



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.08.2003 Patentblatt 2003/35

(51) Int Cl.7: **F02M 57/02**, F02M 61/20,
F02M 45/08

(21) Anmeldenummer: **03002362.6**

(22) Anmeldetag: **04.02.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder: **Parche, Marcus**
70825 Korntal-Muenchingen (DE)

(30) Priorität: **25.02.2002 DE 10207974**

(54) **Geräuschoptimierte Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Pumpe-Düse-System zur Versorgung des Brennraumes (17) einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine mit Kraftstoff. Das Pumpe-Düse-System umfasst einen Hochdruckraum (25), der über einen Pumpenkolben (3) druckbeaufschlagbar ist. Ein Speicherkolben (23) ist in-

nerhalb eines Speicherraumes (24) aufgenommen. Der Speicherkolben (23) ist über eine in einem Federhalter (42) angeordnete Druckfeder (22) beaufschlagt. Zwischen dem Hochdruckraum (25) und dem Speicherraum (24) des Speicherkolbens (23) ist ein Rückströmdrossselement (35) angeordnet, welches den Druckabbau im Speicherraum (24) verzögert.

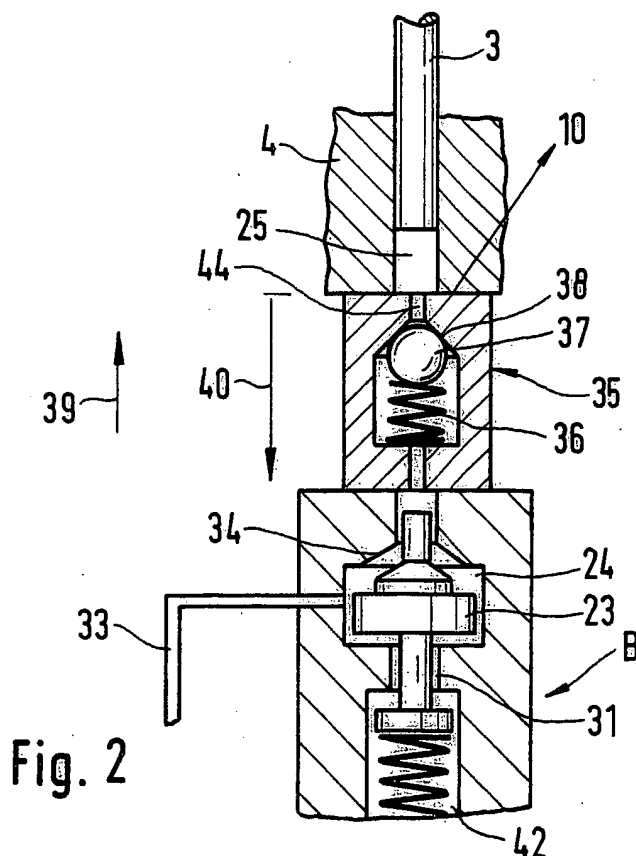


Fig. 2

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Bei Systemen zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum von Verbrennungskraftmaschinen werden in Hochdruckpumpen und in den jeweiligen Ausführungsvarianten von Injektoren, Düsenhalterkombinationen oder Pumpe-Düse-Systemen, Teilkörper, wie z. B. Schaltventile, Einspritzdüsen, bewegt. Durch deren Bewegung wird ein Volumen verdrängt. Das verdrängte Volumen wird auf der Saugseite nachgefördert. Für den dazu erforderlichen Volumenstrom ist eine Anpassung der Drücke und Querschnitte erforderlich. Ist die Nachförderung von Kraftstoff nicht hinreichend, sinkt der Druck auf der Saugseite ab. Bei Unterschreiten des Dampfdruckes des zu fördernden Fluides, kommt es zum Abreißen der Flüssigkeitssäule und einer Ausbildung von Kavitationsblasen. Bei der Rekommpression des Fluides über den Dampfdruck entsteht durch das Zusammenbrechen der Dampfblasen ein Geräusch.

Stand der Technik

[0002] Mit Pumpe-Düse-Systemen (UI $\hat{=}$ Unit Injector) werden heute an selbstzündenden Verbrennungskraftmaschinen mechanisch-hydraulisch gesteuerte Voreinspritzphasen erzeugt, die einerseits zur Geräuschreduzierung der Verbrennung und andererseits zur Schadstoffminimierung beitragen. Bei Pumpe-Düse-Systemen lassen sich vier Betriebszustände unterscheiden. Ein Pumpenkolben wird über eine Rückstellfeder nach oben bewegt. Der unter ständigem Überdruck stehende Kraftstoff fließt aus dem Niederdruckteil der Kraftstoffversorgung über die Motorblock-integrierten Zulaufbohrungen und den Zulaufkanal in den Magnetventilraum. Das Magnetventil ist geöffnet. Über eine Verbindungsbohrung gelangt der Kraftstoff in den Hochdruckraum.

[0003] Bei einer Drehung des Antriebsnockens bewegt sich der Pumpenkolben nach unten. Das Magnetventil verbleibt in seiner geöffneten Stellung und der Kraftstoff wird durch den Pumpenkolben über den Zulaufkanal wieder zurück in den Niederdruckteil der Kraftstoffversorgung gedrückt.

[0004] In einer dritten Phase des Einspritzvorganges wird ein Steller durch das Steuergerät zu einem bestimmten Zeitpunkt angesteuert, so dass der Steller in einen Sitz gezogen und die Verbindung zwischen Hochdruckraum und Niederdruckteil verschlossen wird. Dieser Zeitpunkt wird auch als "elektrischer Spritzbeginn" bezeichnet. Der Kraftstoffhochdruck im Hochdruckraum steigt durch die Bewegung des Pumpenkolbens kontinuierlich an, wodurch sich auch ein steigender Druck an der Einspritzdüse einstellt. Mit Erreichen eines Düsenöffnungsdruckes erfolgt eine Anhebung der Düsennadel, wodurch Kraftstoff in den Verbrennungsraum eingespritzt wird. Dieser Zeitpunkt wird auch als "tatsächlicher Spritzbeginn" oder auch als Förderbeginn bezeichnet. Durch die hohe Förderrate des Pumpenkolbens steigt der Druck während des gesamten Einspritzvorganges weiter an. In einem abschließenden Betriebszustand wird der Steller wieder abgeschaltet, wonach der Steller nach einer geringen Verzögerungszeit öffnet und die Verbindung zwischen Hochdruckraum und Niederdruckteil wieder freigegeben wird. Als Steller kommen z. B. Magnetventile oder Piezoaktoren zum Einsatz.

[0005] In dieser Übergangsphase wird der Spitzendruck erreicht. Danach bricht der Druck sehr rasch zusammen. Bei Unterschreiten des Düsenschließdruckes schließt die Einspritzdüse und beendet den Einspritzvorgang. Der restliche, vom Pumpenelement bis zum Scheitelpunkt des Antriebsnockens geförderte Kraftstoff wird über den Rücklaufkanal in den Niederdruckteil gedrückt.

[0006] Einzelpumpensysteme, wie das eben Geschilderte, sind eigensicher, d. h. bei unwahrscheinlichem Auftreten eines Fehlerfalles kann es nicht mehr als eine unkontrollierte Einspritzung geben: Bleibt das Magnetventil geöffnet, kann nicht eingespritzt werden, da der Kraftstoff in den Niederdruckteil zurückfließt und kein Druckaufbau erfolgen kann. Da die Füllung des Hochdruckraumes ausschließlich über den Steller erfolgt, kann bei ständig in geschlossenem Zustand verbleibendem Steller kein Kraftstoff in den Hochdruckraum gelangen. Auch in diesem Fall kann höchstens einmal eingespritzt werden. Pumpe-Düse-Systeme (Unit Injectors) werden in der Regel im Zylinderkopf eingebaut und sind hohen Temperaturen ausgesetzt. Um die Temperaturen im Unit Injector (UI) so niedrig wie möglich zu halten, erfolgt in der Regelung eine Kühlung der Komponenten des Unit Injectors durch Kraftstoff, der seinerseits in den Niederdruckteil des Kraftstoffeinspritzsystems zurückfließt.

[0007] Der Totaldruck p_{tot} eines strömenden Mediums setzt sich zusammen aus einem statischen Druckanteil p_{stat} und einem dynamischen Druckanteil p_{dyn} . Sieht man von Druckverlusten, wie z. B. durch Reibung erzeugt, ab, ist der sich einstellende Totaldruck konstant. Der kinetische Druck ist hingegen proportional zum Quadrat der Strömungsgeschwindigkeit gemäß der nachfolgenden Beziehung:

$$p_{\text{dyn}} = \frac{\rho}{2} v^2$$

[0008] Wird der Kraftstoff in der Pumpe des Pumpe-Düse-Systemes stark beschleunigt, so sinkt der statische Druck

ab. Dabei kann der Dampfdruck unterschritten werden, so dass sich Kavitationserscheinungen einstellen.

[0009] Bei der Speicherkolbenbewegung können beide Phänomene auftreten. Die Speicherkolbenbewegung führt zu einer Kompression des Kraftstoffes im Federhalter. Damit erhöht sich der Gegendruck der Einspritzdüse, was zum Ende der Voreinspritzphase führt. Zusätzlich wird durch die Kompression für die darauffolgende Einspritzung der zweite Öffnungsdruck erhöht. Zur Sicherstellung guter Emissionsergebnisse ist ein schnelles Öffnen des Speicherkolbens unerlässlich. Das schnelle Öffnen ist aus akustischer Sicht jedoch unkritisch, da hierbei die Saugseite mit dem Elementraum verbunden ist, in dem zu diesem Zeitpunkt noch Hochdruck anliegt. Bei der Rückbewegung des Speicherkolbens muss das verdrängte Volumen in den Federhalter nachströmen. Das Nachströmen erfolgt entweder über eine Verbindung an den Rücklauf - oder aber einer Verbindung an den Zulaufkreis. Der Kraftstoff passiert dabei eine Drossel, deren Querschnitt einen bestimmten Wert hat. Wird die Drossel vergrößert, lässt sich ein vom Strömungsquerschnitt abhängiger Restdruck halten. Ist der verdrängte Volumenstrom größer als die nachgeführte Menge, so sinkt der Druck im Federhalter. Wird beim Absinken des Druckes im Federhalter der Dampfdruck unterschritten, kann es zu Kavitation kommen.

[0010] Bei der Rückbewegung des Speicherkolbens am Ende des Einspritzvorganges wird die Flüssigkeitssäule oberhalb des Speicherkolbens in Richtung Elementraum bewegt. Zu diesem Zeitpunkt ist der Druck im Elementraum bereits nahe des Dampfdruckes, wodurch ein schnelles Rückströmen erfolgen kann. Die hohe Strömungsgeschwindigkeit kann zu einer Unterschreitung des Dampfdruckes führen und damit sich wieder einstellende Kavitationserscheinungen zur Folge haben.

[0011] EP 0 404 916 B1 hat eine Kraftstoffeinspritzdüse zum Gegenstand. Die Kraftstoffeinspritzdüse, insbesondere ausgebildet als eine Pumpe-Düse umfasst eine Düsennadel, die mit einer Feder in Schließrichtung beaufschlagt ist. Bei der Kraftstoffeinspritzdüse steht ein Druckraum vor dem Sitz der Düsennadel mit einem von einem federbelasteten Ausweichkolben begrenzten Speicherraum in Verbindung. Der Ausweichkolben (= Speicherkolben) bildet mit seiner Speicherkolbenbüchse einen Dichtsitz. Der Speicherraum liegt vom Druckraum aus gesehen nach diesem Dichtsitz. Der einen zylindrischen Führungsteil aufweisende Speicherkolben ist an seinem dem Speicherraum abgewandten Ende vom Druck in einen mit Kraftstoff befüllbaren Dämpfungsraum beaufschlagt und weist einen Zapfen auf, der in eine den Dämpfungsraum begrenzende und eine Öffnung aufweisende Platte eintaucht. Der zylindrische Führungsteil des Speicherkolbens weist ein Verhältnisdurchmesser / Höhe von 1 : 0,1 bis 1 : 0,4 auf, wobei der Zapfen des Speicherkolbens einen variablen Querschnitt hat, welcher in die Begrenzungsplatte eintaucht und der Speicherkolben an seiner dem Speicherraum zugekehrten Seite einen Führungsfortsatz mit Nuten aufweist.

Darstellung der Erfindung

[0012] Gemäß der vorgeschlagenen Lösung kann eine Verzögerung der Speicherkolben-Rückbewegung erreicht werden, ohne andererseits die Speicherkolben-Öffnungsbewegung innerhalb eines Pumpe-Düse-Systems (UI - Unit Injector) signifikant zu beeinträchtigen. Dazu kann ein Rückströmdrosselventil im Bereich der Hochdruckverbindung des Speicherraumes angeordnet werden.

[0013] Das Rückströmdrosselventil ist in Öffnungsrichtung des Speicherkolbens gesehen durchlässig, so dass die auf hydraulischem Wege gesteuerte Voreinspritzung nicht beeinträchtigt ist. Nach Ende der Haupteinspritzung sinkt der Hochdruck im gesamten Hochdruckvolumen so weit ab, dass das Schließdruckniveau des Speicherkolbens erreicht wird. Bei Erreichen des Schließdruckniveaus beginnt die Schließbewegung des Speicherkolbens. Bei Einsatz eines Rückströmdrosselventils stellt sich zwischen dem Druck auf der Speicherkolbenseite der Rückströmdrossel und dem Druck auf der Hochdruckseite eine Druckdifferenz ein, die ein Schließen der Rückströmdrossel bewirkt. Ein Druckabbau kann in diesem Falle verzögert nur noch über die Drosselstelle selbst erfolgen, so dass die Rückbewegung stark verlangsamt wird.

[0014] Durch die Auslegung des Sitzquerschnittes, des Hubes, des Drosselquerschnittes bzw. der Federanpassung des Rückströmdrosselementes kann die Speicherkolbenrückbewegung, d. h. die für die Kavitationserscheinungen maßgebliche Bauteilbewegung so weit verzögert werden, dass ein Nachlauf von Kraftstoff in das Innere des Federhalters kavitationsfrei erfolgt, so dass eine Geräuschentwicklung nicht entsteht.

[0015] Anstelle eines Rückströmdrosselventils kann im Pumpe-Düse-System auch ein Rückschlagventil eingesetzt werden. Gegen Ende der Einspritzung sinkt der Druck auf der Hochdruckseite ab, worauf das Rückschlagventil schließt. Der Druck im Speicher bleibt auf einem Niveau, so dass der Speicherkolben in seiner geöffneten Stellung bleibt. Fertigungs- und toleranzbedingte Leckagen an der Speicherkolbenführung bewirken ein langsames Absinken des Druckes bis der Schließdruck des Speichers unterschritten ist und der Speicherkolben langsam schließt.

[0016] Verbleibt während der Nachfüllung des Federhalterhohlraumes der Druck stets oberhalb des Dampfdruckes, so können Kavitationserscheinungen vermieden werden, was sich günstig auf die Geräuschentwicklung eines solcher Art beschaffenen Pumpe-Düse-Systems auswirkt.

Zeichnung

[0017] Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend eingehender beschrieben.

[0018] Es zeigt:

- Figur 1 den generellen Aufbau eines Pumpe-Düse-Systems zur Kraftstoffversorgung der Brennräume einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine,
- Figur 1a eine vergrößerte Darstellung der Strömungsverbindung zwischen Speicherraum und Hohlraum des Federhalters gemäß des Standes der Technik nach Figur 1,
- Figur 2 die zwischen Speicherkolbenraum und Federhalterhohlraum angeordnete Rückströmdrosselseinheit zur Verzögerung der Schließbewegung des Speicherkolbens,
- Figur 3 den Speicherkolben in seiner geschlossenen Position,
- Figur 4 das Öffnen des Dichtsitzes des Speicherkolbens bei Erreichen seines Öffnungsdruckes und
- Figur 5 die Abdichtung eines Hohlraumes im Injektor durch einen dem Dichtsitz des Speicherkolbens gegenüberliegende Stirnfläche.

Ausführungsvarianten

[0019] Figur 1 zeigt den generellen Aufbau eines Pumpe-Düse-Systems zur Kraftstoffversorgung von Brennräumen selbstzündender Verbrennungskraftmaschinen.

[0020] Im in Figur 1 dargestellten Pumpe-Düse-System wird ein Pumpenkolben 3, der bewegbar in einem Pumpenkörper 4 aufgenommen ist, über einen Kugelbolzen 1 betätigt. Der Kugelbolzen 1 seinerseits wird über einen kippbar angeordneten Kipphebel 28 betätigt, der an einem seiner Enden mit einem Rollenkörper versehen ist, der am Kipphebelende drehbar gelagert ist. Der Rollenkörper rollt auf einem Nocken einer Antriebsnockenwelle 27 ab. Die Auslenkung des Kipphebels 28 um seine Drehachse hängt vom Formungsverlauf der Nockenoberseite ab, die in der Darstellung gemäß Figur 1 exzentrisch zur Drehachse der Antriebsnockenwelle 27 verläuft.

[0021] Der Pumpenkolben 3 des Pumpenkörpers 4 des Pumpe-Düse-Systems ist durch eine Rückstellfeder 2 beaufschlagt, die sich einerseits an einer Planfläche des Pumpenkörpers 4 und andererseits an einem deckelartigen Abstützelement abstützt, welches im oberen Bereich des im Pumpenkörper 4 bewegbaren Pumpenkolbens 3 angeordnet ist.

[0022] Seitlich am Pumpenkörper 4 ist ein Steller angeordnet, der im in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel eine Magnetspule 10 umfasst. Die Magnetspule 10 des Stellers wirkt auf einen Anker 9, welcher seinerseits auf eine Magnetventilnadel einwirkt. Der Anker 9 des Stellers ist durch eine Ausgleichsfeder 7 beaufschlagt. Mit Bezugszeichen 6 ist der Magnetkern bezeichnet, welcher die Magnetspule 10 des Stellers umschließt.

[0023] Unterhalb des Stellers ist ein Kraftstoffrücklauf 11 dargestellt, über welchen aus dem Pumpe-Düse-System abströmender, überschüssiger Kraftstoff in einen in Figur 1 nicht weiter dargestellten Niederdruckbereich, z. B. den Tank eines Kraftfahrzeuges, zurückströmen kann. Das Pumpe-Düse-System ist im Befestigungsbereich am Zylinderkopf der Verbrennungskraftmaschine über Dichtelemente 12 abgedichtet. Innerhalb des Pumpe-Düse-Systemes sind in der Wandung Zulaufbohrungen 13 ausgebildet, über die Kraftstoff aus einem niederdruckseitigen Kraftstoffvorlauf V, einen Ventilraum eines hier als Magnetventil ausgebildeten Stellers zum Elementraum 25 strömt. Durch die anliegenden Drücke wird Kraftstoff durch den Pumpenkörper 4 zur Kühlung des Stellers geleitet und gelangt über ein im Pumpenkörper 4 ausgebildetes Bohrungssystem in einen durch zwei Dichtringe 12 begrenzten Raum, von wo es über den mit Bezugszeichen 11 gekennzeichneten Kraftstoffrücklauf abgeführt wird. Über den Kraftstoffrücklauf in der Pumpe-Düse-Einheit gemäß der Darstellung in Figur 1 kann der Leckkraftstoff im Pumpenkolben 3 abgeleitet werden; ferner ist durch im Rücklaufsystem ausgebildete Drosselstellen eine Abscheidung von Dampfblasen möglich.

[0024] Mit Bezugszeichen 14 ist ein hydraulischer Anschlag bezeichnet, der als Dämpfer fungiert. Unterhalb des hydraulischen Anschlages erstreckt sich eine Düsennadel 18, die teilweise von einem integrierten Einspritzdüsenkörper 20 umschlossen ist. Die Düsennadel 18 sitzt in ihrem dem einen Brennraum 17 zuweisenden vorderen Bereich innerhalb eines Nadelsitzes 15. Mittels einer Spannmutter 19 sind das Pumpe-Düse-System und die Düsennadel 18 teilweise umschließende integrierte Einspritzdüse 20 miteinander verbunden; unterhalb der Spannmutter 19 ist eine Dichtscheibe 16 angeordnet, um den Brennraum 17 einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine gegen den Zylinderkopf der Verbrennungskraftmaschine abzudichten. Der Zylinderkopf der selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine ist mit Bezugszeichen 21 bezeichnet.

[0025] Innerhalb des Pumpe-Düse-Systems gemäß der Darstellung in Figur 1 ist ein Hohlraum eines Federhalters 42 vorgesehen, der eine, z. B. als Spiralfeder ausgestaltete Druckfeder 22 aufnimmt. Die Druckfeder 22 stützt sich mit ihrem unteren Ende an einem scheibenförmigen Einsatz im Hohlraum des Federhalters 42 ab und beaufschlagt mit ihrem gegenüberliegenden Ende einen Speicherkolben 23. Der Speicherkolben 23, beispielsweise zweiteilig ausgebildet, ein zapfenförmiges Element und eine Scheibe umfassend, ist innerhalb des Pumpe-Düse-Systemes 1 von einem Speicherraum 24 umschlossen. Die Scheibe kann als separates getrenntes Bauelement ausgebildet werden. Der Speicherraum 24 des Speicherkolbens 23 und der Hohlraum des Federhalters 42 stehen über eine in Figur 1a vergrößert dargestellte Öffnung 31 in Fluidverbindung miteinander.

[0026] Der über den Kipphebel 28 in vertikale Richtung auf- und abbewegbare Pumpenkolben 3 beaufschlagt einen Hochdruckraum 25 innerhalb des Pumpe-Düse-Systems, der auch als Elementraum bezeichnet wird. Unterhalb des den Hochdruckraum 25 begrenzenden scheibenförmigen Bauelementes zweigt ein Hochdruckzulauf zum Düsenraum ab, der die Düsennadel 18 am zylinderkopfseitigen Ende des Pumpe-Düse-Systems beaufschlagt. Vom Düsenraum strömt der unter hohem Druck stehende Kraftstoff über einen Ringspalt in Richtung des Nadelsitzes 15, von wo er bei einer Aufwärtsbewegung der Düsennadel 18 innerhalb einer Voreinspritzung und einer Haupteinspritzung in den Brennraum 17 der selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine eingespritzt wird.

[0027] Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass mit Bezugszeichen 26 eine Magnetventilfeder bezeichnet ist, welche die Magnetventilnadel 8 in Rückstellrichtung beaufschlagt.

[0028] Der Figur 1a ist eine vergrößerte Darstellung des Bereiches des Pumpe-Düse-Systems gemäß Figur 1 zu entnehmen, in welcher die Öffnung 31 zwischen dem Speicherraum und dem Hohlraum des Federhalters in vergrößertem Maßstab wiedergegeben ist.

[0029] Wie der Darstellung gemäß Figur 1a entnommen werden kann, ist der Speicherkolben 23 vom Speicherraum 24 umschlossen und wird von der Hochdruckseite her durch aus dem Hochdruckraum 25 (auch Elementraum) austretendem, unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagt. Durch die Abwärtsbewegung einer Stirnseite 29 des Speicherkolbens 23 bei dessen Hochdruckbeaufschlagung über den Hochdruckraum 25 wird der Kraftstoff im Hohlraum des Federhalters 42 komprimiert. Dadurch erhöht sich der Gegendruck der Einspritzdüse, wodurch ein Ende einer Voreinspritzphase herbeigeführt wird. Um qualitativ hochwertige Emissionsergebnisse sicherzustellen, ist ein schnelles Öffnen des Speicherkolbens 23 erforderlich. Beim schnellen Öffnen des Speicherkolbens 23 steht die Saugseite des Speicherkolbens 23 mit dem Hochdruckraum 25 (auch Elementraum) in Verbindung. Zu diesem Zeitpunkt steht innerhalb des Hochdruckraumes 25 (auch Elementraum) Hochdruck an.

[0030] Bei der Rückbewegung des Speicherkolbens 23 muss das verdrängte Volumen in den Hohlraum des Federhalters 42 nachströmen. Dies kann sowohl über eine Verbindung am Rücklauf oder am Zulaufkreis erfolgen. Ist das verdrängte Kraftstoffvolumen größer als die nachgeführte Menge, so sinkt der Druck im Hohlraum des Federhalters 42. Bei Unterschreiten des Dampfdruckes kommt es zu Kavitationserscheinungen. Ferner wird bei der Rückbewegung des Speicherkolbens 23 am Ende eines Einspritzvorganges die Flüssigkeitssäule oberhalb des Speicherkolbens 23 in Richtung des Hochdruckraumes 25 (auch Elementraum) bewegt. Zu diesem Zeitpunkt befindet sich der Druck innerhalb des Hochdruckraumes 25 bereits in der Nähe des Dampfdruckes, wodurch ein schnelles Rückströmen erfolgt. Die hohe Strömungsgeschwindigkeit bei diesem Rückströmvorgang führt zur Unterschreitung des Dampfdruckes und kann damit wiederum Kavitationserscheinungen nach sich ziehen.

[0031] Figur 2 ist schematisch ein zwischen Speicherraum und Hohlraum des Federhalters angeordnetes Rückströmdrossелеlement zur Verzögerung der Bewegung des Speicherkolbens zu entnehmen.

[0032] Figur 2 zeigt, stark vereinfacht wiedergegeben, ein Rückströmdrosselventil 35, welches zwischen dem Speicherraum 24 des Speicherkolbens 23 sowie dem Elementraum 25 des Federhalters angeordnet ist. Mittels des Rückströmdrosselventils 35 besteht die Möglichkeit, die Rückstellbewegung des Speicherkolbens 23 zu verlangsamen, ohne die Öffnungsbewegung, die weitestgehend unbehindert erfolgen soll, des Speicherkolbens 23 wesentlich zu verändern. Das Rückströmdrosselventil 35, welches in der Darstellung gemäß Figur 2 schematisch wiedergegeben ist, umfasst einen Ventilkörper 37, der mittels eines Federelementes 36 beaufschlagt ist sowie eine permanent wirkende Drosselstelle 44, über welche der Speicherraum 24 des Speicherkolbens 23 und der Elementraum 25 miteinander in Fluidverbindung stehen.

[0033] Nachdem die Druckdifferenz zwischen dem Elementraum 25 und dem Speicherraum 24 des Speicherkolbens 23 das Rückströmdrosselventil 35 zum Schließen gebracht hat, baut sich im Speicherraum 24 der Druck in Richtung auf den Elementraum 25 langsam ab. Durch den langsamen Abbau wird die Bewegung des Speicherkolbens 23 innerhalb des Speicherraumes 24 verlangsamt, so dass Kraftstoff, z.B. aus den Zulaufbohrungen 13 in den Hohlraum 42 innerhalb des Federhalters B schnell genug nachfließen kann, so dass dort der Dampfdruck nicht unterschritten wird. Kann der Druck dort oberhalb des Dampfdruckes gehalten werden, tritt keine Kavitation auf, so dass sich ein kavitationsfreier Betrieb erreichen lässt.

[0034] Das Rückströmdrosselventil 35 erlaubt eine ungehinderte Öffnungsbewegung des Speicherkolbens 23 im Speicherraum 24, da das Rückströmdrosselventil 35 in der zweiten Richtung 40 durchlässig ist. Nach dem Ende der Einspritzung sinkt der Hochdruck im gesamten Hochdruckvolumen, d. h. innerhalb des Elementraumes 25 so weit ab,

dass der Schließdruck des Speicherkolbens 23 erreicht wird und dessen Schließbewegung beginnt. Aufgrund einer entstehenden Druckdifferenz zwischen dem Druck am speicherseitigen Ende des Rückströmdrosselventiles 35 und dem Druck an der Hochdruckseite des Rückstromdrosselventiles 35, d. h. auf der dem Elementraum 25 zuweisenden Seite schließt das Rückströmdrosselventil 35.

[0035] Bei Einsatz eines Rückstromdrosselventiles 35 mit einer Drosselstelle 44 bleibt nach Schließen des Schließelementes 37 lediglich die Drosselstelle 44 offen, durch deren Auslegung hinsichtlich des Strömungsquerschnittes der Druckabbau beeinflussbar ist. Durch Verzögerung des Druckabbaus in Richtung Elementraum 25 wird die Bewegung des Speicherkolbens 23 innerhalb des Speicherraumes 24 verzögert. Aufgrund der verzögert ablaufenden Rückbewegung des Speicherkolbens 23 erfolgt eine Wiederbefüllung des Hohlraumes 42 des Federhalters B über Zulaufbohrungen 13 derart, dass in diesem Bereich keine Kavitation auftritt, da der Druck oberhalb des Dampfdruckniveaus gehalten werden kann.

[0036] Durch Auslegung des Sitzquerschnittes 38 am Rückströmdrosselventil 35, dessen Hub sowie durch Auslegung von Drosselquerschnitt der Drosselstelle 44 und der Federvorspannung durch das Federelement 36 kann die Bewegung des Speicherkolbens 23 so weit verlangsamt werden, dass die Wiederbefüllung des Hohlraumes 42 des Federhalters unter Vermeidung von Kavitationserscheinungen erfolgt.

[0037] Figur 3 zeigt einen Speicherkolben in seiner am Dichtsitz schließenden Position.

[0038] Der Darstellung gemäß Figur 3 ist entnehmbar, dass der Speicherkolben 23 um einen Hubweg 41 in seinen Dichtsitz 34 zum Elementraum 25 gefahren ist. Der Hohlraum 42 des Federhalters B steht über die Öffnung 31 mit einem Teil des Speicherraumes 24 in Verbindung, wobei eine Stirnfläche 29 an der Unterseite des Speicherkolbens 23 in der in Figur 3 dargestellten Position um den Hubweg 41 vom Boden des Speicherraumes 24 abgestellt ist. In dieser Position des Speicherkolbens 23 trennt dieser den Elementraum 25 vom Speicherraum 24.

[0039] Figur 4 zeigt das Öffnen des Dichtsitzes am Speicherkolben bei Erreichen seines Öffnungsdruckes. Bei Überschreiten des Öffnungsdruckniveaus des Speicherkolbens 23 öffnet der durch Bezugszeichen 34 gekennzeichnete Dichtsitz an der Oberseite des Speicherkolbens 23. Der Speicherraum 24 des Speicherkolbens 23 wird nun über den geöffneten Dichtsitz 34 über den Elementraum befüllt und der Speicherkolben 23 bewegt sich in Richtung auf den Hohlraum 42 des Federhalters B.

[0040] Figur 5 zeigt die Abdichtung des Hohlraumes des Federhalters B durch eine dem Dichtsitz gegenüberliegende Stirnfläche des Speicherkolbens.

[0041] Aus der Darstellung gemäß Figur 5 geht hervor, dass die Stirnfläche 29 des Speicherkolbens 23 die Öffnung 31, die den Speicherraum 24 und den Hohlraum 42 des Federhalters B miteinander verbindet, anliegt. Der Figur 5 ist entnehmbar, dass der Speicherkolben 23 nunmehr den Speicherraum 24, der seinerseits mit dem Elementraum 25 in Verbindung steht, gegen den Hohlraum 42 des Federhalters B abdichtet.

[0042] Hinsichtlich der Auslegung des Sitzquerschnittes 38 des Rückströmdrosselventiles 35 und des Hubweges 41 des Speicherkolbens 23 sind diese derart auszulegen, dass die Öffnungsbewegung des Speicherkolbens 23 in der in Figuren 4 und 5 dargestellten Phase nahezu ungehindert abläuft. In der Öffnungsphase des Speicherkolbens 23 in die mit Bezugszeichen 40 in Figur 2 bezeichnete Richtung wird zuerst der Speicherraum 24 befüllt und danach das Volumen, welches sich aus dem Produkt der Speicherkolbenstirnfläche 29 und dem Speicherhubweg 41 ergibt. Auslegung:

$$V_{gesamt} = V_{Speicherraum\ 24} + \left(\frac{\pi \varnothing \text{ Stirnfläche } 29^2}{4} \times h_{\text{Speicherkolben}} \right)$$

[0043] Die Berechnung des Speichervolumens aus Sitzfläche und Hubweg hängt davon ab, wie das Ventil ausgestaltet ist, ob es sich beispielsweise um einen Kegelsitz oder einen Kugelsitz handelt, woraus sich abweichende Sitzflächen- oder gemittelte Sitzflächendurchmesser ergeben können.

[0044] Es ist vorteilhaft, den Hubweg des Rückströmdrosselventiles 35 bzw. eines alternativ einsetzbaren Rückschlagventiles möglichst klein zu wählen, damit der gesamte Öffnungsquerschnitt bereits nach kurzer Öffnungszeit erreicht werden kann.

[0045] Hinsichtlich der Auslegung des Federelementes 36 des Rückströmdrosselventiles 35 ist Ziel die Federvorspannung des Federelementes 36 derart auszulegen, dass das Rückströmdrosselventil 35 in drucklosem Zustand in einer definierten Vorspannungslage gehalten werden kann sowie beim Schließen des Rückströmdrosselventiles 35 eine schnelle Schließbewegung unterstützt wird.

[0046] Der Drosselquerschnitt der am Rückströmdrosselventil 35 ausgebildeten Drosselstelle 44 hat die Aufgabe, die Druckentlastung des Speicherraumes 24 in Richtung auf den Elementraum 25 so zu verlangsamen, so dass sich

keine Kavitationserscheinungen im Hohlraum 42 des Federhalters B einstellen. Andererseits ist eine Druckentlastung des Speicherraumes 24 in Richtung auf den Elementraum 25 ausreichend schnell zu realisieren, so dass bei Beginn des nächsten Einspritzzyklus' die ursprünglichen Druckverhältnisse, d. h. sich ein Druckausgleich ausreichend schnell einstellt.

[0047] In einer weiteren Ausführungsvariante des der Erfindung zugrundeliegenden Gedankens kann ein Rückschlagventil eingesetzt werden. Das Rückschlagventil, ein z. B. kugelförmig gestaltetes Schließelement 37 enthaltend, welches durch ein Federelement, vorzugsweise eine Spiralfeder 36, beaufschlagt ist, bildet die Grenzform eines Rückströmdrosselementes, bei welchem die Drossel im Grenzfall geschlossen ist. Bei Einspritzende wird der Druck im Hochdruckraum 25 (auch Elementraum), der durch den Pumpenkolben 3, entsprechend dessen Hubbewegung, mit Hochdruck beaufschlagt ist. Bei geschlossenem Rückschlagventil bleibt der Druck auf der Speicherseite 24 auf einem derart hohen Niveau, dass der Speicherkolben 23 in seiner Öffnungsstellung verharrt. Durch Leckage an der Speicherkolbenführung, die fertigungs- und toleranzbedingt zwangsläufig auftreten, fällt der Druck langsam ab, bis der Schließdruck des Speichers unterschritten ist, und der Speicherkolben 23 langsam seine Schließbewegung aufnimmt. Je nach erzielbarem Druckabfall, bedingt durch ein Druckabbau über die Leckagespalte, erfolgt der Druckaufbau derart langsam, dass die Nachfüllung des Federhalters 42 so abläuft, dass innerhalb des Hohlraums des Federhalters 42 das Druckniveau zu jeder Zeit oberhalb des Dampfdruckes gehalten werden kann, so dass keine Kavitationserscheinungen innerhalb des Hohlraums des Federhalters 42 auftreten können und damit eine erhebliche Geräuschverbesserung durch Vermeidung von Dampfblasenbildung im Kraftstoff erzielt werden kann.

[0048] Beiden Ausführungsvarianten, d. h. bei einem Einsatz eines Rückströmdrosselventiles als Rückströmdrosselement bzw. bei Einsatz eines Rückschlagventiles als Rückströmdrosselement ist es erreichbar, dass durch die Integration zwischen den Elementraum 25 und dem Speicherraum 24 des Speicherkolbens 23 eine Verzögerung der Rückstellbewegung des Speicherkolbens 23 erzielt werden kann. Durch eine Verringerung der Bewegungsgeschwindigkeit des Speicherkolbens 23 innerhalb des Pumpe-Düse-Systems lässt sich ein Sinken des Druckniveaus innerhalb des Pumpe-Düse-Systems im Hohlraum 42 des Federhalters B unterhalb des Dampfdruckes wirksam verhindern. Da mit der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung keine Dampfblasenbildung, d. h. Kavitation innerhalb des Hohlraumes 42 des Federhalters B auftreten kann, ist ein wesentlich geräuschärmerer Betrieb des Pumpe-Düse-Systems bei Einsatz der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung auch in hohen Drehzahlbereichen des Pumpe-Düse-Systems möglich.

Bezugszeichenliste

[0049]

- | | |
|----|----------------------------------|
| 1 | Kegelbolzen |
| 2 | Rückstellfeder |
| 3 | Pumpenkolben |
| 4 | Pumpenkörper |
| 5 | Stecker |
| 6 | Magnetkern |
| 7 | Ausgleichsfeder |
| 8 | Magnetventilnadel |
| 9 | Anker |
| 10 | Magnetspule |
| 11 | Kraftstoffrücklauf (Niederdruck) |
| 12 | Dichtung |
| 13 | Zulaufbohrung |
| 14 | hydraulischer Anschlag (Dämpfer) |
| 15 | Nadelsitz |
| 16 | Dichtscheibe |
| 17 | Brennraum |
| 18 | Düsennadel |
| 19 | Spannmutter |
| 20 | integrierte Einspritzdüse |
| 21 | Zylinderkopf |
| 22 | Druckfeder (Düse) |
| 23 | Speicherkolben |
| 24 | Speicherraum |
| 25 | Hochdruckraum (Elementraum) |

- 26 Magnetventilfeder
- 27 Antriebsnockenwelle
- 28 Kipphebel
- 29 Stirnseite Speicherkolben
- 5 30 Raum unterhalb Speicherkolben
- 31 Öffnung
- 32 Zulauf Ventilraum
- 33 Hochdruckzulauf zur Düse
- 34 Dichtsitz
- 10 35 Rückströmdrossel/Ventil
- 36 Federelement
- 37 Schließelement
- 38 Sitz
- 39 erste Richtung RSD/RSV
- 15 40 zweite Richtung RSD/RSV
- 41 Hubweg Speicherkolben 23
- 42 Hohlraum Federhalter
- 43 Dichtfläche Hohlraum
- 44 Drosselstelle Rückströmdrosselventil 35
- 20 A Kraftstoffzulauf (Niederdruck)
- B Federhalter

Patentansprüche

- 25 1. Pumpe-Düse-System zur Versorgung des Brennraumes (17) einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine mit Kraftstoff, mit einem Hochdruckraum (25) der über einen Pumpenkolben (3) druckbeaufschlagbar ist und mit einem innerhalb eines Speicherraumes (24) aufgenommenen Speicherkolbens (23), der über ein in einem Federhalterraum (42) angeordnete Druckfeder (22) beaufschlagt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Elementraum (25) und dem Speicherraum (24) des Speicherkolbens (23) ein Rückströmdrosselement (35) angeordnet ist, welches den Druckabbau im Speicherraum (24) verzögert.
- 30 2. Pumpe-Düse-System gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rückströmdrosselement (35) als Rückströmdrosselventil ausgebildet ist.
- 35 3. Pumpe-Düse-System gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rückströmdrosselement (35) als Rückschlagventil ausgebildet ist.
- 40 4. Pumpe-Düse-System gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rückströmdrosselement (35) in einer der Öffnungsrichtung des Speicherkolbens (23) entsprechenden zweiten Richtung (40) durchlässig ist.
- 45 5. Pumpe-Düse-System gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rückströmdrosselement (35) in einer der Schließrichtung eines Speicherkolbens (23) entsprechenden ersten Richtung (39) die Schließgeschwindigkeit des Speicherkolbens (23) verringert.
- 50 6. Pumpe-Düse-System gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer sich einstellenden Druckdifferenz Δp über dem Rückströmdrosselement (35) zwischen dem Elementraum (25) und dem Speicherraum (24) das Rückströmdrosselement (35) derart schließt, dass ein Druckabbau nur noch über eine Drosselstelle (44) des Rückströmdrosselementes (35) erfolgt.
- 55 7. Pumpe-Düse-System gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Speicherkolben (23) ein Dichtsitz (34) ausgebildet ist, der den Elementraum (25) gegen den Speicherraum (24) öffnet bzw. freigibt.
- 8. Pumpe-Düse-System gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Speicherkolben (23) auf der einem Hohlraum (42) eines Federhalters (B) zuweisenden Seite eine Öffnung (31) des Hohlraumes (42) verschließende Stirnfläche (29) ausgebildet ist.
- 9. Pumpe-Düse-System gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Speicherkolben (23) ein in die

EP 1 338 790 A1

Öffnung (31) zum Hohlraum (42) eintauchender Zapfen ausgebildet ist.

5

10

15

20

25

30

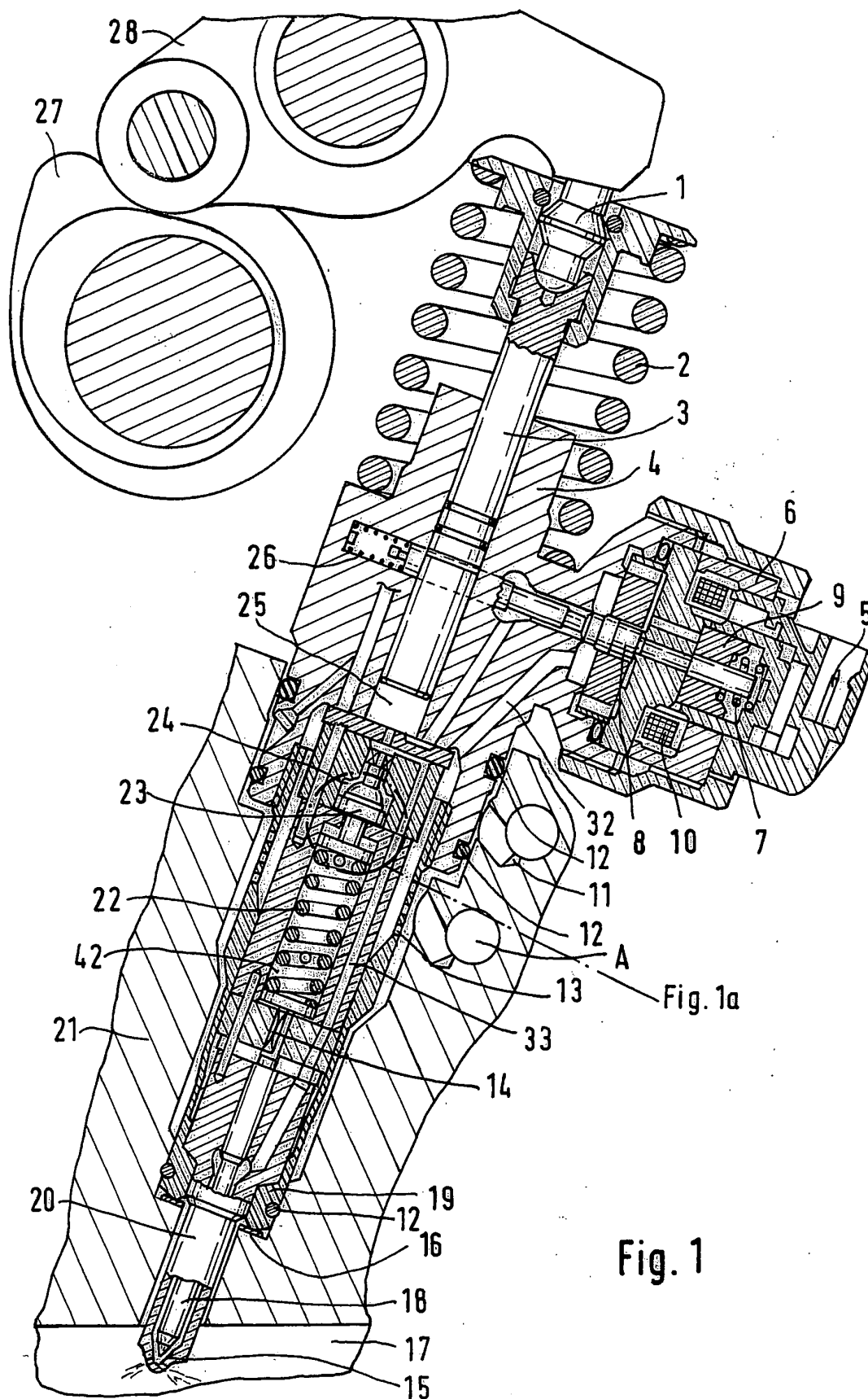
35

40

45

50

55



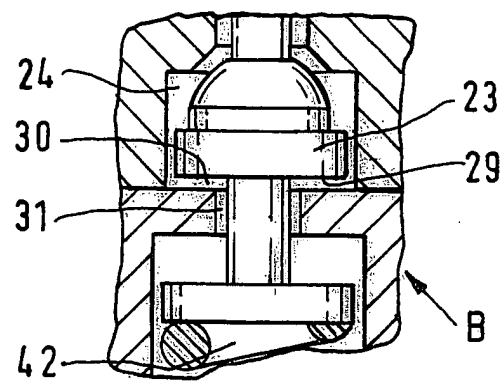


Fig. 1a

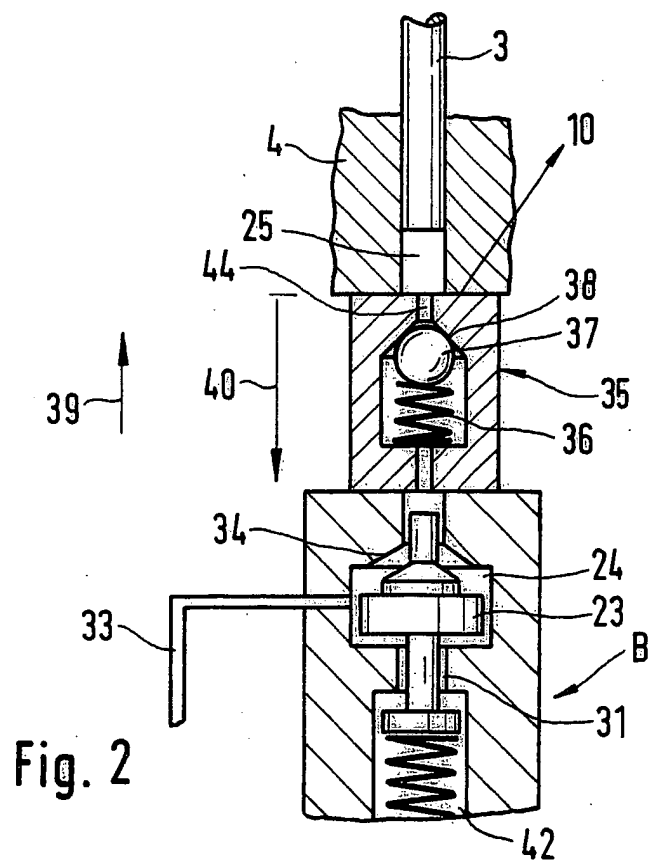
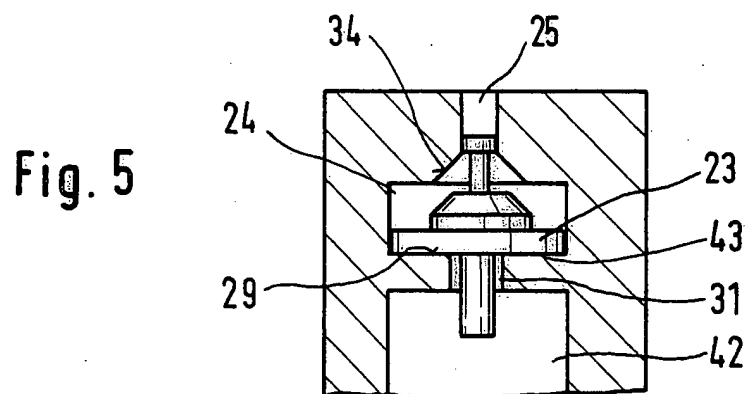
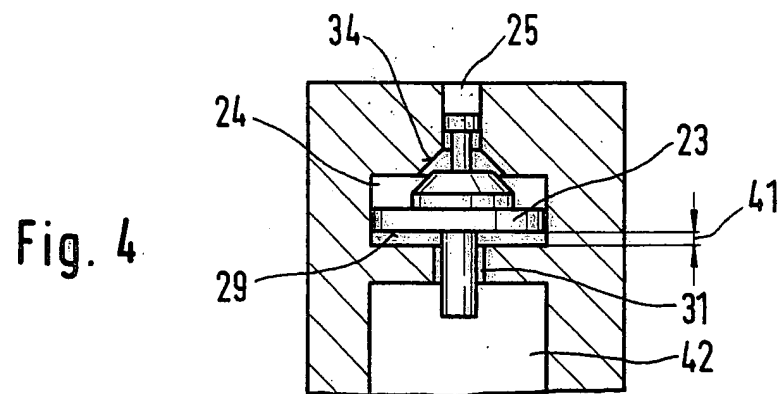
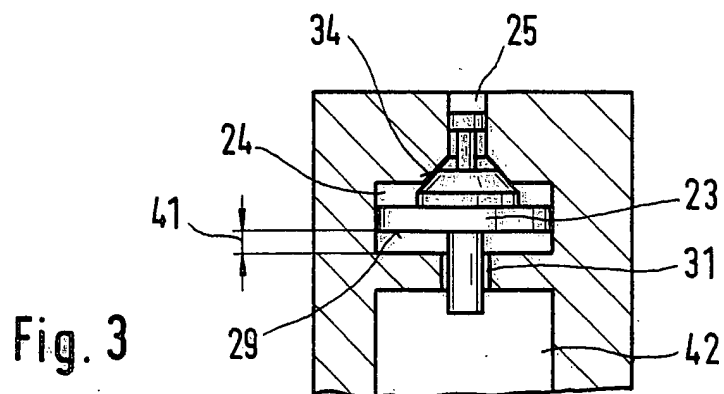


Fig. 2





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 03 00 2362

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	EP 1 113 165 A (DETROIT DIESEL CORP) 4. Juli 2001 (2001-07-04) * das ganze Dokument *	1	F02M57/02 F02M61/20 F02M45/08
A	WO 00 19089 A (KRONBERGER MAXIMILIAN ; STRAHBERGER HERBERT (AT); BOSCH GMBH ROBERT) 6. April 2000 (2000-04-06) * das ganze Dokument *	1	
A	EP 0 205 882 A (BOSCH GMBH ROBERT) 30. Dezember 1986 (1986-12-30) * das ganze Dokument *	1	
A	WO 90 08257 A (VOEST ALPINE AUTOMOTIVE) 26. Juli 1990 (1990-07-26) * das ganze Dokument *	1	
A	EP 0 641 931 A (SERVOJET ELECTRONIC SYST LTD) 8. März 1995 (1995-03-08) * das ganze Dokument *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F02M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 28. März 2003	Prüfer Wagner, A
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

EPO FORM 1503 (03.02.2003) (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 03 00 2362

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-03-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1113165 A	04-07-2001	US 6227175 B1	08-05-2001
		AU 7199800 A	28-06-2001
		BR 0006435 A	07-08-2001
		CA 2327691 A1	27-06-2001
		EP 1113165 A2	04-07-2001
		JP 2001207937 A	03-08-2001
WO 0019089 A	06-04-2000	DE 19844891 A1	06-04-2000
		WO 0019089 A1	06-04-2000
		EP 1045983 A1	25-10-2000
		JP 2002525496 T	13-08-2002
		US 6305359 B1	23-10-2001
EP 0205882 A	30-12-1986	DE 3521427 A1	18-12-1986
		AT 67559 T	15-10-1991
		DE 3681509 D1	24-10-1991
		EP 0205882 A2	30-12-1986
		JP 7018391 B	06-03-1995
		JP 61286573 A	17-12-1986
		SU 1426464 A3	23-09-1988
		US 4903666 A	27-02-1990
		US 4805580 A	21-02-1989
WO 9008257 A	26-07-1990	DE 3900762 A1	19-07-1990
		DE 3900763 A1	19-07-1990
		WO 9008256 A1	26-07-1990
		WO 9008257 A1	26-07-1990
		AT 119238 T	15-03-1995
		DE 59008568 D1	06-04-1995
		EP 0404916 A1	02-01-1991
		EP 0404917 A1	02-01-1991
		JP 3504034 T	05-09-1991
		JP 3504035 T	05-09-1991
		US 5125581 A	30-06-1992
		US 5125580 A	30-06-1992
EP 0641931 A	08-03-1995	EP 0641931 A1	08-03-1995
		JP 7224736 A	22-08-1995

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82