

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 155 233 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

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

19.01.2005 Patentblatt 2005/03

(51) Int Cl.7: **F02M 59/10, F02M 57/02**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/DE2000/000518

(21) Anmeldenummer: **00916758.6**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

(22) Anmeldetag: **24.02.2000**

WO 2000/050764 (31.08.2000 Gazette 2000/35)

(54) **REGELORGAN ZUR STEUERUNG EINER DRUCKVERSTÄRKUNG VON KRAFTSTOFF FÜR EINEN KRAFTSTOFFINJEKTOR**

REGULATING MECHANISM FOR CONTROLLING INCREASING PRESSURE OF FUEL FOR A FUEL INJECTOR

MECANISME DE REGULATION PERMETTANT DE COMMANDER UNE AUGMENTATION DE PRESSION DE CARBURANT, DESTINE A UN INJECTEUR DE CARBURANT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **24.02.1999 DE 19907952**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.11.2001 Patentblatt 2001/47

(73) Patentinhaber: **SIEMENS
AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **AUGUSTIN, Ulrich
D-71394 Kernen (DE)**

- **RIZK, Reda
D-51143 Köln (DE)**
- **GIAMI, Raimondo
D-80802 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
US-A- 4 170 974 **US-A- 5 682 858**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 270 (M-344), 11. Dezember 1984 (1984-12-11) & JP 59 141764 A (NISSAN JIDOSHA KK), 14. August 1984 (1984-08-14)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 051 (M-361), 6. März 1985 (1985-03-06) & JP 59 188070 A (ISUZU JIDOSHA KK), 25. Oktober 1984 (1984-10-25)**

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 1 155 233 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Regelorgan zur Steuerung einer Druckverstärkung von Kraftstoff für einen Kraftstoffinjektor gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Ein solches Regelorgan ist aus der US-5,682,858 A bekannt.

[0002] Bei der Kraftstoffversorgung von Verbrennungsmotoren werden zunehmend Einspritzsysteme verwendet, bei denen mit sehr hohen Einspritzdrücken gearbeitet wird. Insbesondere bei Dieselmotoren, die im LKW-Bereich eingesetzt werden, haben sich dabei Speichereinspritzsysteme als vorteilhaft erwiesen, die diese hohen Einspritzdrücke durch Druckübersetzung erzeugen. Ein Beispiel für einen Kraftstoffinjektor mit Druckverstärkung ist in der genannten US-5,682,858 A dargestellt.

[0003] Bei diesem bekannten System ist im Kraftstoffinjektor ein Druckverstärker mit einem beweglichen Kolben angeordnet, der den Druckverstärker in einen niederdruckseitigen Steuerraum und einen hochdruckseitigen Arbeitsraum unterteilt. Der hochdruckseitige Arbeitsraum des Druckverstärkers ist an eine Kraftstoffleitung in einem Kraftstoffinjektor vor einer Einspritzdüse angeschlossen. Der niederdruckseitige Steuerraum steht über ein im Kraftstoffinjektor ausgebildetes elektromagnetisch betätigtes Regelorgan mit einem Druckspeicher in Verbindung.

[0004] Das elektromagnetisch betätigte Regelorgan ist dabei so ausgebildet, daß im Ausgangszustand, wenn es nicht bestromt ist, das Regelorgan die Strömungsverbindung zwischen dem Druckspeicher und dem niederdruckseitigen Steuerraum des Druckverstärkers unterbricht und den Steuerraum drucklos hält. In diesem Betriebszustand füllt sich der Arbeitsraum des Druckverstärkers über die Kraftstoffleitung mit Kraftstoff.

[0005] Durch Bestromen wird das Regelorgan dann so geschaltet, daß die Strömungsverbindung zwischen dem Druckspeicher und dem niederdruckseitigen Steuerraum des Druckverstärkers geöffnet und der Kolben im Druckverstärker steuerraumseitig mit dem Druck im Druckspeicher beaufschlagt wird. Der sich im Steuerraum einstellende Druck wird dabei vom Kolben im Druckverstärker um ein Vielfaches verstärkt an den im Arbeitsraum des Druckverstärkers befindlichen Kraftstoff weitergegeben.

[0006] Der so im Arbeitsraum unter hohen Druck gesetzte Kraftstoff bewirkt durch eine Verbindung zwischen dem Arbeitsraum und der Einspritzdüse, daß sich die Einspritzdüse öffnet und Kraftstoff in einen Brennraum eines Verbrennungsmotors eingespritzt wird. Sobald die Bestromung des Regelorgans beendet wird, kehrt das Regelorgan in seinen Ausgangszustand zurück, wodurch die Strömungsverbindung zwischen dem Druckspeicher und dem Steuerraum wieder unterbrochen wird. Der Druck auf den Kraftstoff im Arbeitsraum des Druckverstärkers sinkt dann schlagartig ab, die Ein-

spritzdüse schließt sich wieder und die Einspritzung ist beendet.

[0007] Bei dem in der US-5,682,858 A beschriebenen Speichereinspritzsystem mit Druckverstärkung wird also die eingespritzte Kraftstoffmenge vom Zeitfenster der Ansteuerung des Aktors und von der Auslegung der Einspritzdüse, d.h. der von der Einspritzdüse pro Zeiteinheit eingespritzten Kraftstoffmenge, bestimmt. Unvermeidliche Fertigungstoleranzen bei der Einspritzdüse haben deshalb zwangsläufig zur Folge, daß die eingespritzte Kraftstoffmenge von Kraftstoffinjektor zu Kraftstoffinjektor variiert, was insbesondere bei Mehrzylindermotoren zu einem ungleichmäßigen Verhalten des Motors, insbesondere zu Rundlaufstörungen führen kann. Weiterhin hängt bei dem bekannten Speichereinspritzsystem mit Druckverstärkung das Ende der Kraftstoffeinspritzung in die Brennkammer und damit der Verbrennungsverlauf von der exakten Ansteuerung des Regelorgans ab. Aufgrund von bei der Ansteuerung des Regelorgans auftretenden Schaltverzögerungen kann es zu einer unerwünschten zeitlichen Verlängerung der Einspritzung kommen, was zu einer Beeinträchtigung der Verbrennungswerte führen kann. Darüber hinaus ist das in der US-5,682,858 A dargestellte Regelorgan kompliziert aufgebaut, so daß eine aufwendige Fertigung notwendig ist.

[0008] Aus der JP-A-59141764 ist ein Regelorgan für einen Kraftstoffinjektor bekannt, der einen Druckverstärker mit einem niederdruckseitigen Steuerraum und einem hochdruckseitigen Arbeitsraum aufweist. Ein elektromagnetisch betätigter Aktor des Regelorgans betätigt wiederum einen Ventilkolben, der in einer ersten Stellung den Arbeitsraum mit einer Druckversorgung und in einer zweiten Stellung mit einer drucklosen Ablauföffnung verbindet. Ein ähnliches Regelorgan zeigt auch die US-A-4170974, wobei hier jedoch der Ventilkolben nicht elektromagnetisch, sondern servohydraulisch betätigt ist.

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, ein Regelorgan zur Steuerung einer Druckverstärkung von Kraftstoff für einen Kraftstoffinjektor so auszugestalten, daß eine einfache und zuverlässige Regelfunktion gewährleistet und insbesondere große Streuungen der Kraftstoffinjektoren im Einspritzverhalten vermieden werden.

[0010] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Regelorgan gemäß Anspruch 1 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0011] Das erfindungsgemäße Regelorgan ist in einer Druckleitung in einem Kraftstoffinjektor, die einen niederdruckseitigen Steuerraum eines Druckverstärkers im Kraftstoffinjektor mit einer Druckversorgung verbindet, angeordnet und weist einen Aktor, eine Ventilkammer und einen in der Ventilkammer beweglich angeordneten federbelasteten Ventilkolben auf. Der Ventilkolben stellt in seiner Ruhestellung, in der er vom Aktor nicht betätigt wird, eine Strömungsverbindung durch die

Ventilkammer zwischen einer an die Druckversorgung angeschlossenen Zulauföffnung und einer ersten Ablauföffnung, die an den Steuerraum des Druckverstärkers angeschlossen ist, her. In der vom Aktor hervorgerufenen Schaltstellung befindet sich der Ventilkolben dagegen in einer Stellung, bei der eine Strömungsverbindung durch die Ventilkammer zwischen der ersten Ablauföffnung, die an den Steuerraum im Druckverstärker angeschlossen ist und einer zweiten Ablauföffnung, die drucklos gehalten wird, hergestellt ist.

[0012] Beim erfindungsgemäßen Regelorgan ist nur für den Einspritzbeginn einer Einspritzdüse im Kraftstoffinjektor eine Ansteuerung des Ventilkolbens im Regelorgan notwendig. Der Einspritzvorgang der Einspritzdüse wird jedoch automatisch beendet, sobald der gesamte, in einem Arbeitsraum des Druckverstärkers vorgelagerte Kraftstoff eingespritzt ist. Die Schaltzeiten im Regelorgan haben also keinen Einfluß auf den Zeitpunkt, zu dem die Einspritzung beendet wird. Das selbsttätige Ende der Einspritzung bei der erfindungsgemäßen Auslegung des Regelorgans sorgt weiterhin für eine hohe Eigensicherheit bei möglichen Betriebsstörungen des Regelorgans. Darüber hinaus wird die Einspritzmenge nur von dem im Brennraum des Druckverstärkers angesaugten Kraftstoff bestimmt. Fertigungstoleranzen der Einspritzdüse im Kraftstoffinjektor haben deshalb keinen Einfluß auf die Einspritzmengen-

zumessung.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist das Regelorgan zwei kegelförmig ausgebildete Ventilsitze auf, auf denen abwechselnd der Ventilkolben mit einer seiner beiden kegelförmig ausgebildeten Dichtflächen je nach Schaltzustand aufliegt. Diese Auslegung des Regelorgans mit kegelförmigen Ventilsitzen ermöglicht eine besonders einfache Fertigung und darüber hinaus eine hohe Funktionszuverlässigkeit des Regelorgans.

[0014] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird der Aktor piezoelektrisch angesteuert, wodurch sich hohe Schaltgeschwindigkeiten und damit ein verbesserter Wirkungsgrad des Regelorgans erzielen lassen.

[0015] Die Erfindung wird anhand der Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

Figur 1 schematisch einen Querschnitt durch einen Kraftstoffinjektor mit einem erfindungsgemäßen Regelorgan gemäß einer ersten Ausführungsform, und

Figur 2 schematisch eine Querschnitt durch einen Kraftstoffinjektor mit einem erfindungsgemäßen Regelorgan gemäß einer zweiten Ausführungsform.

[0016] Der in den Figuren 1 und 2 gezeigte Kraftstoffinjektor mit Druckverstärkung eignet sich insbesondere zum Einsatz bei Dieselmotoren. Der Kraftstoffin-

jektor setzt sich im wesentlichen aus einem als 3/2-Wegeventil ausgebildeten Regelorgan 2, einem Druckverstärker 3, einer Einspritzdüse 4 und einem Rückschlagventil 5 zusammen, die vorzugsweise gemeinsam in einem Gehäuse angeordnet sind.

[0017] Der Druckverstärker 3 im Kraftstoffinjektor weist ein Gehäuse 31 auf, in dem eine zweistufige zylindrische Innenbohrung ausgebildet ist. Die als Steuerraum dienende obere Bohrungsstufe 311 im Gehäuse 31 des Druckverstärkers besitzt dabei einen größeren Durchmesser als die als Arbeitsraumböhrung dienende untere Steuerbohrung 312. In der Innenbohrung des Gehäuses 31 ist weiterhin axial beweglich ein Stempel 34 angeordnet, der sich aus einem Steuerkolben 341 und einem Arbeitskolben 342 zusammensetzt. Der Steuerkolben 341 wird dabei in der Steuerraumböhrung 311 geführt und ist gegen die Steuerraumböhrung 311 abgedichtet. Ähnlich dem Steuerkolben 341 wird der Arbeitskolben 342 in der Arbeitsraumböhrung 312 geführt und ist gegen die Arbeitsraumböhrung 312 abgedichtet.

[0018] Um den Arbeitskolben 342 herum ist weiterhin eine Druckfeder 36 angeordnet, die auf ihrer einen Seite gegen eine Stufe zwischen der Steuerraumböhrung 311 und der Arbeitsraumböhrung 312 abgestützt ist und mit ihrer anderen Seite am Steuerkolben 341 anliegt. Da der Stempel 34 kürzer als die Innenbohrung des Gehäuses 31 ausgebildet ist, sind zwischen der Stirnfläche des Steuerkolbens 341 und dem Gehäuse 31 ein Steuerraum 32 und zwischen der Stirnfläche des Arbeitskolbens 342 und dem Gehäuse 31 ein Arbeitsraum 33 ausgebildet. Der Arbeitsraum 33 steht mit einer Kraftstoffzuleitung 37 und einer Einspritzleitung 41 in Verbindung, über die die Einspritzdüse 4 an eine Kraftstoffversorgung angeschlossen ist.

[0019] Bei der in Figur 1 gezeigten ersten Ausführungsform weist das als 3/2-Wegeventil ausgeführte Regelorgan 2 ein Gehäuse 21 auf, in der eine zylindrische Ventilkammer 22 vorgesehen ist, die aus einem ersten Bohrungsabschnitt 221 und einem zweiten Bohrungsabschnitt 222 besteht, wobei der zweite Bohrungsabschnitt 222 einen größeren Innendurchmesser als der erste Bohrungsabschnitt 221 besitzt. Weiterhin weist die Ventilkammer 22 einen abgeschrägter Übergangsbereich 223 zwischen dem ersten Bohrungsabschnitt 221 und dem zweiten Bohrungsabschnitt 222 auf. In dem Gehäuse 21 des 3/2-Wegeventils sind darüber hinaus eine Zulauföffnung 211, eine erste Ablauföffnung 213, eine zweite Ablauföffnung 214 und eine Leckageöffnung 215 eingebracht.

[0020] Die Zulauföffnung 211 mündet dabei im Bereich des zweiten Bohrungsabschnitts 222 der Ventilkammer 22 in der Nähe des Übergangsbereichs 223 in einer im Gehäuse 21 vorgesehenen Ringnut 212 und ist weiterhin über einen Zulauf 11 an eine Druckversorgung 1 angeschlossen, die ein Medium, vorzugsweise Öl oder Kraftstoff, mit einem geregelten Druck von etwa 200 bar aus einem Vorratsschalter 12 einspeist. Die erste Ablauföffnung 213 mündet im ersten Bohrungsab-

schnitt 221 der Ventilkammer 22 und ist über eine Druckleitung 38 mit dem Steuerraum 32 des Druckverstärkers 3 verbunden. Die zweite Ablauföffnung 214 mündet in die Ventilkammer 22 im Bereich eines Endabschnitts des zweiten Bohrungsabschnitts 222 und ist an den Vorratsbehälter 12 angeschlossen, wobei die Verbindung drucklos ausgelegt ist.

[0021] In der Ventilkammer 22 des 3/2-Wegeventils ist weiterhin ein Ventilkolben 23 angeordnet, der einen ersten zylindrischen Abschnitt 231, der im ersten Bohrungsabschnitt 221 der Ventilkammer 22 geführt wird, und einen zweiten zylindrischen Abschnitt 232, der im zweiten Bohrungsabschnitt 222 der Ventilkammer 22 geführt wird, aufweist. Zwischen dem ersten zylindrischen Abschnitt 231 und dem zweiten zylindrischen Abschnitt 232 des Ventilkolbens 23 ist weiterhin ein abgeschrägter Übergangsbereich 233 ausgebildet, dessen Neigung der Neigung des Übergangsbereiches 223 zwischen dem ersten Bohrungsabschnitt 221 und dem zweiten Bohrungsabschnitt 222 in der Ventilkammer 22 entspricht.

[0022] Der Ventilkolben 23 weist in seinem ersten zylindrischen Abschnitt 231 eine Ringnut 234 auf, die sich bis zum Übergangsbereich 233 erstreckt und die der ersten Ablauföffnung 213 gegenüber liegt. Im Ventilkolben 23 ist außerdem eine zweistufige Sackbohrung 24 vorgesehen, bei der ein innerer Bohrungsabschnitt 241 einen kleineren Durchmesser als ein äußerer Bohrungsabschnitt 242 besitzt und ein Übergangsbereich 243 zwischen den Bohrungsabschnitten mit einer Abschrägung vorgesehen ist. Der innere Bohrungsabschnitt 241 der Sackbohrung 24 ist darüber hinaus durch eine Drosselbohrung 25, die sich durch den ersten zylindrischen Abschnitt 231 des Ventilkolbens 23 erstreckt, mit der Ringnut 234 um den Ventilkolben 23 verbunden.

[0023] Ein Deckel 26 am Gehäuse 21 des 3/2-Wegeventils 2 erstreckt sich weiterhin mit einem Bolzen 27 in die Sackbohrung 24 im Ventilkolben 23, wobei eine Bolzenspitze 271 kegelförmig zuläuft und die Kegelneigung der Neigung des Übergangsbereichs 243 zwischen dem inneren Bohrungsabschnitt 241 und dem äußeren Bohrungsabschnitt 242 der Sackbohrung 24 entspricht. Der Bolzen 27 ist dabei so ausgelegt, daß zwischen seiner Außenwandung und der Innenwandung des Ventilkolbens 23 im äußeren Bohrungsabschnitt 242 der Sackbohrung 24 ein Ringspalt bleibt.

[0024] Der Ventilkolben 23 sitzt in seinem Ruhezustand mit dem Übergangsbereich 243 der Sackbohrung 24 auf dem Bolzenkopf 271 auf, wodurch die Verbindung zwischen dem inneren Bohrungsabschnitt 241 und dem äußeren Bohrungsabschnitt 242 der Sackbohrung 24 unterbrochen ist. In dieser Stellung des Ventilkolbens 23 ist ein Ringspalt zwischen der Stirnfläche des Ventilkolbens 23 und einem Anschlag am Deckel 26 ausgebildet, der eine Verbindung zwischen dem Ringspalt um den Bolzen 27 und der zweiten Auslaßöffnung 214 herstellt.

[0025] Am ersten zylindrischen Abschnitt 231 des

Ventilkolbens 23 ist weiterhin ein stempelförmiger Anker 28 vorgesehen, der in einen am Gehäuse 21 angeordneten Kopfabschnitt 29 hineinreicht und einer Magnetspule 291 gegenüber angeordnet ist. Auf dem Anker 28 lastet die Haltekraft einer Druckfeder 292, die am Kopfabschnitt 29 abgestützt ist. In diesen ersten zylindrischen Abschnitt mündet auch die Leckageöffnung 215, die an den Vorratsbehälter 12 angeschlossen ist, wobei die Verbindung drucklos gehalten wird.

[0026] In Figur 1 ist das 3/2-Wegeventil 2 in seiner Ruhestellung gezeigt. In dieser Stellung ist die Magnetspule 291 unbestromt und der Ventilkolben 23 wird durch die auf dem Anker 28 lastende Haltekraft der Druckfeder 292 mit seinem Übergangsbereich 243 in der Sackbohrung 24 auf den Bolzenkopf 271 des Bolzens 27 gedrückt. In dieser Stellung des Ventilkolbens 23 ist ein Ringspalt zwischen dem abgeschrägten Übergangsbereich 223 in der Ventilkammer 22 und dem entsprechend abgeschrägten Übergangsbereich 233 am Ventilkolben 23 ausgebildet, so daß eine Strömungsverbindung zwischen der Zulauföffnung 211 und der ersten Ablauföffnung 213 über die Ringnut 212, den Ringspalt zwischen dem Übergangsbereich 223 in der Ventilkammer 22 und dem Übergangsbereich 233 am Ventilkolben 23 und der Ringnut 234 ausgebildet ist. Diese Strömungsverbindung durch das 2/3-Wegeventil 2 ermöglicht, daß Medium aus der Druckversorgung 1 über den Zulauf 11, das 3/2-Wegeventil 2 und die Druckleitung 38 in den Steuerraum 32 des Druckverstärkers 3 gelangt. Die vom unter Druck stehenden Medium im Steuerraum 32 auf die Stirnfläche des Steuerkolbens 341 des Stempels 34 im Druckverstärker 3 ausgeübte Kraft sorgt dann dafür, daß der Stempel 34 gegen die Haltekraft der Tellerfeder 36 in seine maximal ausgefahrene Stellung gebracht wird, bei der - wie in Figur 1 gezeigt - der Arbeitsraum 33 im Druckverstärker 3 auf sein minimales Volumen reduziert ist.

[0027] Das in Figur 1 gezeigte, als 3/2-Wegeventil ausgebildete Regelorgan 2 führt zu folgendem Einspritzvorgang:

[0028] Die Druckversorgung 1 sorgt für einen geregelten Druck des Mediums, vorzugsweise im Bereich von etwa 200 bar. In der in Figur 1 gezeigten Ausgangsstellung, bei der die Magnetspule 291 im 3/2-Wegeventil 2 nicht bestromt ist, ist eine Strömungsverbindung durch das 3/2-Wegeventil zwischen der Druckversorgung 1 und dem Steuerraum 32 des Druckverstärkers 3 offen. Der Stempel 34 im Druckverstärker 3 befindet sich in seiner ausgefahrenen Stellung, bei der das Steuerraumvolumen maximal, das Arbeitsraumvolumen dagegen minimal ist.

[0029] Der Einspritzvorgang wird dann durch Bestromen der Magnetspule 291 vorbereitet. Die bestromte Magnetspule 291 zieht den Anker 28 gegen die Haltekraft der Druckfeder 292 an. Hierdurch verschiebt sich der mit dem Anker 28 verbundene Ventilkolben 23 aus seiner Ausgangsstellung, bei der der Übergangsbereich 243 der Sackbohrung 24 auf der Bolzenspitze 271 auf-

sitzt, in Richtung auf den Kopfabschnitt 29 in eine Stellung, in der der Übergangsbereich 243 am Ventilkolben 23 am Übergangsbereich 223 der Ventilkammer 22 anschlägt. Hierdurch wird die Strömungsverbindung von der Zulauföffnung 211 zur ersten Ablauföffnung 213 durch die Ventilkammer 22 geschlossen, so daß die Versorgung des Steuerraums 32 im Druckverstärker 3 mit dem unter Druck stehenden Medium unterbrochen wird.

[0030] Gleichzeitig öffnet sich ein Ringspalt zwischen dem Übergangsbereich 243 in der Sackbohrung 24 im Ventilkolben 23 und der Bolzenspitze 271, so daß eine Strömungsverbindung zwischen der ersten Ablauföffnung 213 über die Ringnut 234, die Drosselbohrung 25, den Ringspalt und die Sackbohrung 24 zur zweiten Ablauföffnung 214 im 3/2-Wegeventil 2 hergestellt ist. Da der mit der zweiten Ablauföffnung 214 verbundene Ablauf 12 zur Druckversorgung drucklos gehalten wird, sinkt der Druck des Mediums im Steuerraum 32 des Druckverstärkers 3 schlagartig ab und die Druckfeder 36 im Druckverstärker 3 drückt den Steuerkolben 341 in den Steuerraum 32 zurück, so daß sich der Steuerraum 32 leert und das Medium über das 3/2-Wegeventil 2 in die Druckversorgung 1 zurückfließt. Gleichzeitig mit dem Steuerkolben 341 wird aber auch der mit dem Steuerkolben verbundene Arbeitskolben 342 zurückgezogen und Kraftstoff über die Kraftstoffzuleitung 37 in den Arbeitsraum 33 des Druckverstärkers 3 angesaugt.

[0031] Der zeitliche Verlauf der Befüllungsphase wird dabei vom in der Kraftstoffzuleitung 37 herrschenden Versorgungsdruck, der Haltekraft der Druckfeder 36 sowie der Strömungsgeschwindigkeit durch die Drosselbohrung 25 bestimmt. Die Befüllungsphase des Arbeitsraums 33 wird selbsttätig beendet, sobald die Druckfeder 36 den Steuerkolben 341 des Stempels 34 in seine Ruhestellung zurückgeschoben hat und das Steuerraumvolumen minimal ist.

[0032] Der Einspritzbeginn in eine Brennkammer eines Verbrennungsmotors wird durch die Unterbrechung der Stromversorgung der Magnetspule 291 festgelegt. Die Druckfeder 292 schiebt dann den Anker 28 und damit den Ventilkolben 23 im 3/2-Wegeventil 2 wieder in seine Ausgangsstellung zurück, bei der der Übergangsbereich 243 in der Sackbohrung 24 auf der Bolzenspitze 271 aufsitzt und so die Strömungsverbindung zwischen der ersten Ablauföffnung 213 und der zweiten Ablauföffnung 214 über das 3/2-Wegeventil wieder unterbrochen ist. Gleichzeitig hebt der Übergangsbereich 233 am Ventilkolben 23 vom Übergangsbereich 223 der Ventilkammer 22 ab und die Strömungsverbindung durch das 3/2-Wegeventil zwischen der Zulauföffnung 211 und der ersten Ablauföffnung 213 öffnet sich. Der Druck im Steuerraum 32 des Druckverstärkers 3 steigt dann auf den in der Druckversorgung 1 herrschenden Druck des Mediums an. Dieser Druck des Mediums wird über den Stempel 34 um ein Vielfaches verstärkt an den im Arbeitsraum 33 befindlichen Kraftstoff weitergegeben. Dieser Kraftstoffdruck, der vorzugsweise im Bereich von über 1500 bar liegt, steht über die Einspritz-

leitung 41 an der Einspritzdüse 4 an, wobei das Rückschlagventil 5 einen Kraftstoffrückfluß verhindert.

[0033] Der hohe Kraftstoffdruck in der Einspritzleitung 41 bewirkt, daß sich die Einspritzdüse 4 öffnet und Kraftstoff in die Brennkammer des Verbrennungsmotors eingespritzt wird. Während dieses Einspritzvorgangs wird der Steuerkolben 341 des Stempels 34 durch den im Steuerraum 32 herrschenden Druck des Mediums gegen die Haltekraft der Druckfeder 36 weggedrückt, so daß sich der Steuerraum 32 mit Medium füllt. Gleichzeitig drückt der mit dem Steuerkolben 341 fest verbundene Arbeitskolben 342 den Kraftstoff aus dem Arbeitsraum 33 in die Einspritzdüse 4 und damit in die Brennkammer des Verbrennungsmotors. Sobald die in Figur 1 gezeigte Stellung des Stempels 34 im Druckverstärker 3 erreicht ist und der gesamte, im Arbeitsraum 33 enthaltene Kraftstoff über die Einspritzdüse 4 in die Brennkammer eingespritzt ist, sinkt der Kraftstoffdruck in der Einspritzdüse 4 ab und die Einspritzdüse 4 schließt sich selbsttätig, wodurch der Einspritzvorgang beendet wird.

[0034] Figur 2 zeigt eine zweite Ausführungsform des als 3/2-Wegeventils ausgeführten Regelorgans 3, bei dem der Aktor statt elektromagnetisch piezoelektrisch angetrieben wird. Der Einsatz eines piezoelektrischen Aktors sorgt für eine höhere Schaltgeschwindigkeit des 3/2-Wegeventils, wodurch sich der Einspritzverlauf der Einspritzdüse besser steuern läßt. Im folgenden sollen kurz die Unterschiede zwischen den Ausführungsformen nach Figur 1 und nach Figur 2 dargestellt werden, wobei gleiche Bauteile mit den gleichen Bezugszeichen versehen sind.

[0035] Bei dem in Figur 2 dargestellten 3/2-Wegeventil 2 weist der Ventilkolben 23 im Bereich der Sackbohrung 24 eine zusätzliche Schulter 61 auf, der die Druckfeder 292 abgestützt ist. Diese Druckfeder 292 ist um den Bolzen 27 herum angeordnet und schlägt mit ihrem anderen Ende am Deckel 26 an. Weiterhin ist vor der Schulter 61 eine Durchgangsbohrung 63 im Ventilkolben 23 vorgesehen, die die Sackbohrung 24 im Ventilkolben 23 mit der zweiten Ablauföffnung 214 in jeder Stellung des Ventilkolbens 23 verbindet.

[0036] Die Ventilkammer 22 weist zusätzlich vor dem ersten zylindrischen Abschnitt 231 des Ventilkolbens 23 einen Steuerraum 64 auf, der über eine Drosselbohrung 65 und einen Seitenkanal 66 mit der Zulauföffnung 211 in Verbindung steht. Der Steuerraum 64 in der Ventilkammer 22 ist durch ein Zwischenbauteil 67 vom Kopfabschnitt 29, in dem ein Piezoaktor 68 angeordnet ist, abgetrennt.

[0037] Durch das Zwischenbauteil 67 hindurch erstreckt sich eine Durchgangsbohrung 69, in der ein Ventilsitz 70 ausgebildet ist, auf dem eine Ventilkugel 71, von einer Feder 72 belastet, aufsitzt. Die Ventilkugel 71 steht weiterhin über einen Stößel 73, der in der Durchgangsbohrung 69 angeordnet ist, mit dem Piezoaktor 68 in Verbindung. Die Durchgangsbohrung 69 weist außerdem im an den Steuerraum 64 angrenzenden Abschnitt eine Drosselstelle 74 auf. In dem Piezoaktor 68

enthaltenen Kopfabschnitt 29 ist weiterhin die Leckageöffnung 215 vorgesehen, die mit dem Vorabbehälter 12 in Verbindung steht und drucklos gehalten wird.

[0038] Figur 2 zeigt die Ausgangsstellung des 3/2-Wegeventils 2 bei nicht angesteuertem Piezoaktor 68. In dieser Ausgangsstellung sitzt die Ventilkugel 71 auf dem Ventilsitz 70 in der Durchgangsbohrung 69 auf, so daß die Verbindung vom Steuerraum 64 über die Durchgangsbohrung 69, den Kopfabschnitt 29 zur Leckageöffnung 215 geschlossen ist. Das sich im Steuerraum 64 befindliche Medium, das aus der Druckversorgung 1 über den Zulauf 11, die Zulauföffnung 211, den Seitenkanal 66 und die Drosselbohrung 65 zugeführt wird, beaufschlagt dann die Stirnfläche des Ventilkolbens 23 mit dem in der Druckversorgung 1 eingestellten Druck des Mediums, wodurch der Ventilkolben 23 gegen die Haltekraft der Druckfeder 62 in eine Stellung gebracht wird, bei der der Übergangsabschnitt 243 in der Sackbohrung 24 auf der Bolzenspitze 271 aufsitzt, wohingegen ein Ringspalt zwischen dem Übergangsbereich 223 der Ventilkammer 22 und dem Übergangsbereich 233 des Ventilkolbens 23 besteht. In dieser Stellung kann Medium aus der Druckversorgung 1 über das 3/2-Wegeventil 2 in den Steuerraum 32 des Druckverstärkers 3 strömen, wodurch der Stempel 34 des Druckverstärkers 3 in die in Figur 2 gezeigte maximal ausgefahrene Position gedrückt wird.

[0039] Bei Bestromen des Piezoaktors 68 stößt dieser aufgrund seiner Längsdehnung mit Hilfe des Stößels 73 die Ventilkugel 71 vom Ventilsitz 70, wodurch sich eine Strömungsverbindung vom Steuerraum 64 zur Leckageöffnung 215 über die Durchgangsbohrung 69 ergibt. Über diese Strömungsverbindung kann dann Medium aus dem Steuerraum 64 abfließen, wodurch der Druck im Steuerraum 64 absinkt. In der Folge drückt die Druckfeder 292 den Ventilkolben 23 aus der in Figur 2 gezeigten Stellung in Richtung auf das Zwischenbauteil 67, wobei der Übergangsbereich 243 der Sackbohrung 24 im Ventilkolben 23 vom Bolzenkopf 271 abhebt und eine Strömungsverbindung über das 3/2-Wegeventil vom Steuerraum 32 des Druckverstärkers 3 zurück zur Druckversorgung 1 sich öffnet. Gleichzeitig sitzt der Übergangsbereich 233 des Ventilkolbens 23 auf dem Übergangsbereich 223 der Ventilkammer 22 auf, so daß die Strömungsverbindung zwischen der Druckversorgung 1 und dem Steuerraum 32 des Druckverstärkers 3 über das 3/2-Wegeventil unterbrochen wird.

[0040] Das in Figur 2 gezeigten 3/2-Wegeventil löst denselben Einspritzvorgang der Einspritzdüse 4 aus, wie er im Zusammenhang mit dem in Figur 1 gezeigten 3/2-Wegeventil dargestellt ist. Mit der in Figur 2 gezeigten Ausführungsform, bei der als Antrieb der Piezoaktor 68 verwendet wird, lassen sich jedoch gegenüber dem in Figur 1 gezeigten elektromagnetischen Antrieb schnellere Schaltzeiten erreichen. Weiterhin sorgen die beiden Drosselstellen 65, 74 im Zulauf und Ablauf zum Steuerraum 64 für eine gebremste Durchströmung und somit für eine verbesserte Ventilflugphase.

[0041] Das erfindungsgemäße Regelorgan 2 hat grundsätzlich den Vorteil, daß beim Einsatz eines solchen Regelorgans in einem Speichereinspritzsystem die eingespritzte Kraftstoffmenge ausschließlich durch die zeitliche Auslegung der Befüllungsphase des Druckverstärkers 3 mit Kraftstoff bestimmt wird. Die unvermeidlichen Fertigungstoleranzen der Einspritzdüse 4 haben somit keine Auswirkung auf die Einspritzmengenmessung. Weiterhin sorgt die vollständige Entleerung des Druckverstärkers 3 von Kraftstoff beim Einspritzen für ein automatisches Einspritzende, unabhängig von der Schaltgeschwindigkeit des Regelorgans 2. Dieses scharfe Einspritzende gewährleistet gute Verbrennungswerte des Verbrennungsmotors. Die Auslegung des Regelorgans 2 mit zwei kegelförmigen Ventilsitzen ermöglicht darüber hinaus eine einfache Fertigung und eine hohe Funktionszuverlässigkeit des Regelorgans.

Patentansprüche

1. Regelorgan (2) zur Steuerung einer Druckverstärkung von Kraftstoff für einen Kraftstoffinjektor, der einen Druckverstärker (3) mit einem niederdruckseitigen Steuerraum (32) und einem hochdruckseitigen Arbeitsraum (33) aufweist,
 - wobei der Steuerraum (32) über eine Druckleitung (11, 38) mit einer Druckversorgung (1), die ein unter Druck stehendes Medium enthält, verbunden ist
 - und der Arbeitsraum (33) an eine Kraftstoffeinspritzleitung (41, 37) angeschlossen ist,
 - wobei das Regelorgan in der Druckleitung (11, 38) zwischen der Druckversorgung (1) und dem Steuerraum (32) des Druckverstärkers (3) angeordnet ist und
 - einen Aktor (291, 68),
 - eine Zulauföffnung (211), die an die Druckversorgung (1) angeschlossen ist,
 - eine erste Ablauföffnung (213), die an den Druckverstärker (3) angeschlossen ist,
 - eine zweite Ablauföffnung (214), die drucklos gehalten wird,
 - und einen in einer Ventilkammer (22) beweglich angeordneten federbelasteten Ventilkolben (23) aufweist,
 - wobei der Ventilkolben (23) mit dem Aktor (291, 68) in einer Wirkverbindung (28, 64, 69, 70, 71, 72, 73, 74) steht und zwischen einer Stellung, bei der eine Strömungsverbindung in der Ventilkammer (22) zwischen der Zulauföffnung (211) und ersten Ablauföffnung (213) hergestellt ist, und einer Stellung, bei der eine Strömungsverbindung in der Ventilkammer (22)

zwischen der ersten Ablauföffnung (213) und der zweiten Ablauföffnung (214) hergestellt ist, geschaltet wird,

- wobei der federbelastete Ventilkolben (23) in seiner Ruhestellung, in der er vom Aktor (211, 68) nicht betätigt ist, sich in der Stellung befindet, bei der eine Strömungsverbindung in der Ventilkammer (22) zwischen der Zulauföffnung (211) und der ersten Ablauföffnung (213) hergestellt ist,
- und in der vom Aktor ausgelösten Schaltstellung sich in der Stellung befindet, bei der eine Strömungsverbindung in der Ventilkammer (22) zwischen der ersten Ablauföffnung (213) und der zweiten Ablauföffnung (214) hergestellt ist,

dadurch gekennzeichnet, daß

- ein Gehäuse (21) eine zweistufige zylindrische Innenbohrung als Ventilkammer (22) aufweist, bei der ein erster kegelförmiger Ventilsitz (223) im stufigen Übergangsbereich ausgebildet ist,
- wobei das Gehäuse (21) weiter eine in die Ventilkammer (22) vorspringende Deckelanordnung (26, 27) aufweist, auf der ein zweiter kegelförmiger Ventilsitz (271) ausgebildet ist,
- wobei der Ventilkolben (23) eine zweistufige zylindrische Außenform aufweist, bei der eine erste kegelförmige Dichtfläche (233) im stufigen Übergangsbereich ausgebildet ist,
- wobei der Ventilkolben (23) weiter eine Sackbohrung (24) aufweist, in der eine zweite kegelförmige Dichtfläche (243) ausgebildet ist,
- wobei der Ventilkolben (23) in seiner Ruhestellung mit seiner zweiten kegelförmigen Dichtfläche (243) auf dem zweiten kegelförmigen Ventilsitz (271) in der Deckelanordnung (26, 27) aufsitzt, und
- wobei der Ventilkolben (23) in seiner Schaltstellung mit seiner ersten kegelförmigen Dichtfläche (233) auf dem ersten kegelförmigen Ventilsitz (223) im stufigen Übergangsbereich aufsitzt.

2. Regelorgan gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Drossel (25) in der Strömungsverbindung zwischen der ersten Ablauföffnung (213) und der zweiten Ablauföffnung (214) vorgesehen ist.

3. Regelorgan gemäß Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Aktor ein elektromagnetisch gesteuerter Aktor mit einer Magnetspule (291) ist, der eine magnetische Kraft auf einem am Ventilkolben (23) angebrachten Anker (28) ausüben kann.

4. Regelorgan gemäß Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Aktor ein piezoelektrischer Aktor (68) ist, der ein Ventil (70, 71, 72) betätigen kann, das einen hydraulischen Druck des Mediums auf den Ventilkolben (23) in einem Steuererraum (64) steuert.

Claims

1. Regulating member (2) for controlling an intensification of pressure of fuel for a fuel injector which has a pressure intensifier (3) with a low-pressure-side control space (32) and a high-pressure-side working space (33),

- the control space (32) being connected via a pressure line (11, 38) to a pressure supply (1) which contains a pressurized medium,
- and the working space (33) being connected to a fuel injection line (41, 37),
- the regulating member being arranged in the pressure line (11, 38) between the pressure supply (1) and the control space (32) of the pressure intensifier (3) and having
 - an actuator (291, 68),
 - an inflow orifice (211) which is connected to the pressure supply (1),
 - a first outflow orifice (213) which is connected to the pressure intensifier (3),
 - a second outflow orifice (214) which is kept pressureless,
 - and a spring-loaded valve piston (23) arranged moveably in a valve chamber (22),
- the valve piston (23) being operatively connected (28, 64, 69, 70, 71, 72, 73, 74) to the actuator (291, 68) and being switched between a position, in which a flow connection is made in the valve chamber (22) between the inflow orifice (211) and the first outflow orifice (213), and a position, in which a flow connection is made in the valve chamber (22) between the first outflow orifice (213) and the second outflow orifice (214),
- the spring-loaded valve piston (23), in its position of rest in which it is not actuated by the actuator (211, 68), being in the position, in which a flow connection is made in the valve chamber (22) between the inflow orifice (211) and the first outflow orifice (213),
- and, in the switching position triggered by the actuator, being in the position, in which a flow connection is made in the valve chamber (22) between the first outflow orifice (213) and the second outflow orifice (214),

characterized in that

- a housing (21) has as valve chamber (22) a two-stage cylindrical inner bore, in which a first conical valve seat (223) is formed in the stepped transitional region, 5
- the housing (21) also having a cover arrangement (26, 27) which projects into the valve chamber (22) and on which a second conical valve seat (271) is formed, 10
- the valve piston (23) having a two-stage cylindrical outer shape, in which a first conical sealing surface (233) is formed in the stepped transitional region,
- the valve piston (23) also having a blind bore (24), in which a second conical sealing surface (243) is formed, 15
- the valve piston (23), in its position of rest, sitting with its second conical sealing surface (243) on the second conical valve seat (271) in the cover arrangement (26, 27), and 20
- the valve piston (23), in its switching position, sitting with its first conical sealing surface (233) on the first conical valve seat (223) in the stepped transitional region. 25

2. Regulating member according to Claim 1, **characterized in that** a throttle (25) is provided in the flow connection between the first outflow orifice (213) and the second outflow orifice (214). 30
3. Regulating member according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the actuator is an electromagnetically controlled actuator which has a magnet coil (291) and which can exert a magnetic force on an armature (28) attached to the valve piston (23). 35
4. Regulating member according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the actuator is a piezoelectric actuator (68) which can actuate a valve (70, 71, 72) which controls a hydraulic pressure of the medium on the valve piston (23) in a control space (64). 40

Revendications

1. Dispositif de réglage (2) pour commander une amplification de pression de carburant pour un injecteur de carburant de véhicule à moteur, dispositif qui comprend un amplificateur de pression (3) présentant un espace de commande (32) côté basse pression et un espace de travail (33) côté haute pression, 45
- l'espace de commande (32) étant relié par une conduite de pression (11, 38) à une alimentation en pression (1) contenant un fluide pressurisé, 55

- l'espace de travail (33) étant connecté à une conduite d'injection de carburant (41, 37),
- le dispositif de réglage étant placé dans la conduite de pression (11, 38) entre l'alimentation de pression (1) et l'espace de commande (32) de l'amplificateur de pression (3) et comprenant

- un actionneur (291, 68),
- une ouverture d'amenée (211) reliée à l'alimentation de pression (1),
- une première ouverture d'écoulement (213) reliée à l'amplificateur de pression (3),
- une deuxième ouverture d'écoulement (214) maintenue sans pression, et
- un piston de soupape (23) commandé par ressort et disposé de façon mobile dans une chambre de soupape (22),
- le piston de soupape (23) étant en connexion fonctionnelle (28, 64, 69, 70, 71, 72, 73, 74) avec l'actionneur (291, 68) et étant commuté entre une position dans laquelle une communication de fluide est établie dans la chambre de soupape (22) entre l'ouverture d'amenée (211) et la première ouverture d'écoulement (213), et une position dans laquelle une communication de fluide est établie dans la chambre de soupape (22) entre la première ouverture d'écoulement (213) et la deuxième ouverture d'écoulement (214),
- le piston de soupape (23) commandé par ressort se trouvant à l'état de repos où il n'est pas actionné par l'actionneur (211, 68), dans la position dans laquelle une communication de fluide est établie dans la chambre de soupape (22) entre l'ouverture d'amenée (211) et la première ouverture d'écoulement (213),
- et se trouvant dans la position de commutation déclenchée par l'actionneur dans laquelle une communication de fluide est établie dans la chambre de soupape (22) entre la première ouverture d'écoulement (213) et la deuxième ouverture d'écoulement (214),

caractérisé en ce que

- un boîtier (21) comporte un alésage interne cylindrique à deux échelons à titre de chambre de soupape (22) dans laquelle un premier siège de soupape conique (223) est formé dans la région de transition des échelons,
- le boîtier (21) comprenant en plus un dispositif de couvercle (26, 27) faisant saillie dans la chambre de soupape (22), dispositif sur lequel un deuxième siège de soupape conique (271) est formé,

- le piston de soupape (23) présentant une forme externe cylindrique à deux échelons dans laquelle une première surface de joint conique (233) est formée dans la région de transition des échelons, 5
 - le piston de soupape (23) présentant en outre un alésage borgne (24) dans lequel une deuxième surface de joint conique (243) est formée,
 - la deuxième surface de joint conique (243) du piston de soupape (23) étant en appui, dans sa position de repos, sur le deuxième siège de soupape conique (271) dans le dispositif de couvercle (26, 27), et 10
 - la première surface de joint conique (233) du piston de soupape (23) étant en appui, dans sa position commutée, sur le premier siège de soupape conique (223) dans la région de transition des échelons. 15
- 20
2. Dispositif de réglage selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'un étranglement (25) est prévu** dans la communication de fluide entre la première ouverture d'écoulement (213) et la deuxième ouverture d'écoulement (214). 25
3. Dispositif de réglage selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'actionneur est un actionneur à commande électromagnétique comprenant une bobine magnétique (291) qui est apte à exercer 30 une force magnétique sur une armature (28) fixée au piston de soupape (23).
- 35
4. Dispositif de réglage selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'actionneur est un actionneur piézo-électrique (68) apte à actionner une soupape (70, 71, 72) qui commande une pression hydraulique du fluide sur le piston de soupape (23) dans un espace de commande (64). 40

45

50

55

FIG 1

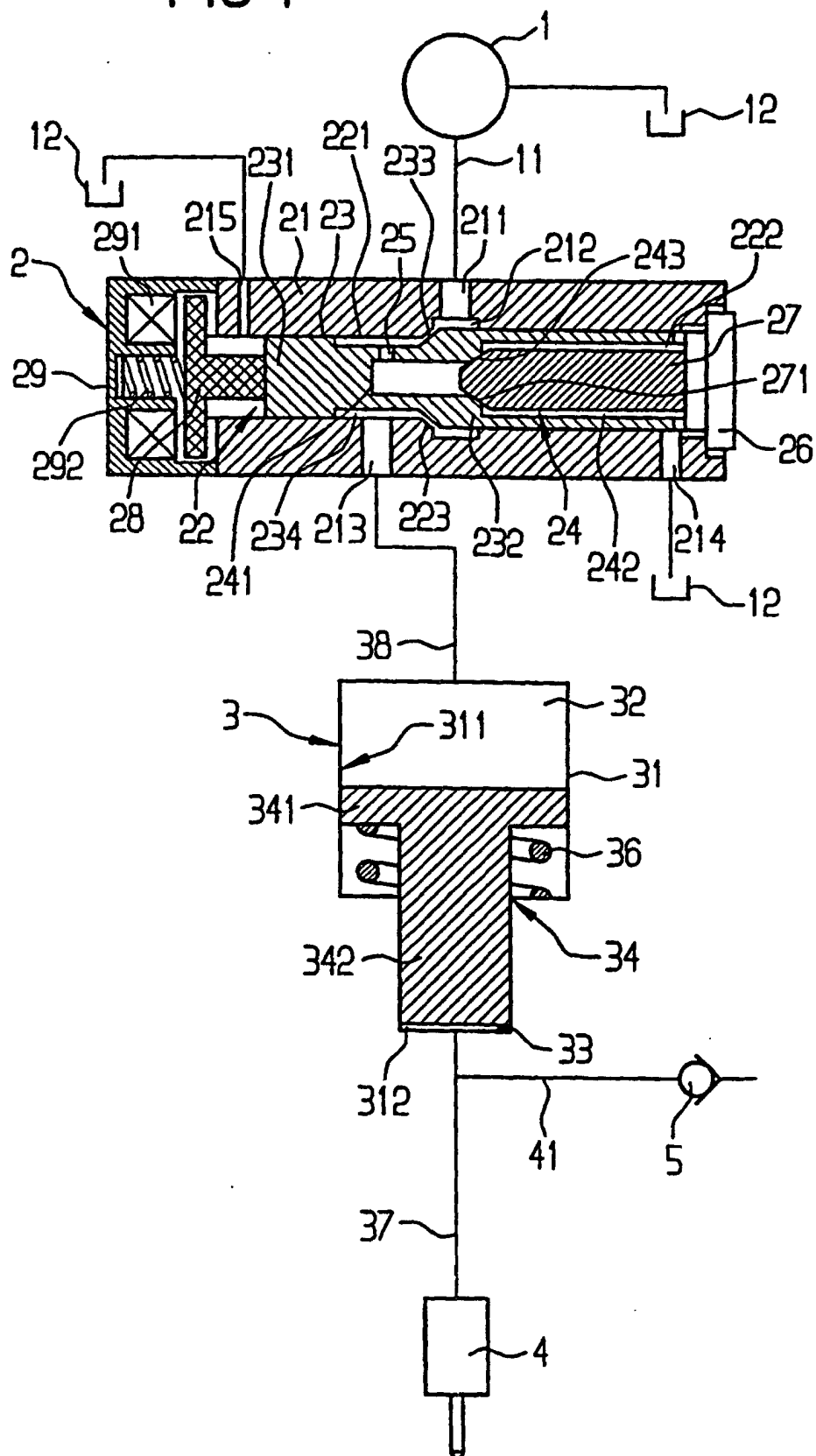


FIG 2

