einspritzdüse mit einem Ventilsitzrohr (701) mit einem endseitigen Ringkanal (708), einer in Richtung Ventilsitz vorgespannten Membranplatte (704) mit zentralem Loch, die den Ringkanal (708) abdeckt, gegebenenfalls mit einem Zapfeneinsatz (702) im Loch der Membran (704), einem Sprengring (705) und einer Druckleitung (706). 5 10
33. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 32,
gekennzeichnet durch eine Kraftstoffversorgungseinrichtung ohne Rückleitung zum Tank, wobei eine zweite Kraftstoffpumpe, eine Gasabscheidekammer mit Schwimmventil und ein Kühler verwendet wird. 15
34. Vorrichtung nach Anspruch 33 ,
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. 20 25 30 35
35. Vorrichtung nach Anspruch 33 ,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß die Kraftstoffleitung (812) oberhalb des Flüssigkeitsspiegels (805a) in die Gasabscheidekammer (805) mündet. 40
36. Vorrichtung nach Anspruch 34 und/oder 35 ,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß die Entlüftungsleitung (808) oberhalb des Flüssigkeitsspiegels (805a) in die Gasabscheidekammer (805) mündet. 45
37. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 33 bis 36,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß die Kraftstoffleitung (804) oberhalb des Flüssigkeitsspiegels (805a) in die Gasabscheidekammer (805) einmündet. 50
38. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 33 bis 37,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß bis auf den Tank (803) alle Einrichtungen der 55

Kraftstoffeinspritzanlage im Motorraum (815) angeordnet sind.

39. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 38,
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 Steuerungseingang 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.

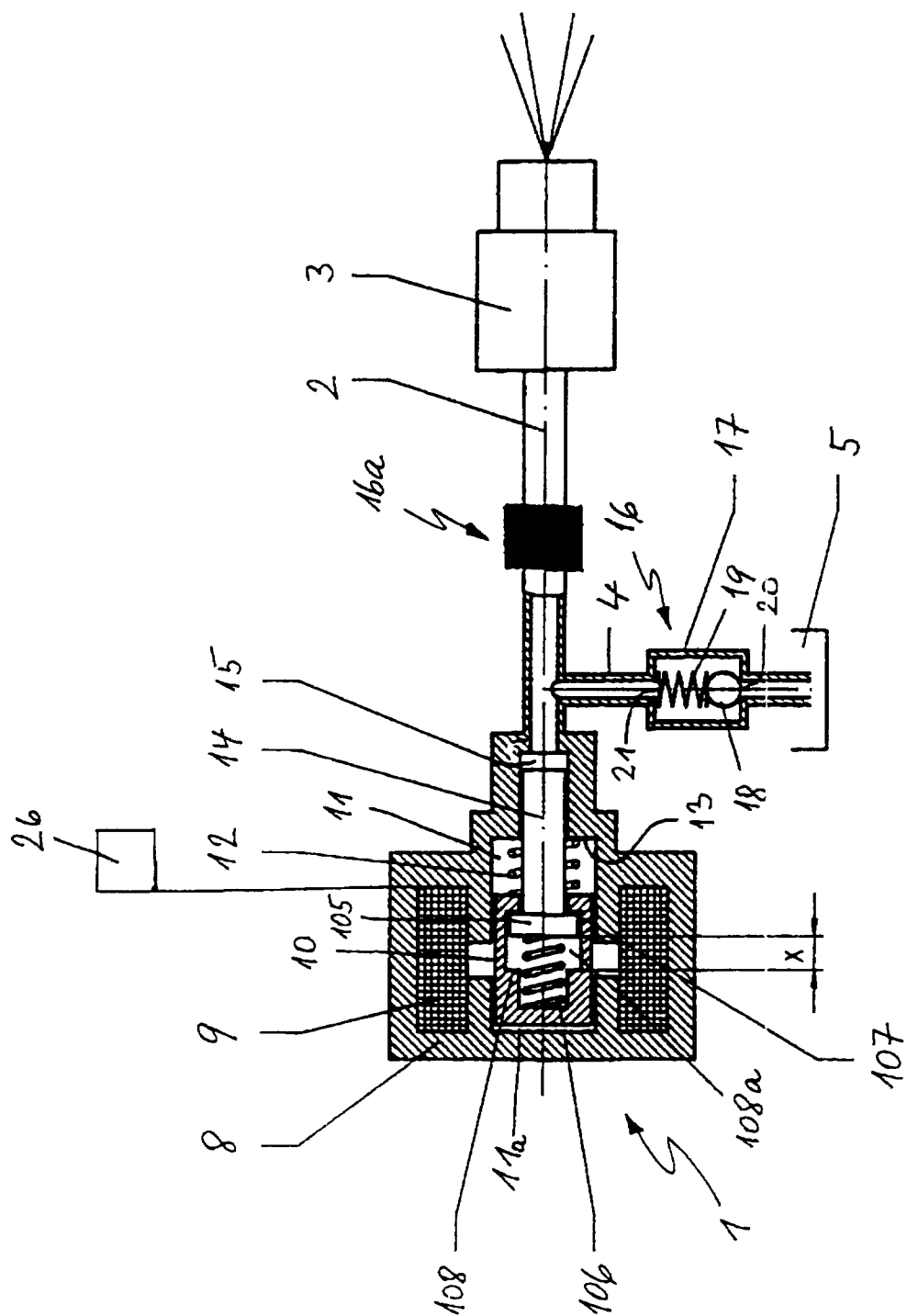


Fig. 1

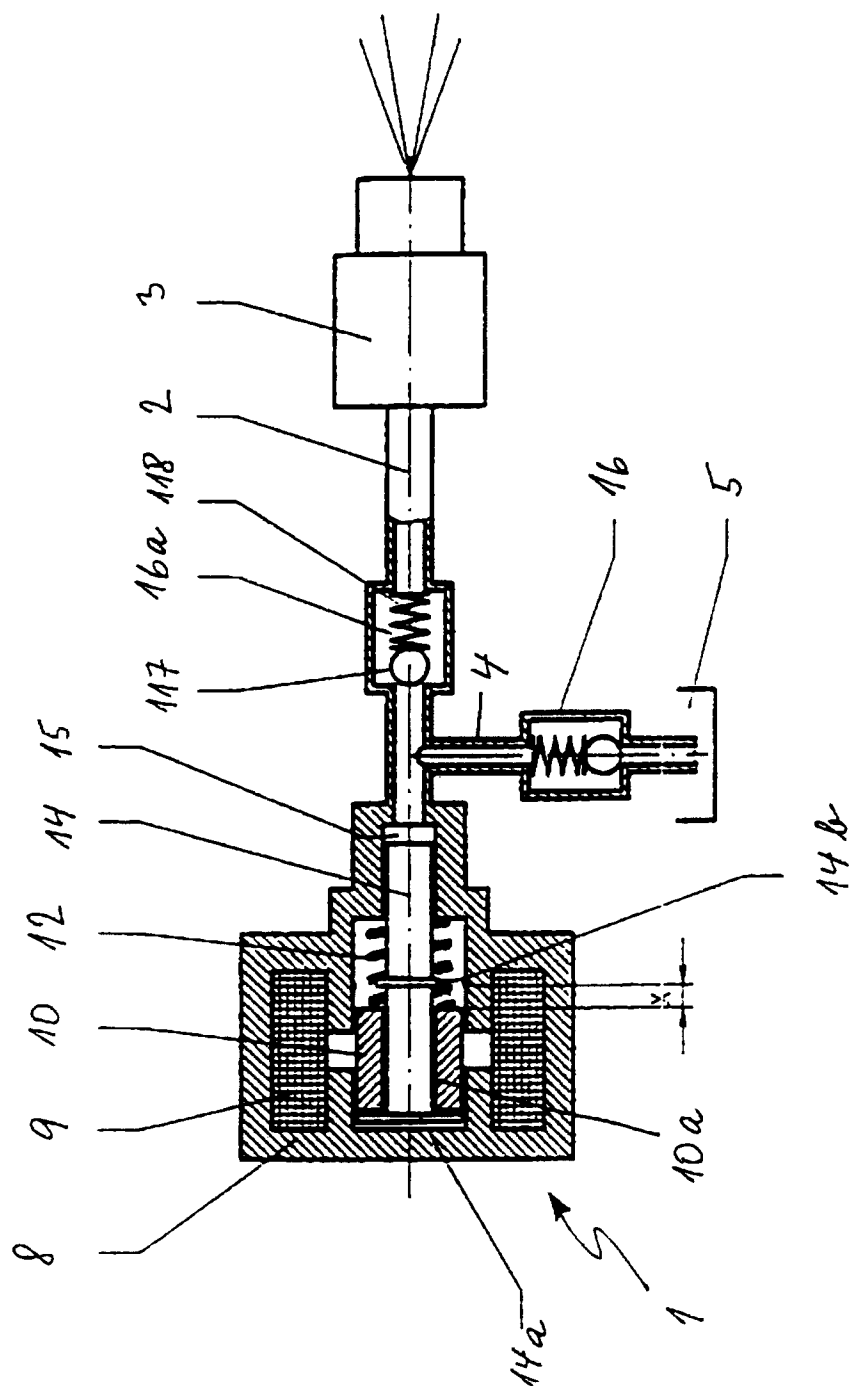


Fig. 2

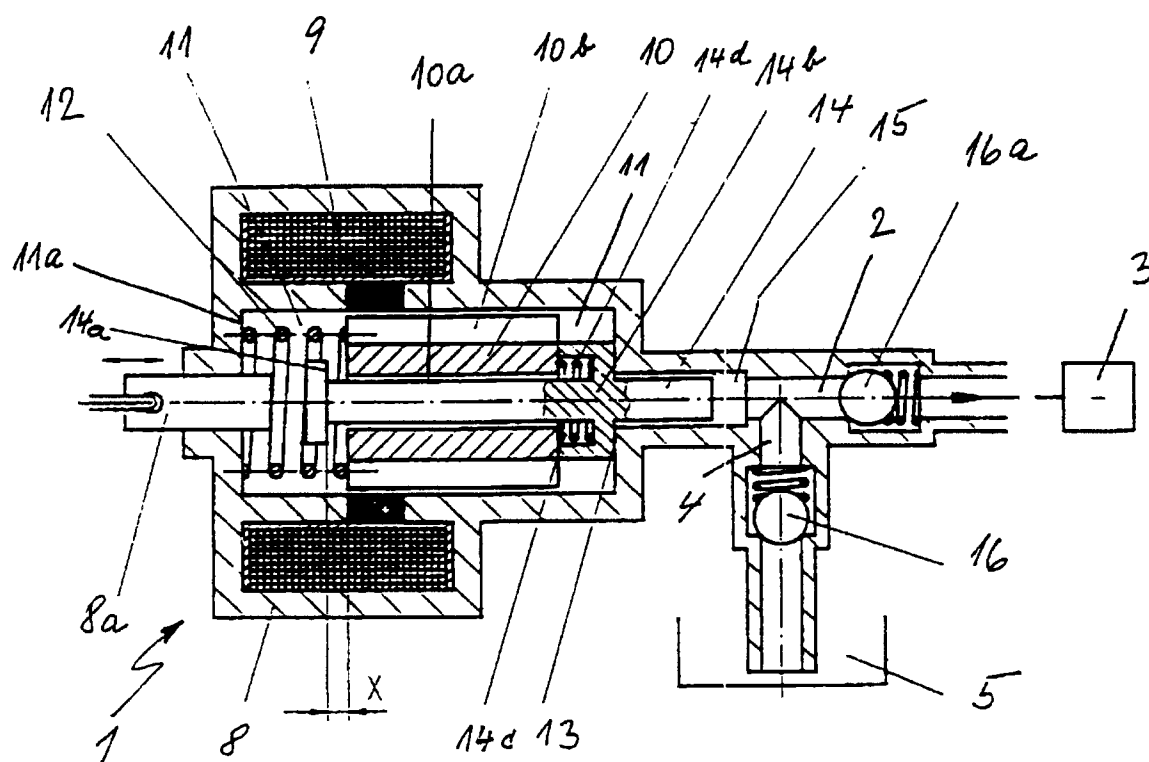


Fig. 3

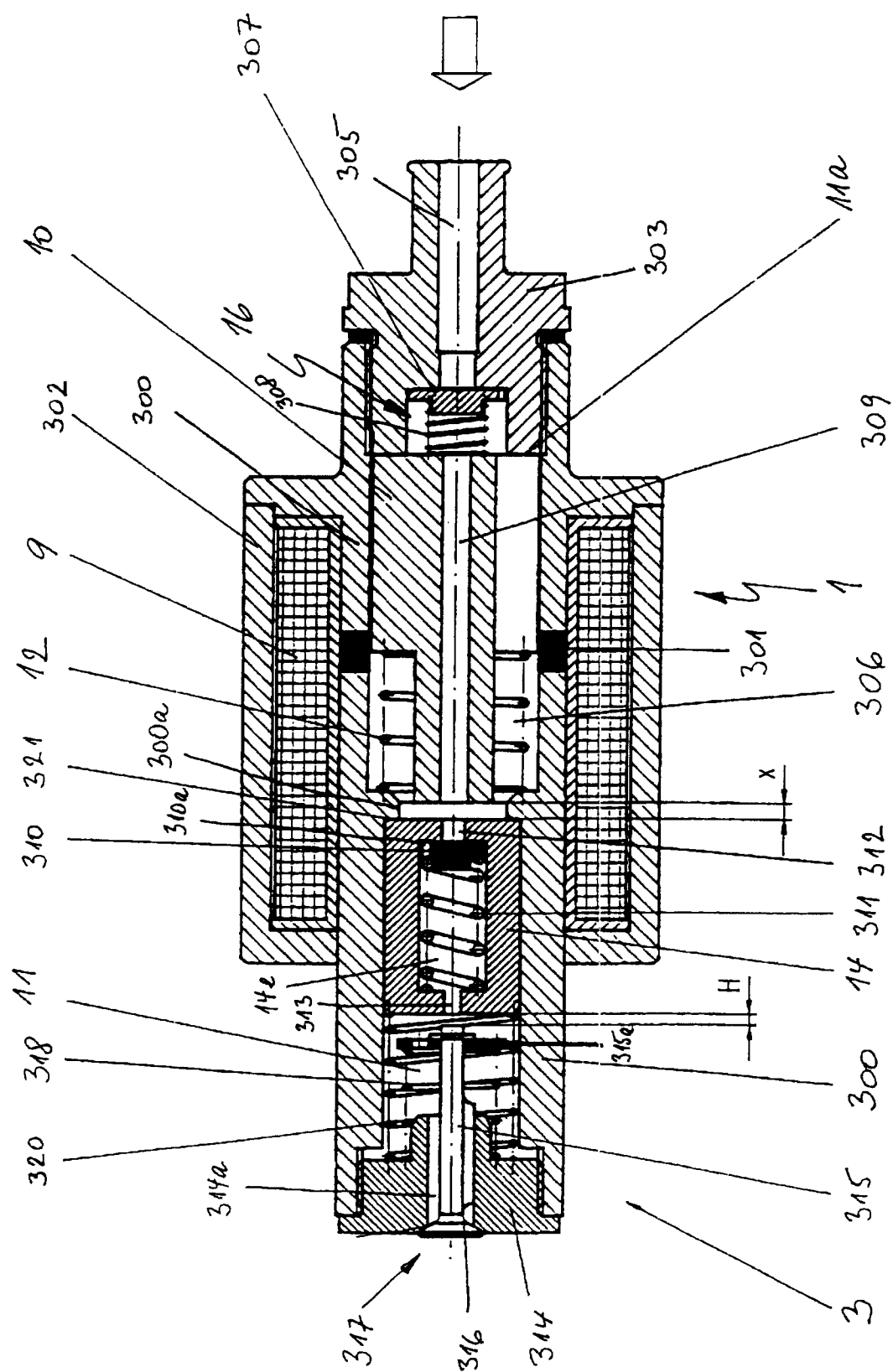


Fig. 4

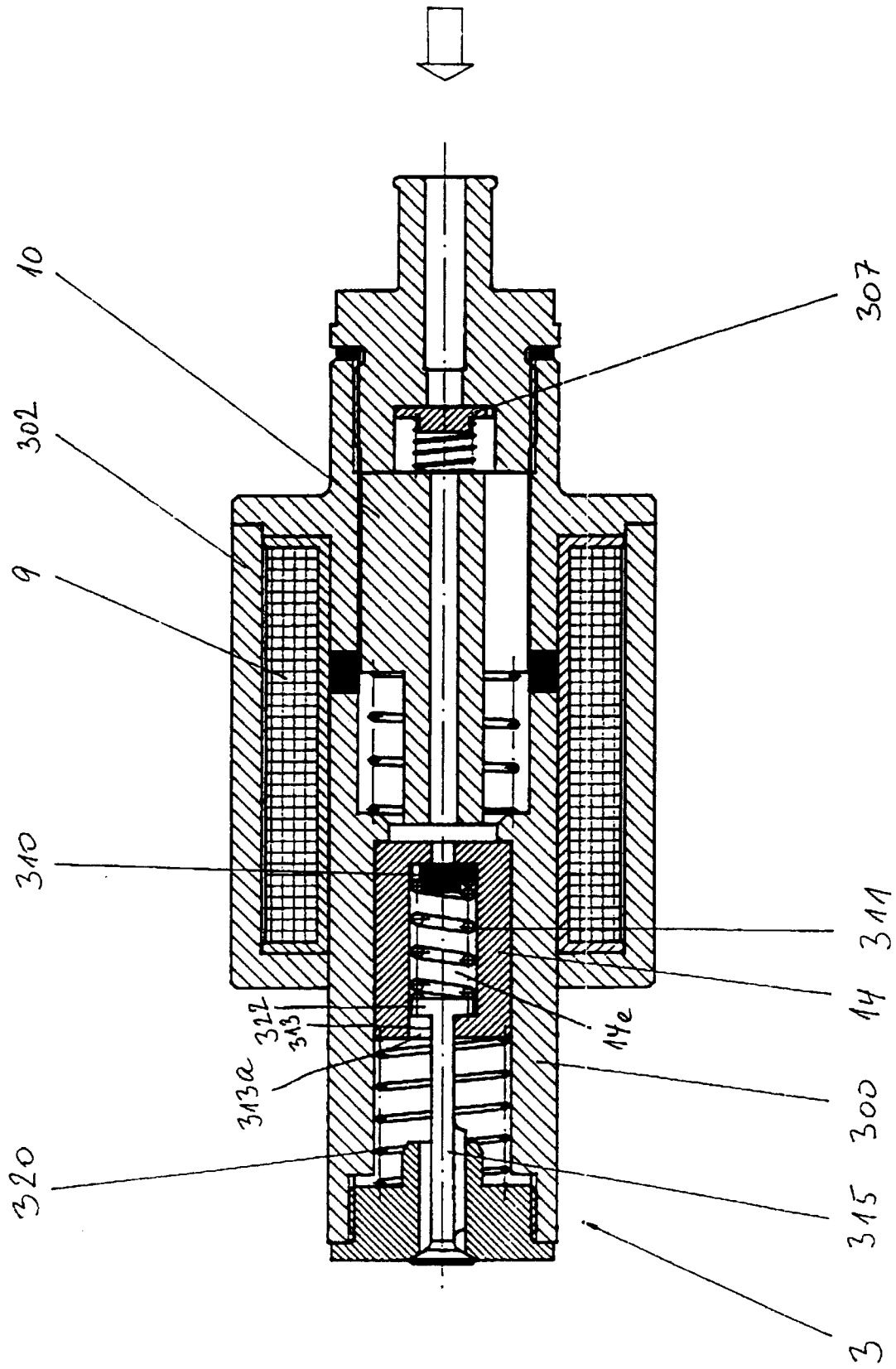


Fig. 5

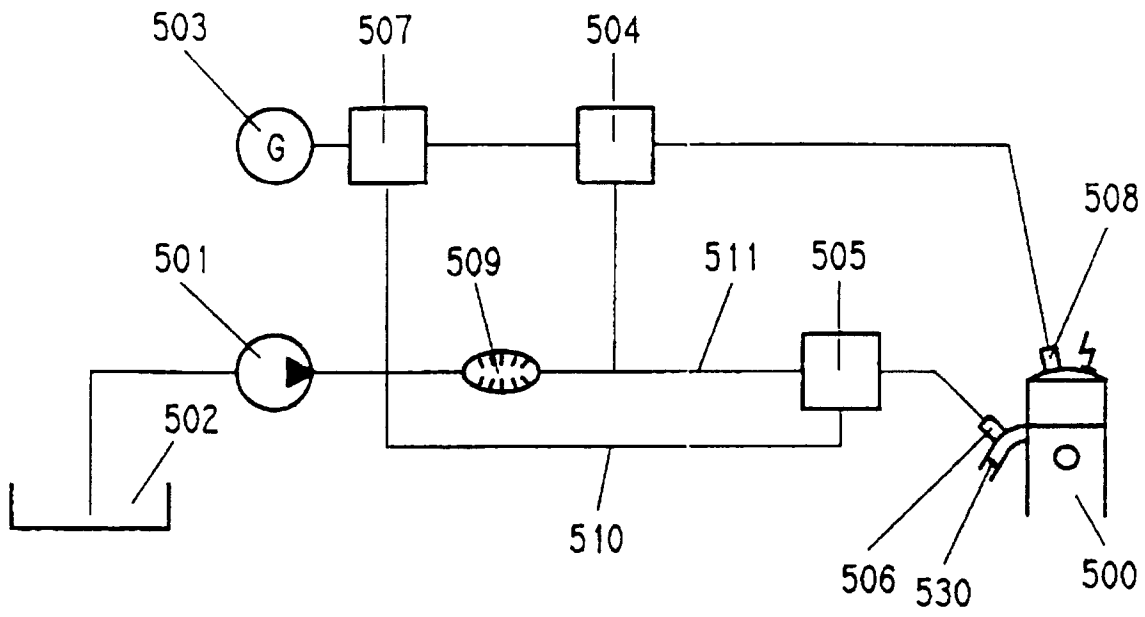


Fig.6

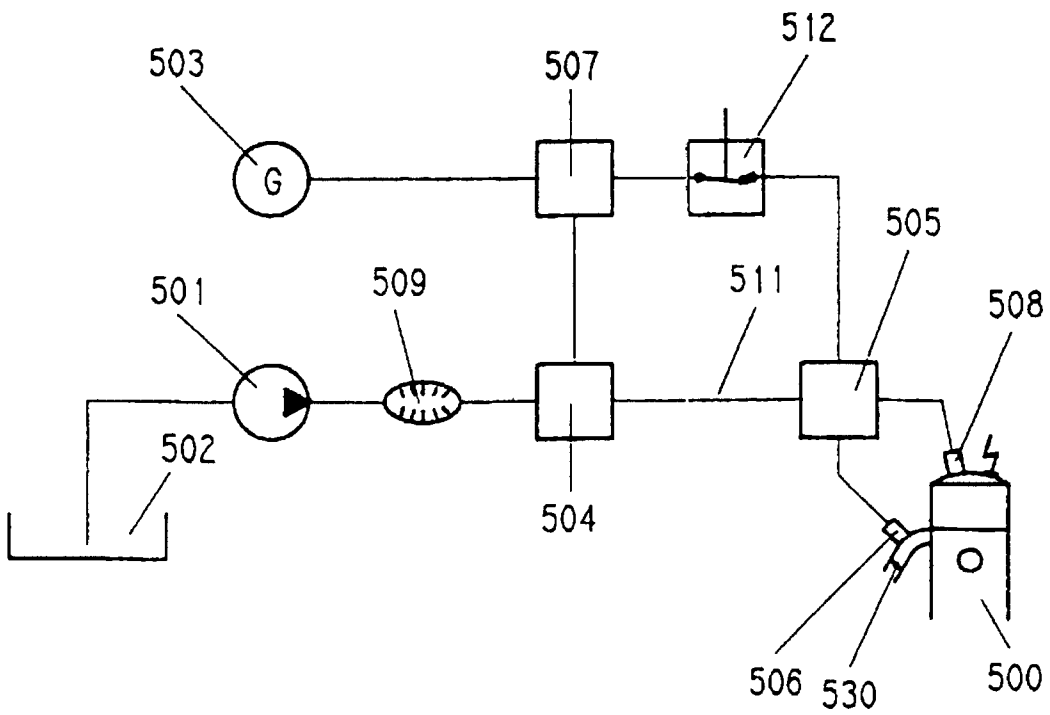


Fig.7

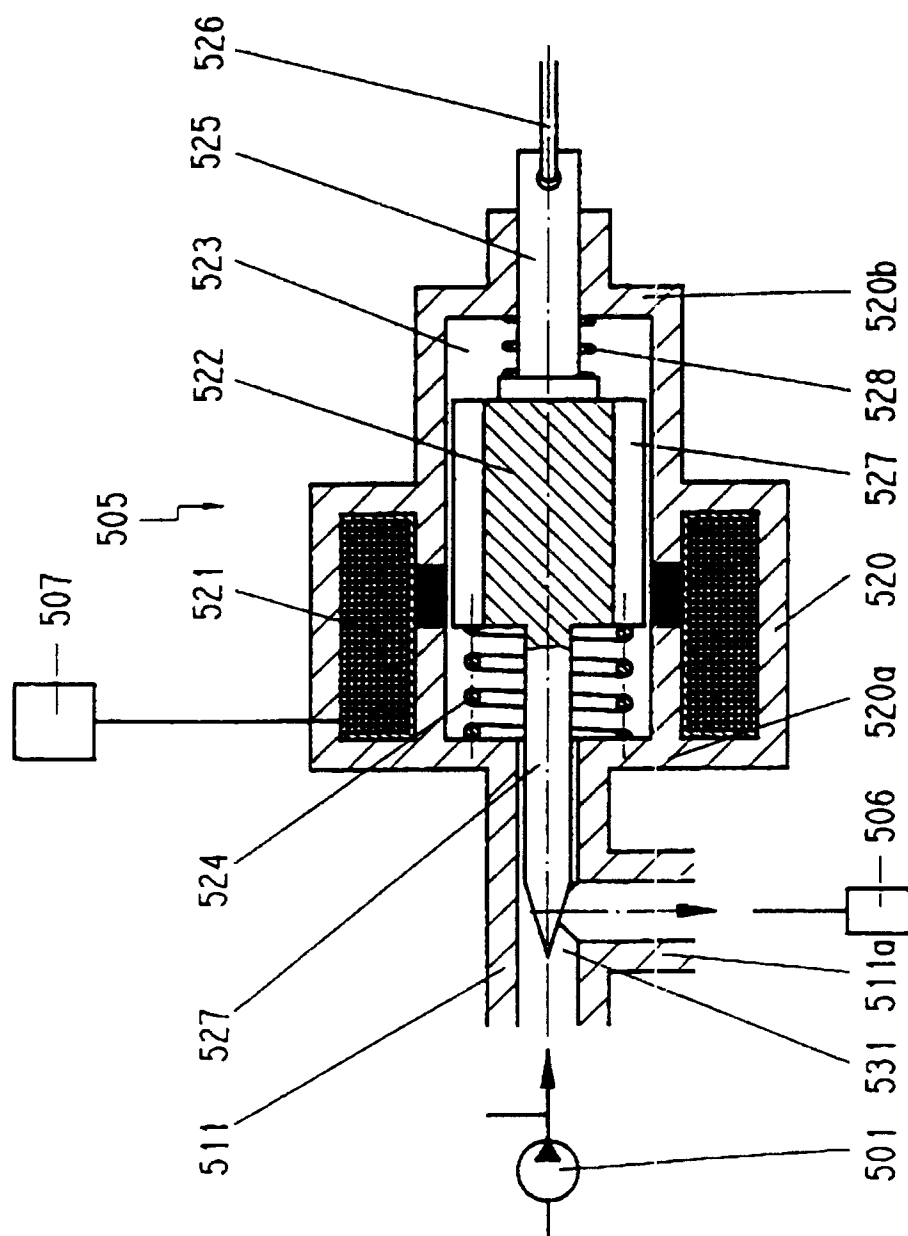


Fig. 8

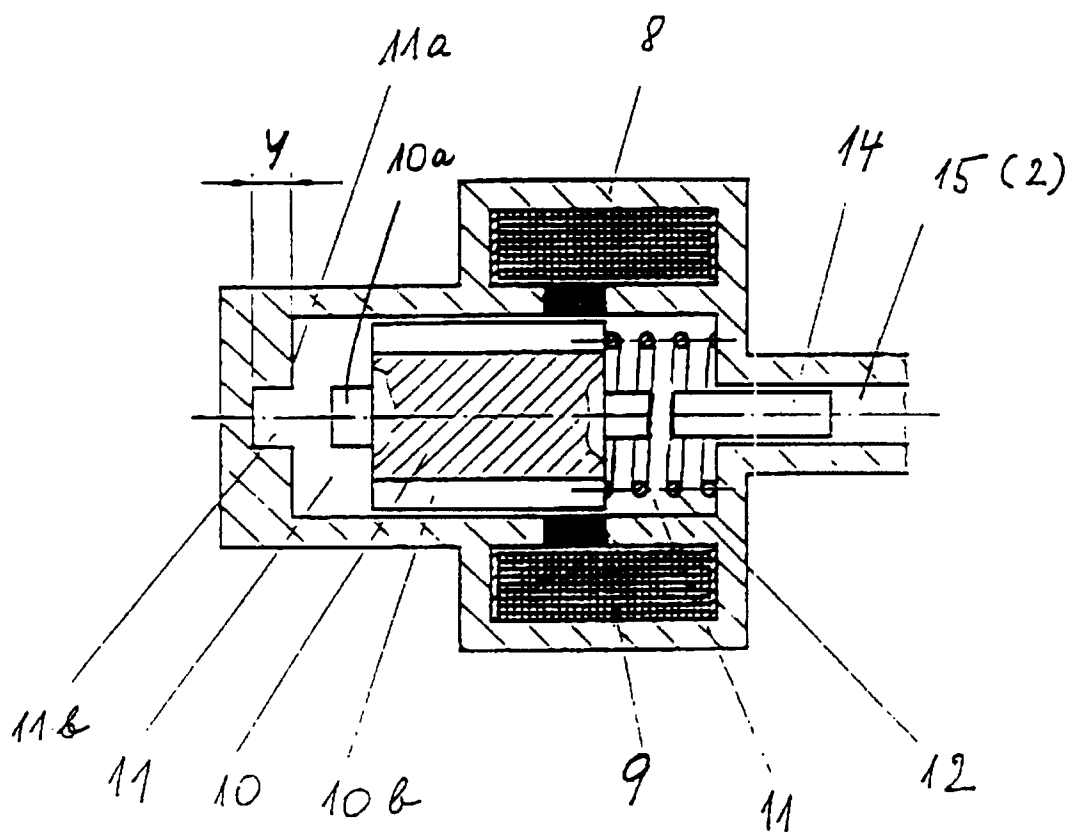


Fig. 9

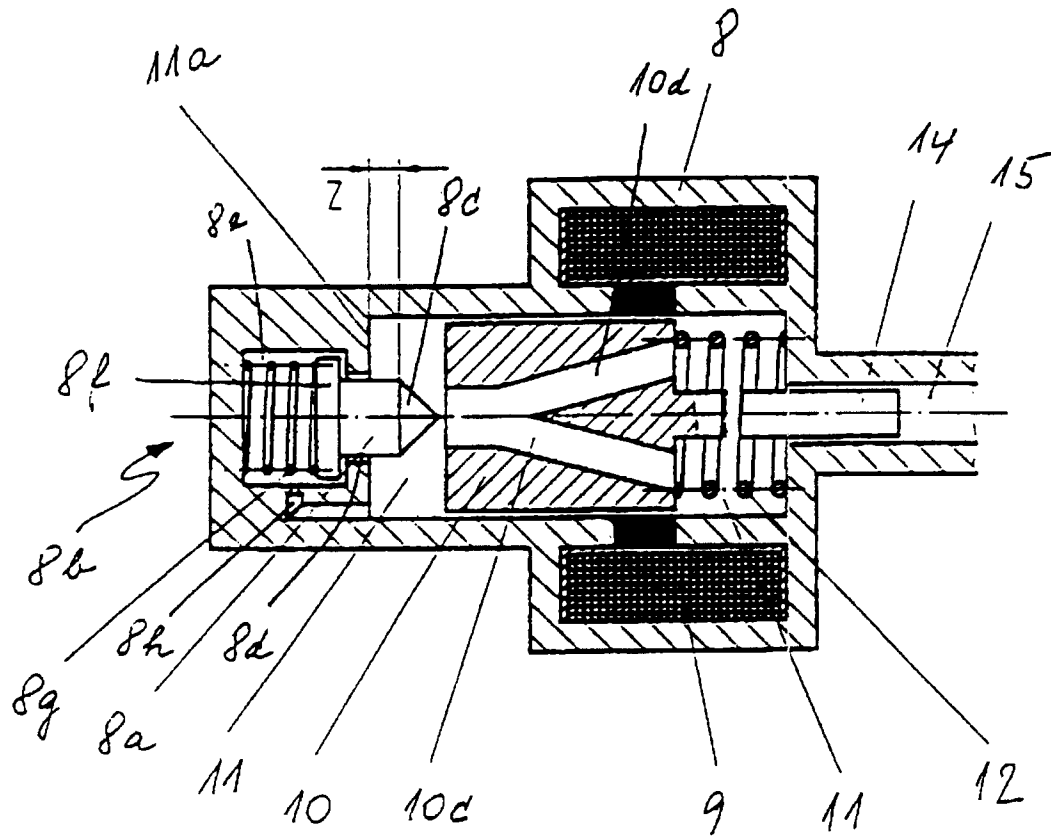


Fig. 10a

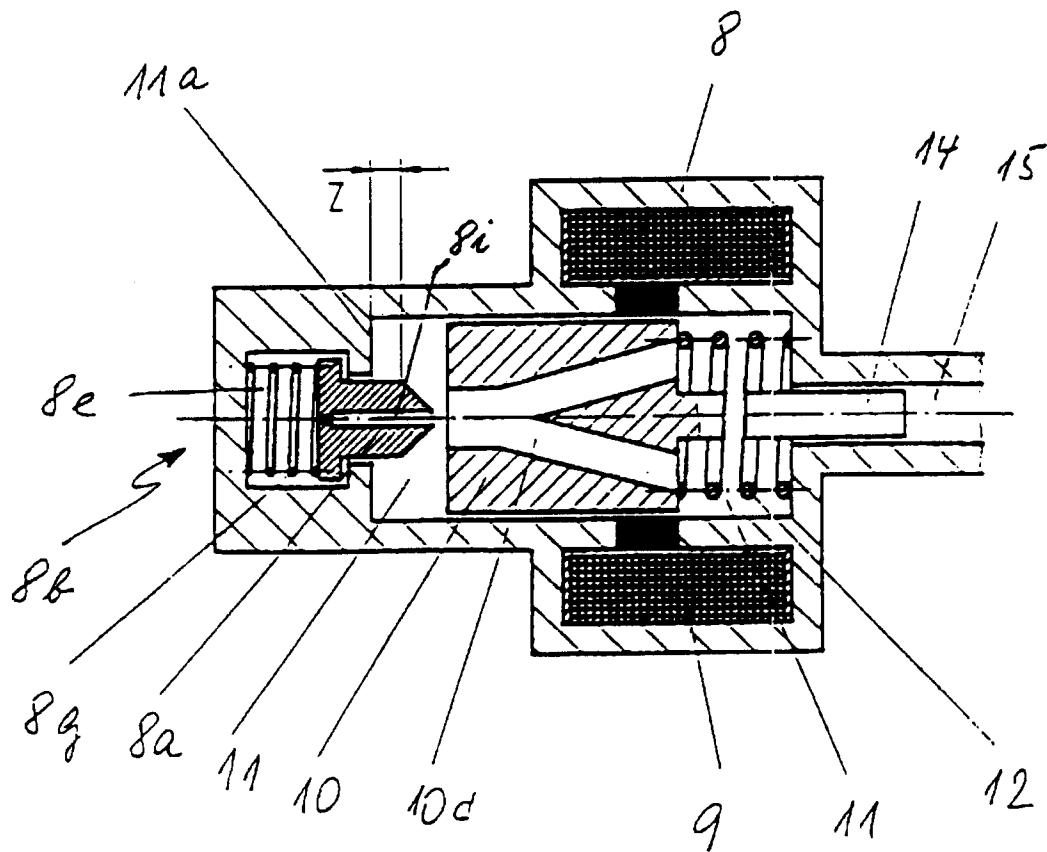


Fig. 10 b

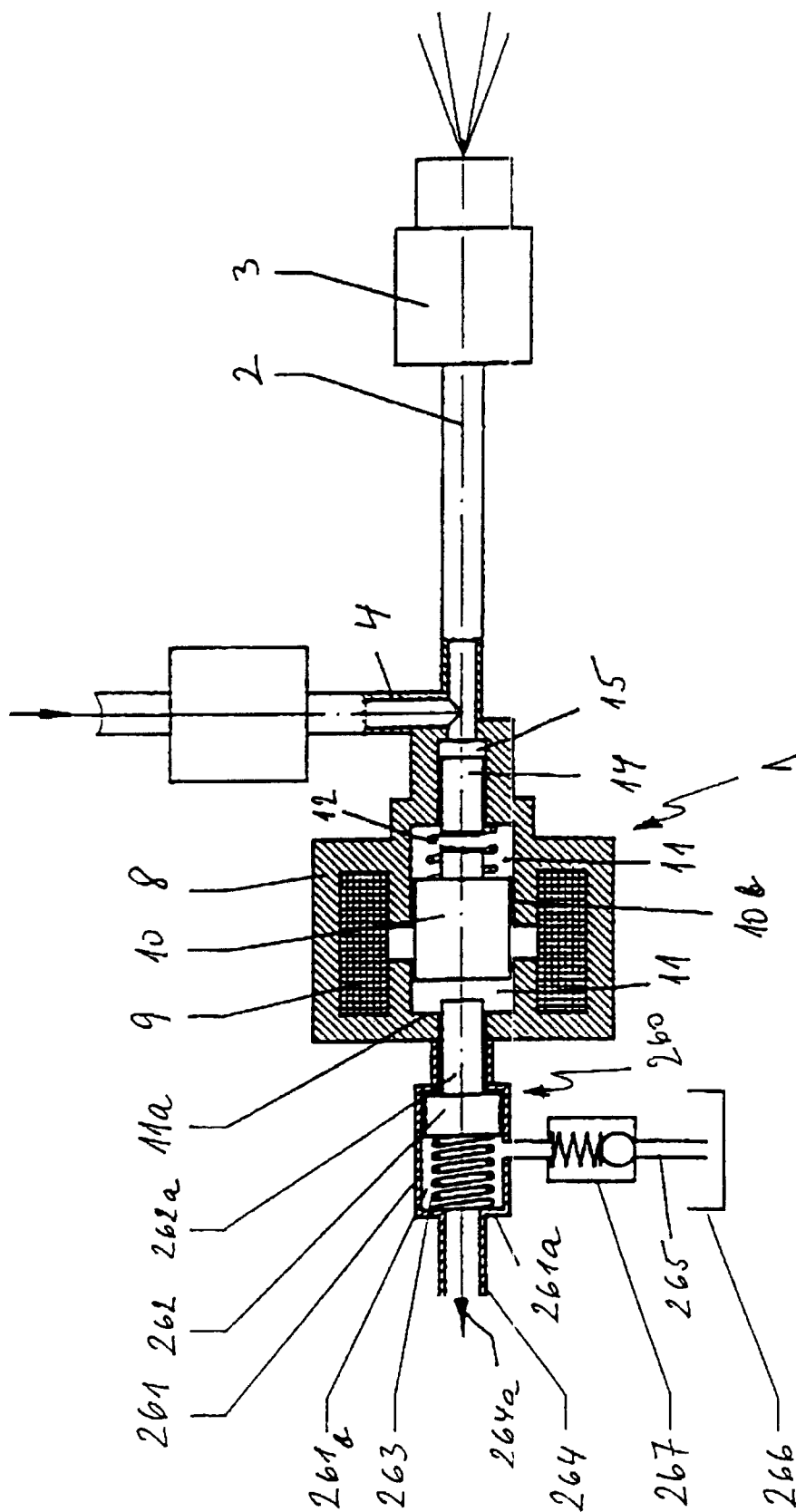
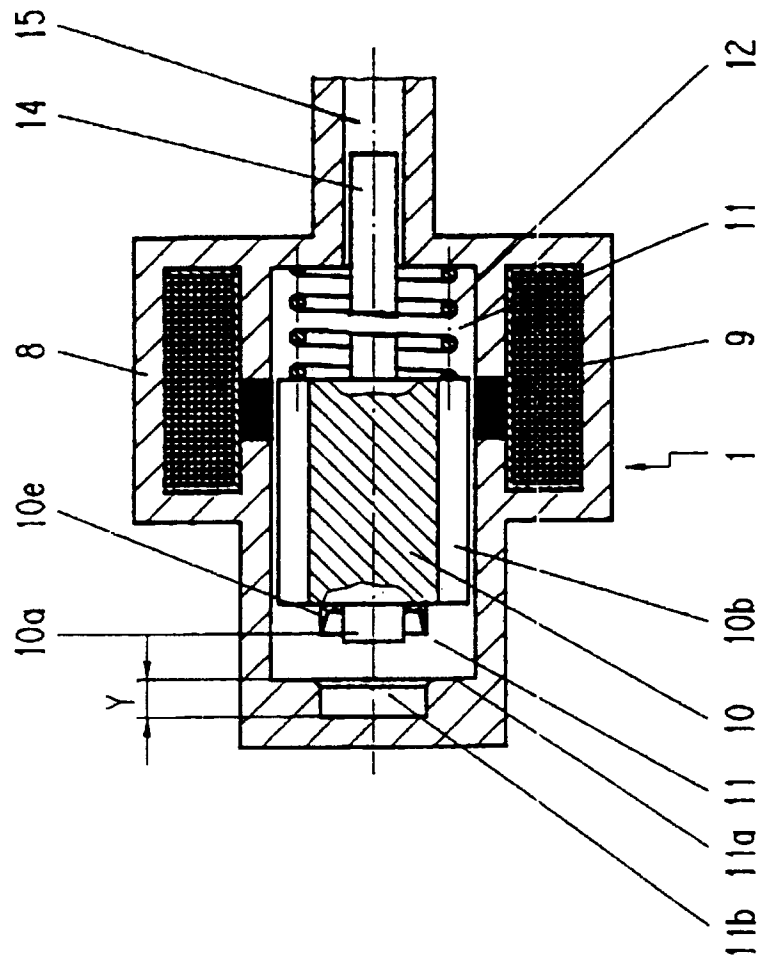


Fig. 11



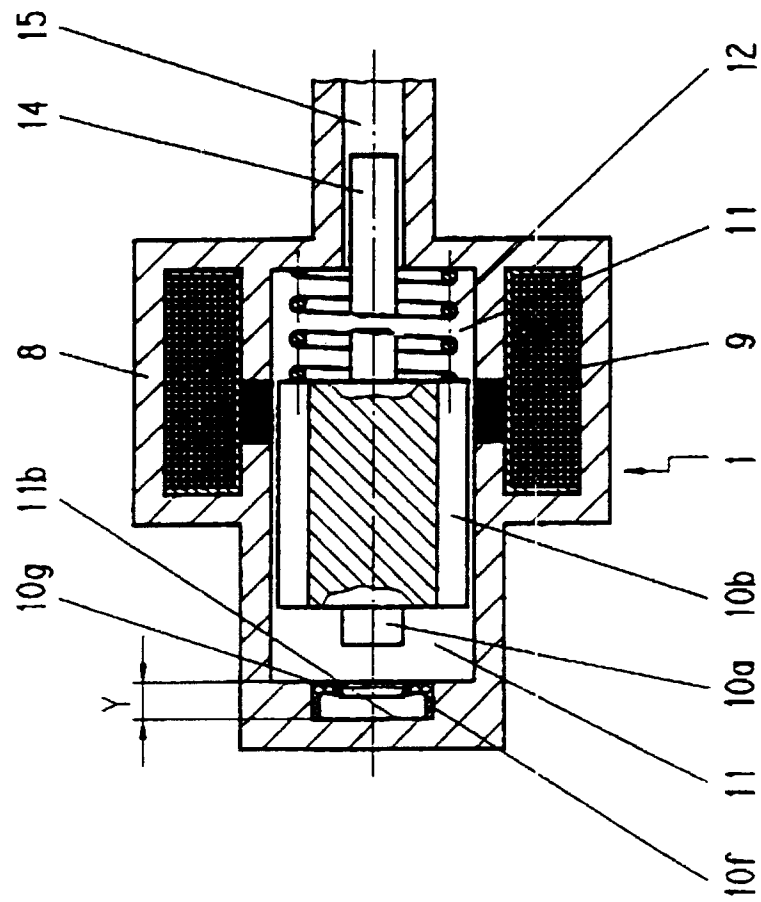


Fig. 12b

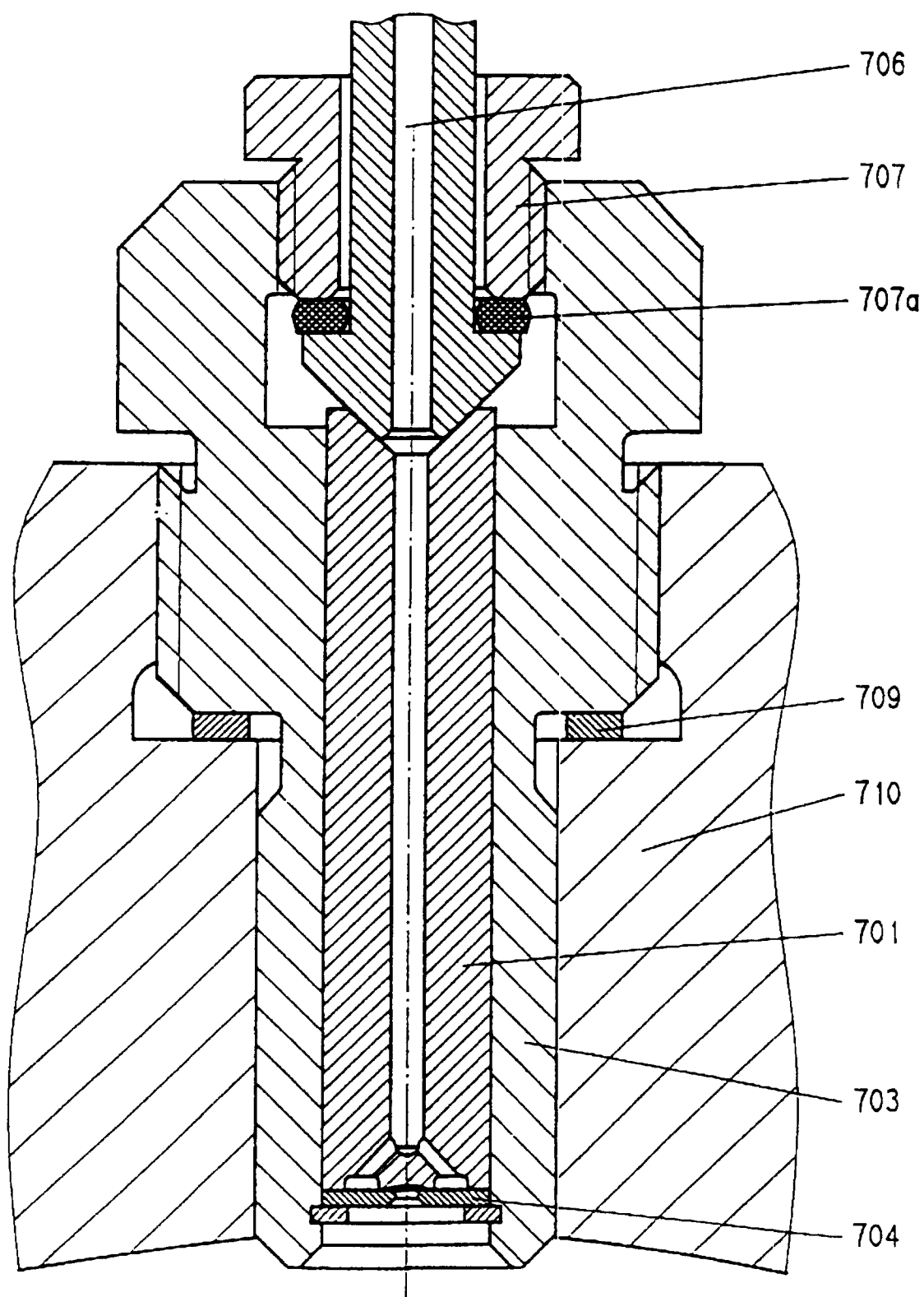


Fig.13

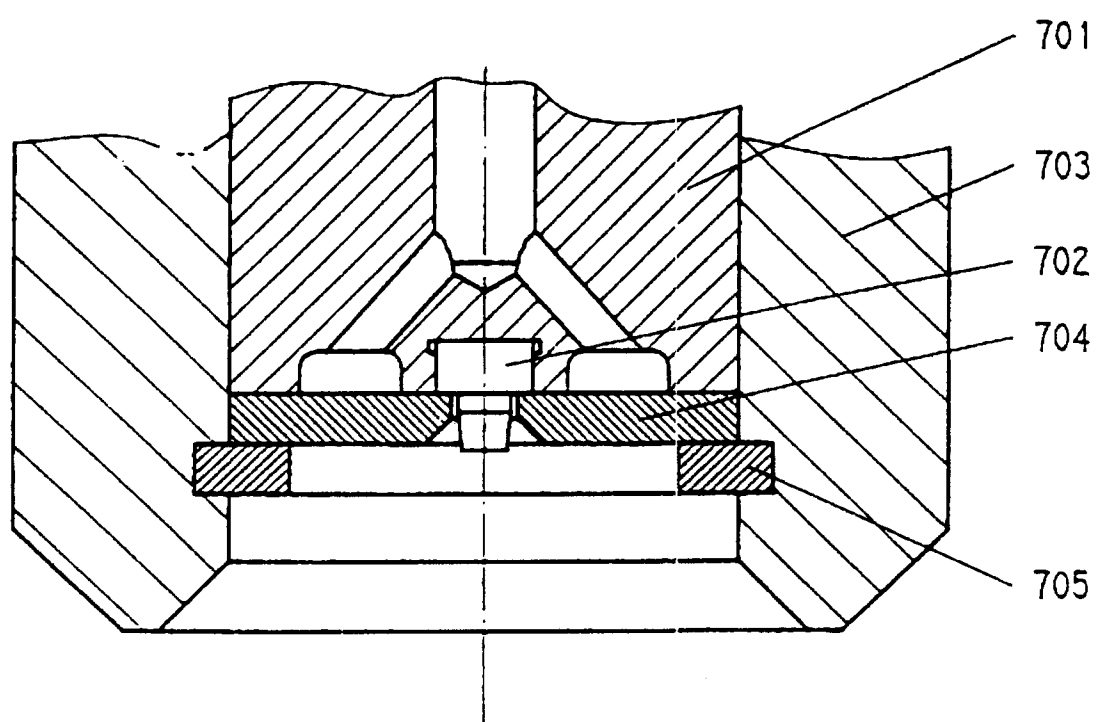


Fig.14

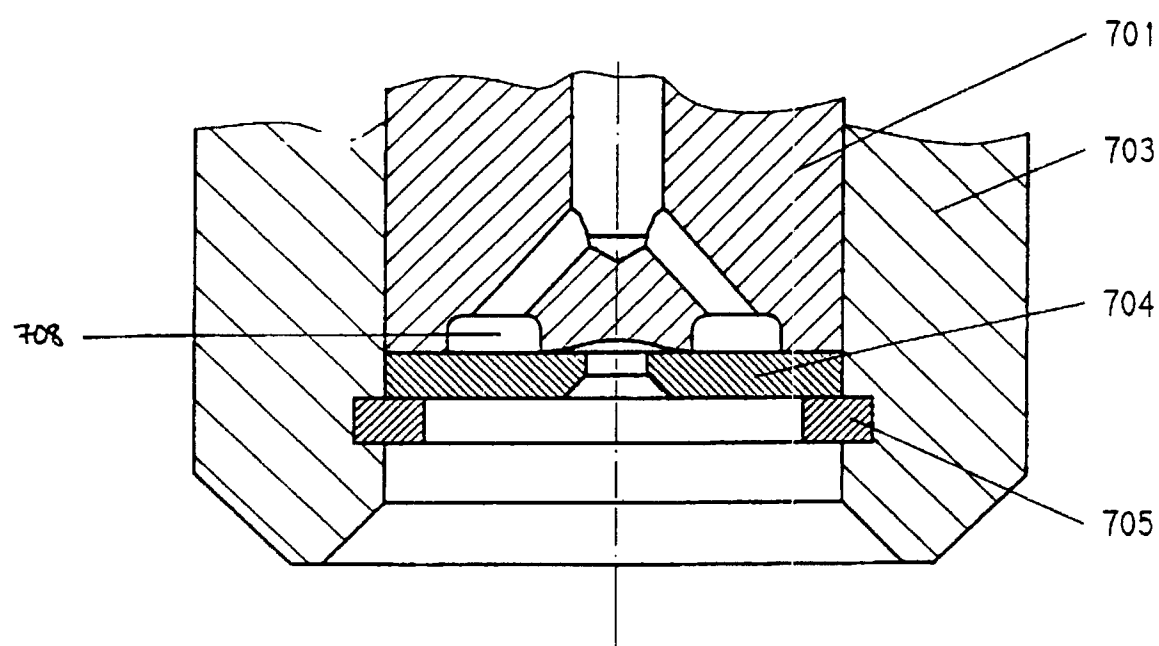


Fig.15

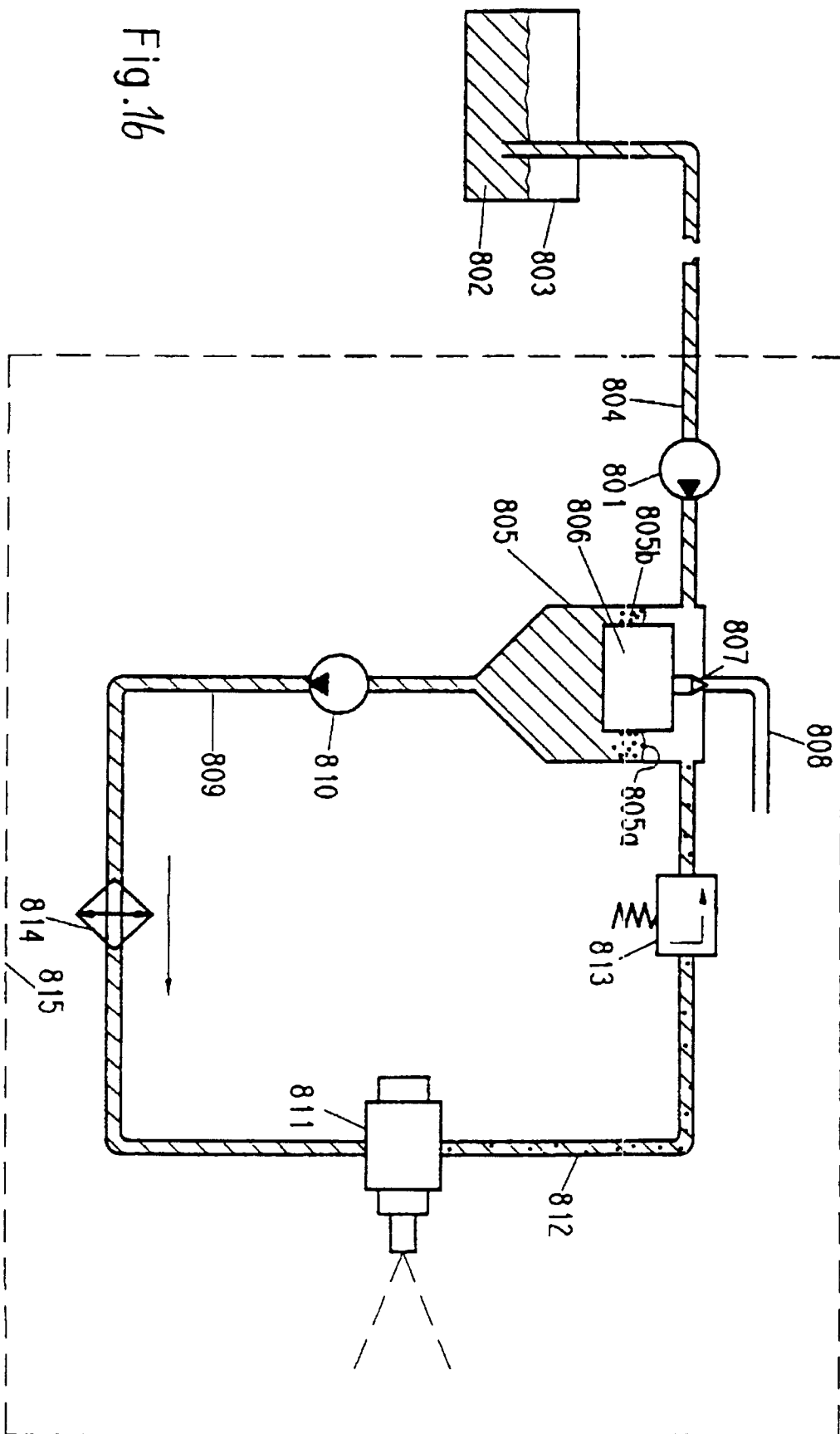


Fig. 16

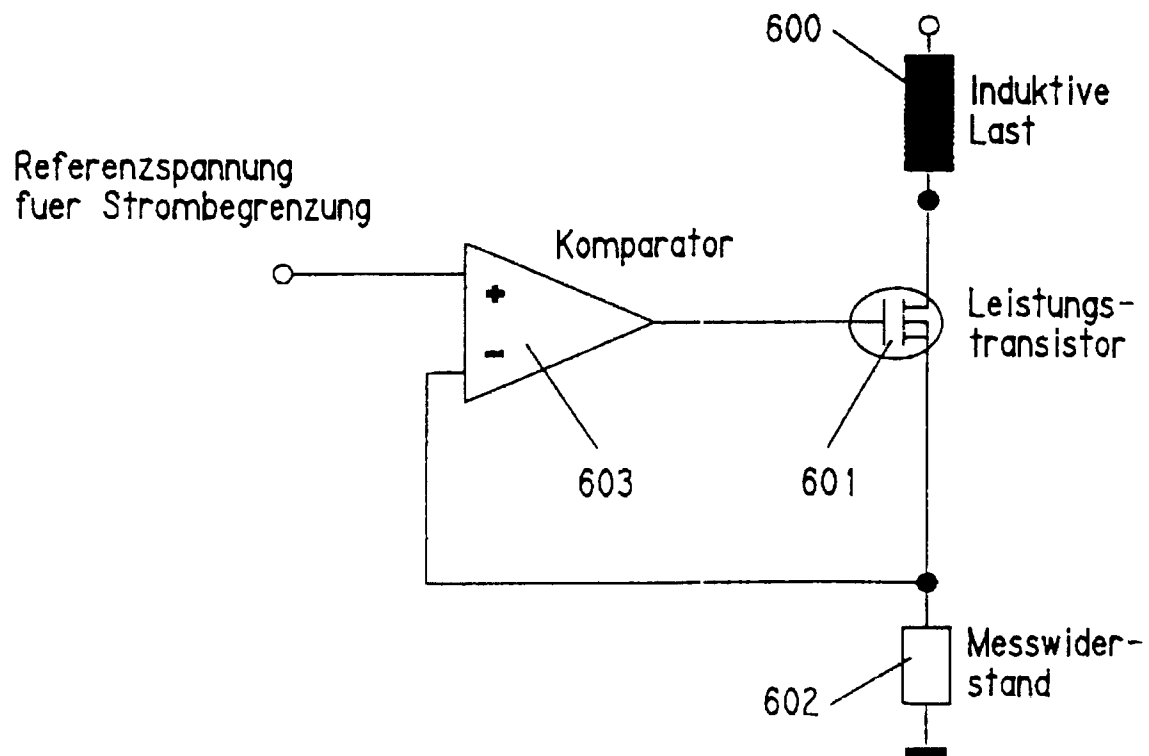


Fig.17