



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 907 017 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
07.04.1999 Patentblatt 1999/14

(51) Int. Cl.⁶: **F02M 47/02**, F16K 31/00

(21) Anmeldenummer: **98111310.3**

(22) Anmeldetag: **19.06.1998**

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

(30) Priorität: **02.10.1997 DE 19743640**

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

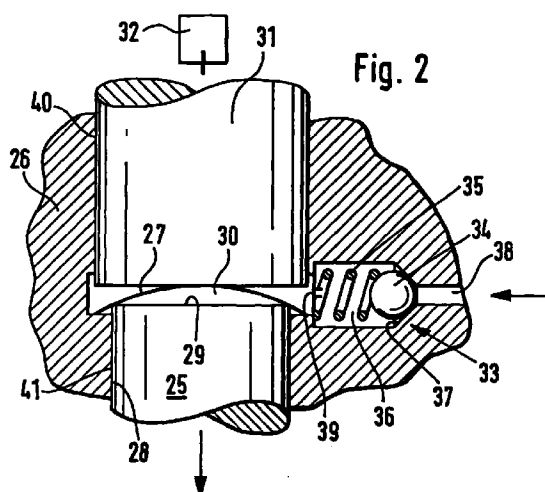
(72) Erfinder:
• **Heinz, Rudolf, Dr.
71272 Renningen (DE)**
• **Kienzler, Dieter
71229 Leonberg (DE)**
• **Potschin, Roger
74336 Brackenheim (DE)**
• **Schmoll, Klaus-Peter, Dr.
74251 Lehensteinsfeld (DE)**
• **Boecking, Friedrich
70499 Stuttgart (DE)**

(54) Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten

(57) Es wird ein Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten vorgeschlagen, das zu seiner Betätigung mit einem Flüssigkeitsgefüllten Kopplungsraum (30) versehen ist, der zwischen einem Aktorkolben (31) eines Piezoaktors (32) und einem ein Ventiltglied betätigenden Kolben (25) angeordnet ist.

Zum Ausgleich einer Leckage in dem bei einem Schaltvorgang zeitweise unter hohem Druck stehenden Kopplungsraum (30) ist eine Befüllungsventil (33) vorgesehen, das radial an den Kopplungsraum (30) aber außerhalb desselben angeordnet ist, und das ein Zufluß aus einem Zulaufkanal (38) überwacht, der im Ventil unter Umgebungsdruck steht. Auf diese Weise ist einerseits das durch den Anbau des Befüllungsventils (33) entstandene Schadvolumen sehr klein, andererseits ist das Befüllungsventil (33) von den beschleunigten Bewegungen der Kolben (25,31) d.h. von deren Beschleunigungskräften unabhängig.

Das Ventil ist zur Anwendung bei Kraftstoffeinspritzeinrichtungen für Brennkraftmaschinen von Kraftfahrzeugen bestimmt.



EP 0 907 017 A1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten gemäß der Gattung des Patentanspruchs 1. Durch die EP 0 477 400 ist ein solches Ventil bekannt. Dort ist der Betätigungskolben des Ventiltgliedes in einem im Durchmesser kleineren Teil einer Stufenbohrung dicht verschiebbar angeordnet, wogegen ein im Durchmesser größerer Kolben, der mit dem Piezoaktor bewegt wird, in einem im Durchmesser größeren Teil der Stufenbohrung angeordnet ist. Zwischen den beiden Kolben ist ein hydraulischer Kopplungsraum eingespannt, derart, daß, wenn der größere Kolben durch den Piezoaktor um eine bestimmte Wegstrecke bewegt wird, der Betätigungskolben des Ventiltgliedes um einen um das Übersetzungsverhältnis der Stufenbohrungsdurchmesser vergrößerten Weg bewegt wird. Das Ventiltglied, der Betätigungskolben, der im Durchmesser größere Aktorkolben und der Piezoaktor liegen auf einer gemeinsamen Achse hintereinander.

[0002] Bei solchen Ventilen besteht das Problem, Längenänderungen des Piezoaktors, des Ventils oder des Ventiltgehäuses durch den hydraulischen Kopplungsraum auszugleichen. Da der Piezoaktor zum Öffnen des Ventils im Kopplungsraum einen Druck erzeugt, führt dieser Druck auch zu einem Verlust an Kopplungsraum-Flüssigkeit. Um ein Leerpumpen des Kopplungsraums zu verhindern, ist eine Wiederbefüllung notwendig. Eine Einrichtung, die eine solche Wiederfüllung bewirken soll, ist zwar durch den eingangs genannten Stand der Technik bereits bekannt, doch hat diese den Nachteil, daß eine ständig in den beiden möglichen Flußrichtungen offene Verbindung zwischen dem Kopplungsraum und einem Vorratsbehälter vorgesehen ist, die das Arbeitsverhalten des Piezoaktors wesentlich beeinflusst. Insbesondere führt ein somit vergrößertes Volumen zu einer die Übertragungssteifigkeit der durch den Kopplungsraum gebildeten hydraulischen Säule reduzierende Kompressibilität.

Vorteile der Erfindung

[0003] Das erfindungsgemäße Ventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 hat dem gegenüber den Vorteil, daß der Kopplungsraum immer ausreichend gefüllt bleibt und nur Kopplungsflüssigkeit in Richtung Kopplungsraum nachströmen kann. Eine nachteilige Längenänderung der Gesamteinrichtung ist damit vermieden. Dies gilt auch, wenn der Piezoaktor, das Ventil oder das Gehäuse seine Länge z.B. bei Erwärmung ändern sollte, weil eine solche Längenänderung im Kopplungsraum durch Lecken kompensiert wird. Des weiteren ist es von Vorteil, daß die Einrichtung einen einfachen Aufbau hat und sicher und zuverlässig arbeitet.

Zeichnung

[0004] Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen: Figur 1 ein Kraftstoffeinspritzventil im Schnitt, Figur 2 ein erstes Ausführungsbeispiel eines Befüllungsventils, Figur 3 ein zweites Ausführungsbeispiel eines Befüllungsventils und Figur 4 ein drittes Ausführungsbeispiel eines Befüllungsventils.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0005] Das erfindungsgemäße Ventil findet Anwendung bei einem Kraftstoffeinspritzventil, das in wesentlichen Teilen im Schnitt in der Figur 1 wiedergegeben ist. Dieses Einspritzventil weist ein Ventiltgehäuse 1 auf, in dem in einer Längsbohrung 2 eine Ventilnadel 3 geführt ist, die auch in hier nicht weiter gezeigter, bekannter Weise durch eine Schließfeder in Schließrichtung vorbelastet sein kann. An ihrem einen Ende ist die Ventilnadel mit einer kegelförmigen Dichtfläche 4 versehen, die an der in den Brennraum ragenden Spitze 5 des Ventiltgehäuses mit einem Sitz 6 zusammen wirkt, von dem aus Einspritzöffnungen abführen, die in das Innere des Einspritzventils, hier den die Ventilnadel 3 umgebenden unter Einspritzdruck stehenden Kraftstoff gefüllten Ringraum 7 mit dem Brennraum verbinden, um so eine Einspritzung zu vollziehen, wenn die Ventilnadel von ihrem Sitz abgehoben hat. Der Ringraum ist mit einem weiteren Druckraum 8 verbunden, der ständig in Verbindung mit einer Druckleitung 10 steht, über die dem Kraftstoffeinspritzventil von einem Kraftstoffhochdruckspeicher 9 Kraftstoff unter Einspritzdruck zugeführt wird. Dieser hohe Kraftstoffdruck wirkt auch in den Druckraum 8, und dort auf eine Druckschulter 11, über die in bekannter Weise die Düsenadel bei geeigneten Bedingungen von ihrem Ventilsitz abgehoben werden kann.

[0006] Am anderen Ende der Ventilnadel ist diese in einer Zylinderbohrung 12 geführt und schließt dort mit ihrer Stirnseite 14 einen Steuerdruckraum 15 ein, der über eine Drosselverbindung 16 ständig mit einem Ringraum 17 verbunden ist, der, wie auch der Druckraum 8 immer mit dem Kraftstoffhochdruckspeicher in Verbindung steht. Axial führt von Steuerdruckraum 15 eine Drosselbohrung 19 ab zu einem Ventilsitz 20 eines Steuerventils 21. Mit dem Ventilsitz wirkt ein Ventiltglied 22 des Steuerventils zusammen, das in abgehobenem Zustand eine Verbindung zwischen dem Steuerdruckraum 15 und einem Federraum 18 herstellt, der wiederum ständig mit einem Entlastungsraum verbunden ist. In dem Federraum 18 ist eine das Ventiltglied 22 in Schließrichtung belastende Druckfeder 24 angeordnet, die das Ventiltglied 22 auf den Ventilsitz 20 hin beaufschlagt, so daß in Normalstellung des Steuerventils diese Verbindung des Steuerdruckraumes 15 verschlossen ist. Da die stirnseitige Fläche der Ventilnadel

3 im Bereich des Steuerdruckraumes größer ist als die Fläche der Druckschulter 11, hält derselbe Kraftstoffdruck im Steuerdruckraum, der auch in dem Druckraum 8 vorherrscht nun die Ventilnadel 3 in geschlossener Stellung. Ist das Ventilielid 22 jedoch abgehoben, so wird der Druck im über die Drosselverbindung 16 abgekoppelten Steuerdruckraum 15 entlastet. Bei der nun fehlenden oder reduzierten Schließkraft öffnet die Ventilnadel 3 ggfs. entgegen der Kraft einer Schließfeder schnell und kann andererseits sobald das Ventilielid 22 wieder in Schließstellung kommt, in Schließstellung gebracht werden, da sich von diesem Zeitpunkt an über die Drosselverbindung 16 der ursprüngliche hohe Kraftstoffdruck im Steuerdruckraum 15 dann schnell wieder aufbaut.

[0007] Das erfindungsgemäße Steuerventil weist einen zu seiner Betätigung bestimmten Kolben 25 auf, der auf das Ventilielid 22 wirkt und durch einen in Figur 2 näher dargestellten Piezoaktor 32 betätigbar ist. Der Kolben 25 ist in einer Führungsbohrung 28 dicht geführt und begrenzt mit seiner Stirnfläche 29 einen Kopplungsraum 30, der auf seiner gegenüberliegenden Wand von einem Aktorkolben 31 größeren Durchmessers abgeschlossen ist, der Teil des Piezoaktors 32 ist und der durch eine im Kopplungsraum 30 angeordnete Federscheibe 27 in Kontakt mit dem Piezoaktor 32 gehalten wird. Beide Kolben 25 und 31 sind in ihren Bohrungen dicht geführt. Der Kopplungsraum 30 dient aufgrund der unterschiedlichen Kolbenflächen der beiden Kolben 25 und 31 als Übersetzerraum, indem er einen konstruktionsbedingten kleinen Hub des Piezoaktorkolbens 31 in einen größeren Hub des das Steuerventil 21 betätigenden Kolbens 25 übersetzt. Bei Erregung des Piezoaktors wird der Kolben 25 so verstellt daß das Ventilielid 22 von seinem Sitz 20 abgehoben. Das hat eine Entlastung des Steuerdruckraumes zur Folge, was wiederum das Öffnen der Ventilnadel 3 bewirkt. Bei der Arbeit des Ventils und bei der Druckübersetzung treten im Kopplungsraum 30 sehr hohe Drücke auf. Um es trotz dieser Belastung der eingeschlossenen Flüssigkeit nicht zu einem Füllungsverlust aufgrund von Leckage entlang der Kolbenführung kommen zu lassen und um Füllungsverluste durch Volumenänderung bei Temperaturwechseln schnell auszugleichen ist ein Befüllungsventil 33 vorgesehen, das an den Kopplungsraum 30 angeschlossen ist.

[0008] Gemäß der Erfindung ist ein solches Befüllungsventil bei den Ausführungsbeispielen nach den Figuren 2, 3 und 4 so plziert, daß es unmittelbar radial an den Kopplungsraum 30 angebaut ist, um das Schadvolumen im Kopplungsraum 30 so gering wie möglich zu halten und die Steifigkeit des Übertragungsvolumen für die Stellbewegung so groß wie möglich zu halten.

[0009] In der Figur 2 ist ein Befüllungsventil 33 dargestellt, das ein kugelförmiges Schließglied 34 hat, welches unmittelbar von einer Schraubendruck-Ventilfeder 35 belastet ist. Schließglied 34 und Ventilfeder 35 sind in einer Ventilkammer 36 angeordnet. Die Ventilfeder 35

drückt das Schließglied 34 gegen einen Ventilsitz 37, der im Gehäuse 26 vorgesehen ist. Zentrisch zum Ventilsitz 37 mündet ein Zulaufkanal 38, der unter Niederdruck steht. In einer Zylinderwand des federbestückten Kopplungsraumes 30 ist eine Verbindungsbohrung 39 vorgesehen, über die das Befüllungsventil 33 an den Kopplungsraum 30 angeschlossen ist. Sowohl der Aktorkolben 31 als auch der Kolben 25 sind im Gehäuse 26 dicht geführt, trotzdem tritt bei beiden wegen des hohen Druckes im Kopplungsraum 30 eine Leckage in den Führungen 40 bzw. 41 auf.

[0010] Wenn bei der Arbeit des Ventils Flüssigkeit aus dem Kopplungsraum 30 über die Führungen 40 und 41 verloren geht, sich also das Volumen des Kopplungsraumes 30 verkleinert, wird dieser Verlust über das Befüllungsventil 33 sofort ausgeglichen, indem Flüssigkeit aus dem Zulaufkanal 38 über die Ventilkammer 36 und das sich von seinem Ventilsitz 37 abhebende Ventilielid 34 nachgefüllt wird. Dies wird durch die Federscheibe 57 unterstützt, die bestrebt ist, den Kopplungsraum 30 immer so groß wie möglich zu halten, indem sie den Kolben 31 zum Piezoaktor 32 hin verstellt. Der Zulaufdruck, der Ventilsitz 37 und die Ventilfeeder 35 müssen entsprechen abgestimmt werden. Das Befüllungsventil (33) ist bei dieser Ausgestaltung von den beschleunigten Bewegungen der Kolben (25, 31) d.h. von deren Beschleunigungskräften unabhängig.

[0011] Wichtig ist, daß durch die Ventilkammer 36 das Volumen des Kopplungsraumes 30 nicht wesentlich vergrößert wird. Im Hinblick darauf noch weiter optimiert ist ein Befüllungsventil 42, wie es in der Figur 3 dargestellt ist. Bei dieser Konstruktion ist die Ventilkammer 36 der Bauart nach der Figur 2 in Wegfall gekommen.

[0012] Ein Ventilsitz 43 für ein kugelförmiges Schließglied 44 des Befüllungsventils 42 ist radial in eine Wand 45 des ebenfalls federbestückten Kopplungsraumes 30 eingearbeitet. Als Ventilfeeder 46 dient hier eine Feder-Membran, die hochkant in den Kopplungsraum 30 hineinragt und im Gehäuse 26 verankert ist.

[0013] Eine weitere optimierte Bauart eines Befüllungsventils 47 ist in der Figur 4 gezeigt. Hier ist das Befüllungsventil 47 mit einer Zugstange 48 versehen, die mit einem kopfförmigen Schließglied 49 nahe an den Kopplungsraum 30 heranreicht. Ein Ventilsitz 50 ist an einer Scheibe 51 angeordnet, die von einer hohlen Spannmutter 52 an einer Gehäuseschulter 53 festgehalten wird.

[0014] Auf der Zugstange 48 ist ein Federteller 54 verschraubbar angeordnet, an dem sich eine Ventilfeeder 55 abstützt, die bestrebt ist, das Schließglied 49 an seinem Ventilsitz 50 zu halten. Die Spannmutter 52 ist im Gehäuse 26 verschraubt und ist ringzylindrisch ausgebildet, um in ihrem Hohlzylinder 56 die Zugstange 48 und die Ventilfeeder 55 aufzunehmen. Eine das Schließglied 49 aufnehmende Ventilkammer 57 ist über einen Radialdurchbruch 58 unmittelbar mit dem Kopplungsraum 30 verbunden.

[0015] Es ist zu erkennen, daß bei dieser Bauart das durch den Anbau des Befüllungsventils 47 entstandene Schadvolumen ebenfalls sehr klein ist.

schraubt ist und ringzylindrisch ausgebildet ist und in ihrem Hohlzylinder (56) die Zugstange (48) und die Ventiltfeder (55) aufnimmt.

Patentansprüche

1. Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten mit einem Ventilglied (22), das einen zu seiner Betätigung bestimmten von einer Rückstellkraft beaufschlagten Kolben (25) aufweist, der mit seiner Stirnseite einen hydraulischen Kopplungsraum (30) als bewegliche Wand abschließt, der andererseits von einem Aktorkolben (31) eines Piezoaktors (32) begrenzt wird, durch dessen Arbeitshub eine Druckerhöhung im Kopplungsraum (30) erzeugbar ist, durch den der Kolben (25) gegen eine Rückstellkraft verstellbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Kopplungsraum (30) über ein in Richtung Kopplungsraum öffnendes Befüllungsventil (33, 42, 47) mit einer Flüssigkeitsquelle verbindbar ist. 5 10 15 20
2. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Befüllungsventil (33, 42, 47) unmittelbar radial an den Kopplungsraum (30) angebaut ist und als Rückschlagventil ausgebildet ist. 25
3. Ventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein Schließglied (34, 44) des Befüllungsventils (33, 42) unmittelbar von einer Ventiltfeder (35, 46) belastet ist, die das Schließglied (34, 44) gegen einen Ventilsitz (37, 43) drückt, der im Gehäuse (26) vorgesehen ist. 30
4. Ventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventiltfeder (35) eine Schraubendruckfeder ist. 35
5. Ventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventiltfeder (46) eine Feder-Membran ist. 40
6. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Schließglied (34, 44) als Kugel ausgebildet ist. 45
7. Ventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Befüllungsventil (47) eine Zugstange (48) aufweist, an der eine Ventiltfeder (55) angreift, die bestrebt ist, ein an der Zugstange (48) angebrachtes Schließglied (49) auf einen Ventilsitz (50) zu ziehen. 50
8. Ventil nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Ventilsitz (50) an einer Scheibe (51) angeordnet ist, die von einer hohlen Spannmutter (52) an einer Gehäuseschulter (53) festgehalten wird. 55
9. Ventil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannmutter (52) im Gehäuse (26) ver-
10. Ventil nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorspannung der Ventiltfeder (55) durch einen auf der Zugstange (48) verschraubbaren Federteller (54) veränderbar ist.

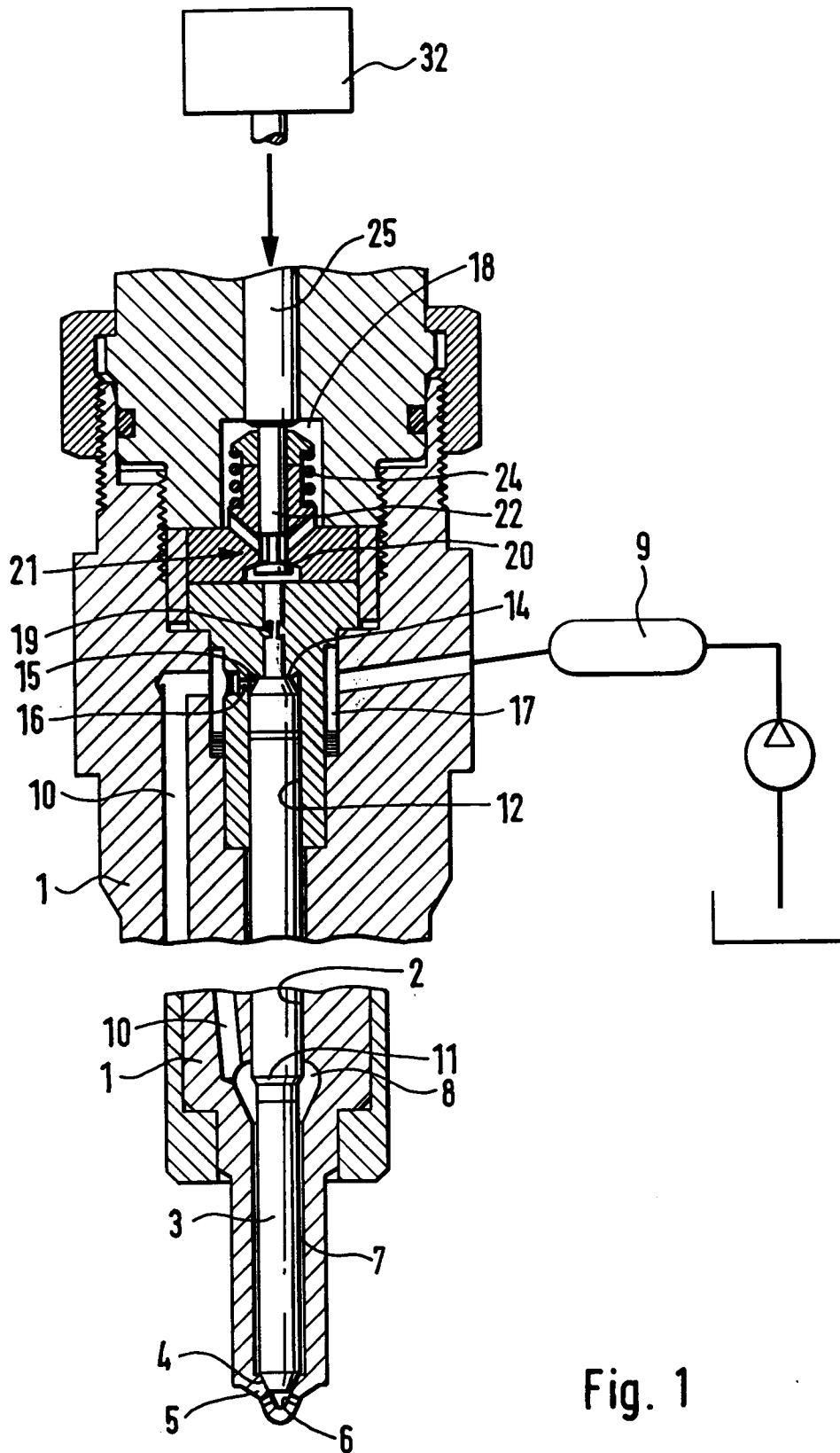
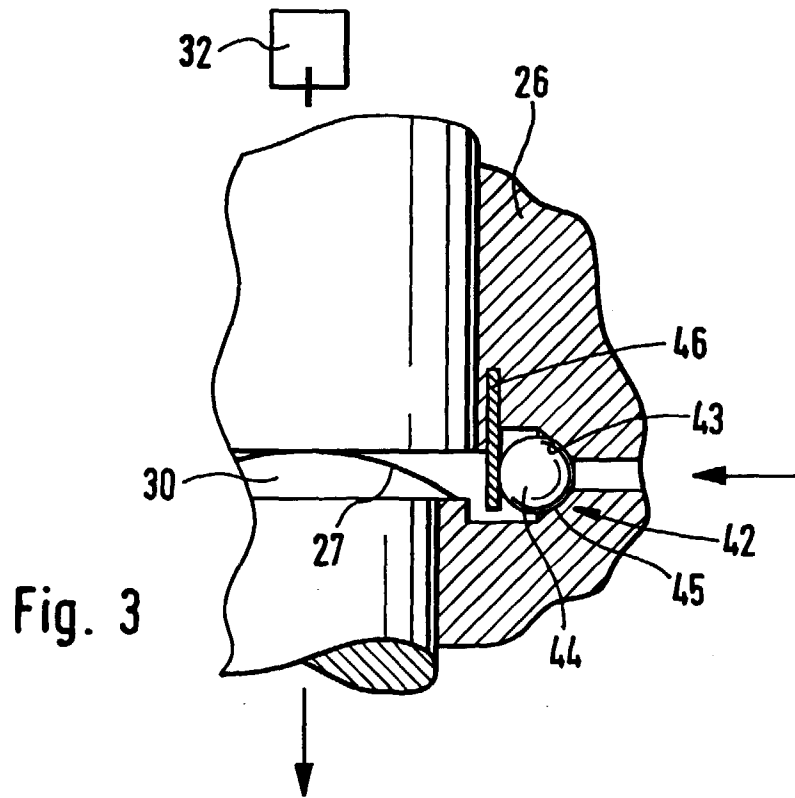
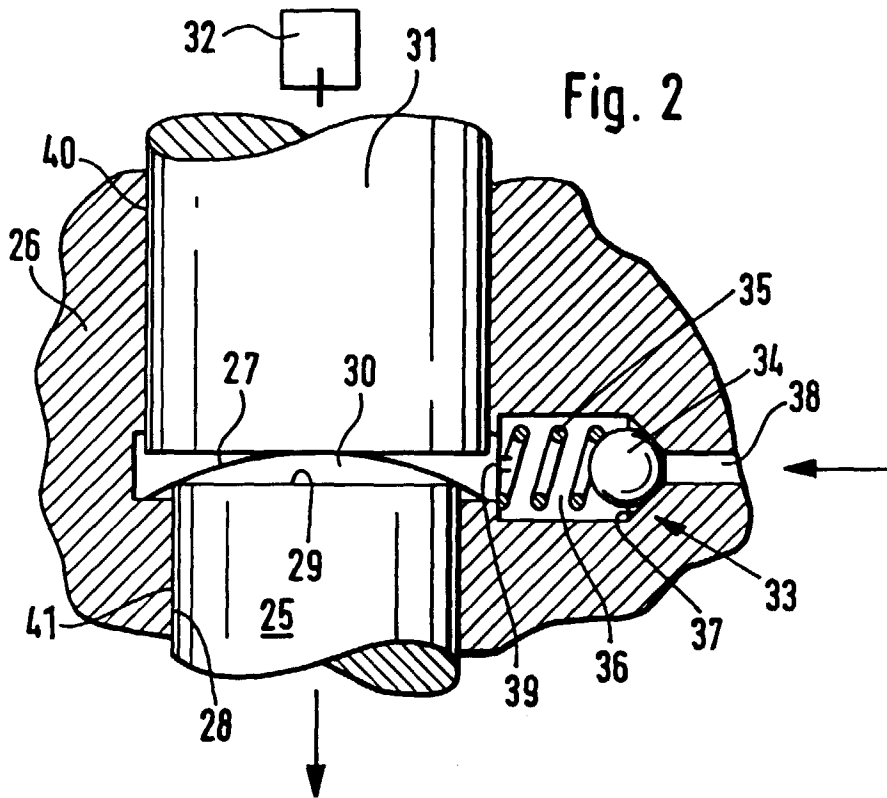
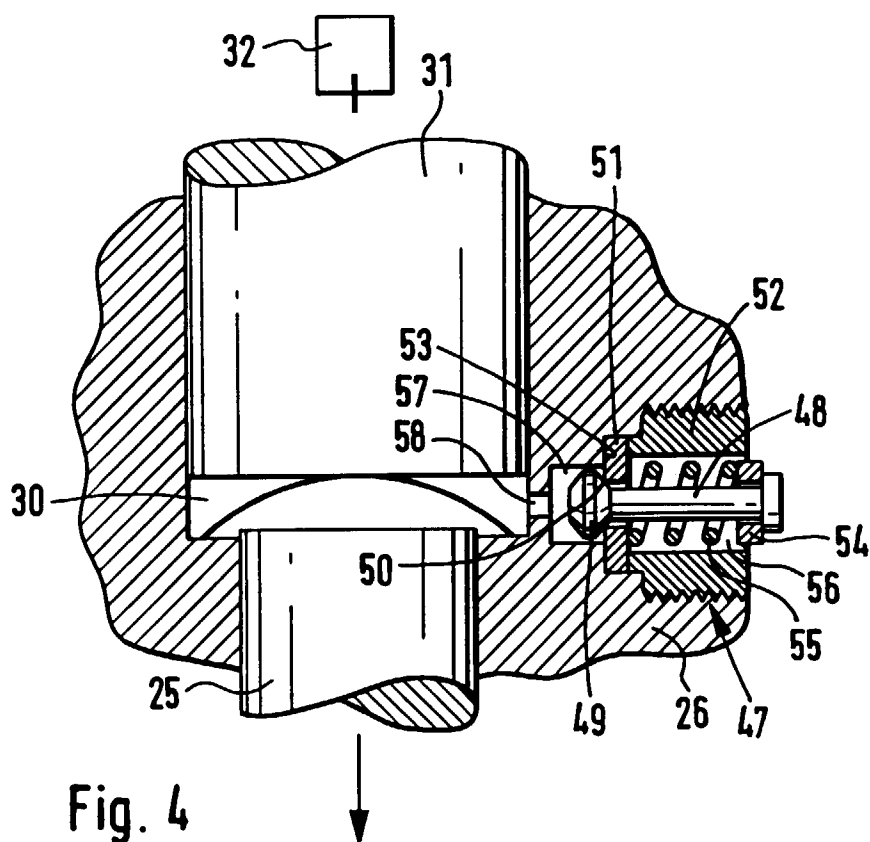


Fig. 1







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 11 1310

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	US 3 919 989 A (JARRETT BOAZ ANTONY ET AL) 18. November 1975 * Spalte 2, Zeile 53 - Zeile 60 * * Spalte 3, Zeile 29 - Zeile 66; Abbildung 2 *	1-4,6	F02M47/02 F16K31/00
X	US 4 167 373 A (JARRETT BOAZ A ET AL) 11. September 1979 * Spalte 1, Zeile 56 - Spalte 2, Zeile 11; Abbildung 1 *	1-4,6	
X	US 5 209 453 A (AOTA HIROYUKI ET AL) 11. Mai 1993 * Spalte 2, Zeile 28 - Spalte 8, Zeile 23; Abbildungen 1-5 *	1,3,4,6	
P,X	EP 0 816 670 A (SIEMENS AUTOMOTIVE CORP LP) 7. Januar 1998 * Spalte 2, Zeile 19 - Spalte 3, Zeile 26; Abbildung *	1-4,6	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F02M F16K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 12. Januar 1999	Prüfer Hakhverdi, M
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P4/C03)

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

EP 98 11 1310

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

12-01-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3919989 A	18-11-1975	GB 1470166 A	14-04-1977
		DE 2422775 A	28-11-1974
		FR 2228953 A	06-12-1974
		JP 50014922 A	17-02-1975
US 4167373 A	11-09-1979	GB 1470506 A	14-04-1977
		DE 2422941 A	28-11-1974
		FR 2228952 A	06-12-1974
		JP 1245265 C	25-12-1984
		JP 50014929 A	17-02-1975
		JP 59018546 B	27-04-1984
US 5209453 A	11-05-1993	JP 3163280 A	15-07-1991
EP 0816670 A	07-01-1998	US 5779149 A	14-07-1998

EPO FORM P0461

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