(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 947 690 A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
06.10.1999 Patentblatt 1999/40

(51) Int. Cl.[6]: **F02M 47/02**, F02M 59/46

(21) Anmeldenummer: **98123744.9**

(22) Anmeldetag: **14.12.1998**

(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: **28.03.1998 DE 19813983**

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

(72) Erfinder: **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 hydraulischen Übersetzer (25) zusammenarbeitet. Ein im Übersetzer (25) vorgesehener Druckraum (26) wird von zwei Kolben (28 und 29) und zwei diesen nachgeschalteten Membranen (34 und 35) abgedichtet. Zum Ausgleich von durch Druckeinwirkung auf den Übersetzer (25) entstehenden Flüssigkeitsverlusten in dem Druckraum (26) sind hinter den Kolben (28 und 29) vor den Membranen (34 und 35) Steuerräume (32 und 33) gebildet, die über je eine Drosselbohrung (36 bzw. 37) an eine Leckölbohrung (40) angeschlossen sind. Die Drosselbohrungen (36 und 37) haben in Entlastungsrichtung für den Steuerraum (32 bzw. 33) einen scharfkantigen und in Füllrichtung für den Steuerraum (32 bzw. 33) einen gerundeten Übergang, wodurch ständig ein Mindestdruck zur Wiederbefüllung des Druckraumes (26) zur Verfügung steht.

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

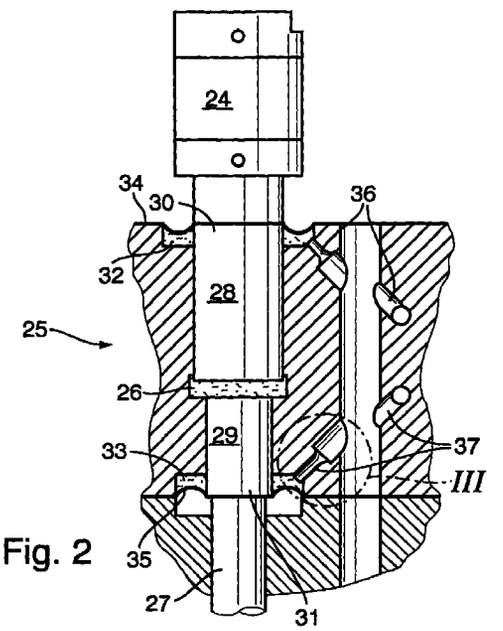

Fig. 2

EP 0 947 690 A2

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten gemaß der Gattung des Patentanspruches 1. Durch die EP 0 477 400 A1 ist ein solches Ventil bekannt, Dort ist der Betätigungskolben des Ventilgliedes 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 Raum eingespannt, derart, daß, wenn der größere Kolben durch den Aktor um eine bestimmte Wegstrecke bewegt wird, der Betätigungskolben des Ventilgliedes einen um das Übersetzungsverhältnis des Stufenbohrungsdurchmesser vergrößerten Hub macht. Das Ventilglied, der Betätigungskolben, der im Durchmesser größere Kolben und der Piezoaktor liegen auf einer gemeinsamen Achse hintereinander.

[0002] Bei solchen Ventilen besteht das Problem, Längenänderungen des Piezoaktors, des Ventils oder des Ventilgehäuses durch den hydraulischen Kopplungsraum, der im folgenden kurz Druckraum genannt wird, auszugleichen. Da der Piezoaktor zum Öffnen des Ventils im Druckraum einen Druck erzeugt, führt dieser Druck auch zu einem Verlust an Druckraum-Flüssigkeit. Um ein Leerpumpen des Druckraumes zu verhindern, ist eine Wiederbefüllung notwendig. Einrichtungen, die dieses Problem lösen, sind zwar bereits bekannt, dabei ist aber weder ein Ventil zur Überwachung der Nachfüllung vorgesehen, noch ist ausgesagt, ob das Vorratsmittel nachlieferbar ist.

Vorteile der Erfindung

[0003] Das erfindungsgemäße Ventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruches 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß der Druckraum keinen Flüssigkeitsverlust erleidet. Eine nachteilige Längenänderung der Gesamteinrichtung ist damit vermieden, auch wenn der Piezoaktor, das Ventil oder das Gehäuse seine Länge zum Beispiel bei Erwärmung ändert. Des weiteren hat die Einrichtung einen einfachen Aufbau, und es ist eine sichere und zuverlässige Abdichtung geschaffen.

Zeichnung

[0004] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Figur 1 ein Kraftstoffeinspritzventil im Schnitt,
Figur 2 ein Ausführungsbeispiel eines hydraulischen Druckübersetzers mit Flüssigkeitsnachspeiseventil,
Figur 3 eine Einzelheit aus Figur 2 in vergrößertem Maßstab,
Figur 4 ein Diagramm der Hübe über der Zeit und
Figuren 5 bis 7 drei Diagramme über die Druckverläufe.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[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 Ventilgehäuse 1 auf, in dem in einer Längsbohrung 2 eine Ventilnadel 3 geführt ist. An ihrem einen Ende ist die Ventilnadel mit einer kegelförmigen Dichtfläche 4 versehen, die an der in den Brennraum ragenden Spitze 5 des Ventilgehäuses mit einem Sitz zusammenwirkt, von dem aus Einspritzöffnungen abführen, die in das Innere des Einspritzventils, hier den die Ventilnadel 3 umgebenden, unter Einspritzdruck stehendem Kraftstoff gefüllten Ringraum 7 führen und diesen 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 nicht weiter gezeigten Kraftstoffhochdruckspeicher Kraftstoff unter Einspritzdruck zugeführt wird. Dieser hohe Kraftstoffdruck wirkt auch in dem Druckraum 8 und dort auf eine Druckschulter 11, über die in bekannter Weise die Ventilnadel 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, fortwährend mit dem Kraftstoffhochdruckspeicher in Verbindung steht. Axial führt vom Steuerdruckraum 15 eine Drosselbohrung 19 ab zu einem Ventilsitz 20 eines Steuerventils 21. Mit dem Ventilsitz 20 wirkt ein Ventilglied 22 des Steuerventils 21 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 Ventilglied 22 in Schließrichtung belastende Druckfeder 23 angeordnet, die das Ventilglied 22 auf den Ventilsitz 20 hin beaufschlagt, so daß in Normalstellung des Steuerventils 21 diese Verbindung des Steuerdruckraumes 15 verschlossen ist. Da die stirnseitige Fläche der Ventilnadel 3 im Bereich des Steuerdruckraumes 15 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 Ventilglied 22 jedoch abgehoben, so

wird der Druck im über die Drosselverbindung 16 abgekoppelten Steuerdruckraum 15 entlastet. Bei der nun fehlenden Schließkraft öffnet die Ventilnadel 3 schnell und kann andererseits in Schließstellung gebracht werden, sobald das Ventilglied 22 wieder in Schließstellung kommt. Von diesem Zeitpunkt an baut sich dann schnell über die Drossel 16 der ursprüngliche hohe Kraftstoffdruck im Steuerdruckraum 15 wieder auf.

[0007] Wie die Figur 2 erkennen läßt, hat das erfindungsgemäße Ventil als Betätiger einen Piezoaktor 24, der über einen hydraulischen Übersetzer 25 mit einem hydraulischen Druckraum 26 an einem Schaft 27 des Ventilgliedes 22 angreift. Der Druckraum 26 wird einerseits von einem Kolben 28 des Piezoaktors 24 begrenzt, andererseits hat er einen Kolben 29 als bewegliche Wand, der mit dem Ventilgliedschaft 27 in Verbindung steht.

[0008] Vom Druckraum 26 aus gesehen ist auf der Rückseite 30 bzw. 31 jedes Kolbens 28 bzw. 29 ein Steuerraum 32 bzw. 33 gebildet, der aktor- bzw. ventilseitig von einer Membran 34 bzw. 35 dicht abgeschlossen ist. Der Druckraum 26 steht bei der Arbeit des Einspritzventils unter hohem Druck, der über die Kolbenführungen der beiden Kolben 28 und 29 einen geringen Leckölstrom in die Steuerräume 32 und 33 bewirkt. Dadurch sind diese Steuerräume 32 und 33 mit Lecköl gefüllt, das aber dem Druckraum 26 wieder zugeführt werden muß, um den hydraulischen Übersetzer 25 auf konstanter Länge zu halten.

[0009] An jeden Steuerraum 32 bzw. 33 ist eine an ihrem anderen Ende mit einer Kugel verschlossene Drosselbohrung 36 bzw. 37 angeschlossen. Die Drosselbohrungen 36 und 37 haben über eine Leckölbohrung 40 Verbindung zu einer nicht dargestellten Niederdruckquelle. Jede Drosselbohrung 36 bzw. 37 ist in Entlastungsrichtung mit einem scharfkantigen Übergang 38 und in Füllrichtung mit einem gerundeten Übergang 39 versehen. Durch diese Maßnahme wird erreicht, daß ein Flüssigkeitsstrom, der eingangsseitig auf den scharfkantigen Übergang 38 trifft, stärker gedrosselt wird als ein Flüssigkeitsstrom, der im Rückfluß über den gerundeten Übergang 39 fließt, was bedeutet, daß ein Abfluß aus den Steuerräumen 32 und 33 mehr behindert wird als ein der Wiederbefüllung des Druckraumes 26 dienender Zufluß.

Wirkungsweise

[0010] In den beiden Steuerräumen 32 und 33 wird beim Hub der Kolben 28 und 29 über die Restflächen der Membranen 34 und 35 ein Gegendruck erzeugt. Beim Öffnen des Einspritzventils wirkt der Steuerraum 32, und beim Schließen des Einspritzventils wirkt der Steuerraum 33. Gleichzeitig werden in umgekehrter Arbeitsweise die Steuerräume 32 und 33 über die Drosselbohrungen 36 und 37 wieder befüllt. Über die lichte Weite des Drosselbohrungen 36 und 37 sowie über eine entsprechende Auslegung der scharfkantigen bzw. gerundeten Übergänge 38 und 39 kann in den Steuerräumen 32 und 33 der richtige Druck eingestellt werden, der gewährleistet, daß jeweils ein zum Wiederbefüllen des Druckraumes 26 ausreichender Mindestdruck zur Verfügung steht. Damit ist ein gleichbleibendes Volumen in dem Druckraum 26 sichergestellt, womit auch gewährleistet ist, daß beispielsweise durch Erwärmung auftretende Längeveränderungen ausgeglichen werden. Die Figuren 4 bis 7 zeigen zusammenhängende Diagramme, bei denen auf der Abzisse jeweils die Zeit aufgetragen ist Und diese Zeitwerte sind mit gestrichelten Linien über die Gesamtdarstellung der Figuren 4 bis 7 vergleichend dargestellt.

[0011] In dem Diagramm nach der Figur 4 sind auf der Ordinaten die Hübe des Piezoaktors 24 und des Ventil-Kolbens 29 aufgetragen. Der Piezoaktor-Hub ist kleiner, er erzeugt abhängig von der Übersetzung den größeren Ventilhub.

[0012] Die Figur 5 zeigt anhand einer Druck-Kurve 41 einen anfänglichen großen Druck im Steuerraum 32, der mit dem Piezohub beginnt und dann mit der Bewegung des Ventilkolbens 29 abfällt. Wird der Piezo abgeschaltet und ermöglicht somit einen Rückhub, entsteht bei 42 eine Druckabsenkung bis der Ventilkolben dem Piezo gefolgt ist. Über diese Druckänderung wird die Wiederbefüllung des Steuerraumes 32 durchgeführt.

[0013] Umgekehrte Verhältnisse herrschen dabei - wie das Diagramm nach der Figur 6 belegt - in dem Steuerraum 33. Dort verläuft eine Druckkurve 43 zunächst in ein Tal 44, wo eine Befüllung des Steuerraumes 33 durchgeführt wird. Anschließend folgt eine Druckspitze am Ende des Ventilhubes. Zum Schluß verläuft die Druckkurve 43 im Leckölniveau.

[0014] Schließlich ist in dem Diagramm nach der Figur 7 die Druckübersetzung des hydraulischen Übersetzers 25 dargestellt, die bei großen Hüben auf hohem Niveau liegt und nach der Schaltarbeit des Ventils ein niedrigeres Niveau erreicht.

[0015] Obwohl beim Ausführungsbeispiel zwei Drosselbohrungen 36 und 37 und zwei Steuerräume 32 und 33 beschrieben sind, ist es auch denkbar, diese Einrichtungen nur auf einer Seite des Druckraumes 26 vorzusehen.

Bezugszahlenliste

[0016]

1	Ventilgehäuse
2	Längsbohrung
3	Ventilnadel
4	Dichtfläche
5	Spitze
6	-
7	Ringraum
8	Druckraum
9	-
10	Druckleitung

11	Druckschulter
12	Zylinderbohrung
13	-
14	Stirnseite
15	Steuerdruckraum
16	Drosselverbindung
17	Ringraum
18	-
19	Drosselbohrung
20	Ventilsitz
21	Steuerventil
22	Ventilglied
23	Druckfeder
24	Piezoaktor
25	hydraulischer Übersetzer
26	Druckraum
27	Schaft
28	Kolben
29	Kolben
30	Rückseite
31	Rückseite
32	Steuerraum
33	Steuerraum
34	Membran
35	Membran
36	Drosselbohrung
37	Drosselbohrung
38	Übergang
39	Übergang
40	Leckölbohrung
41	Druckkurve
42	Tal
43	Druckkurve
44	Tal

Patentansprüche

1. Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten mit einem über einen hydraulischen Übersetzer (25) betätigbaren Ventilglied (22), das von einer Druckfeder (23) in Schließrichtung auf seinen Ventilsitz (20) beaufschlagt ist, wobei der hydraulische Übersetzer (25) einen Druckraum (26) aufweist, der einerseits von einem Kolben (28) eines Piezoaktors (24) begrenzt wird, durch dessen Bewegung eine Druckveränderung im Druckraum (26) entsteht, die andererseits auf einen ebenfalls den Druckraum (26) begrenzenden Kolben (29) des Ventilgliedes (22) einwirkt, durch den das Ventilglied (22) gegen die Kraft der Druckfeder (23) in Öffnungsrichtung verstellbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Rückseite mindestens des einen Kolbens (28 bzw. 29) ein Steuerraum (32 bzw. 33) gebildet ist, der aktor- und/oder ventilseitig von einer Membran (34 bzw. 35) dicht abgeschlossen ist und der mit Leckö1 aus dem Druckraum (26) gefüllt ist, und daß in den Steuerraum (32 bzw. 33) eine Drosselbohrung (36 bzw. 37) einmündet, die an eine Niederdruckquelle angeschlossen ist,

2. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Drosselbohrung (36 bzw. 37) in Entlastungsrichtung einen scharfkantigen und in Füllrichtung einen gerundeten Übergang (38 und 39) aufweist.

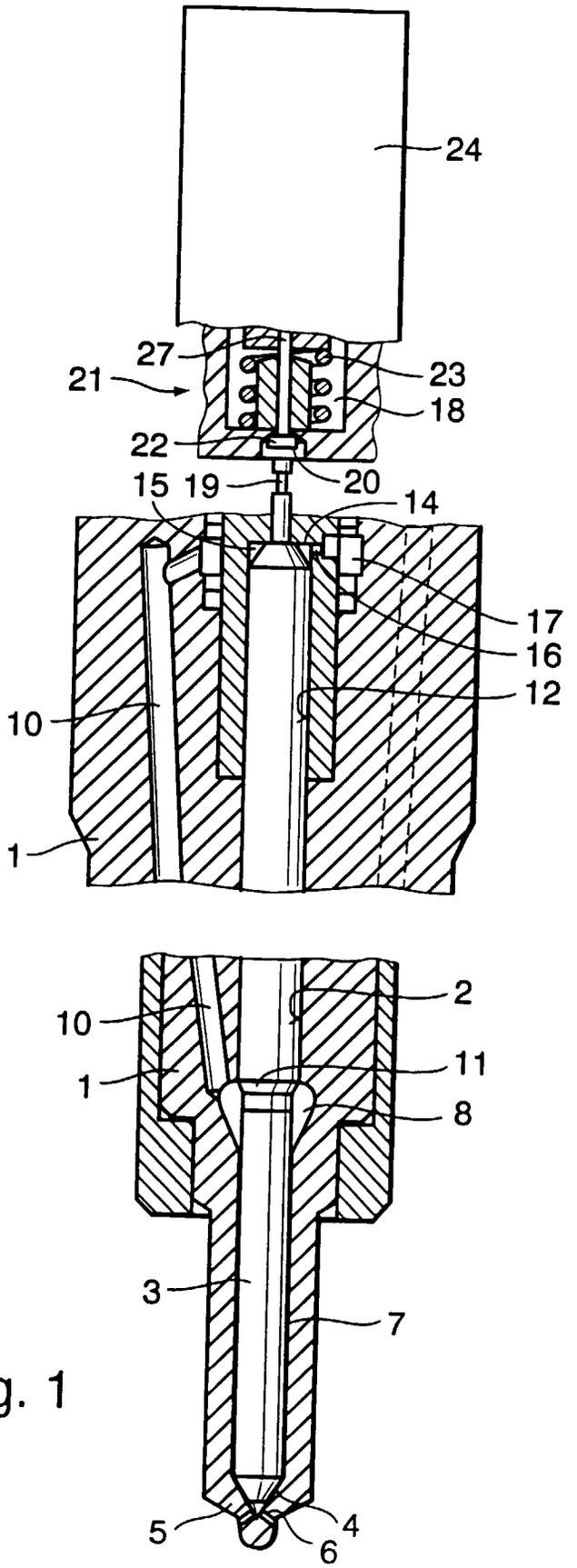

Fig. 1

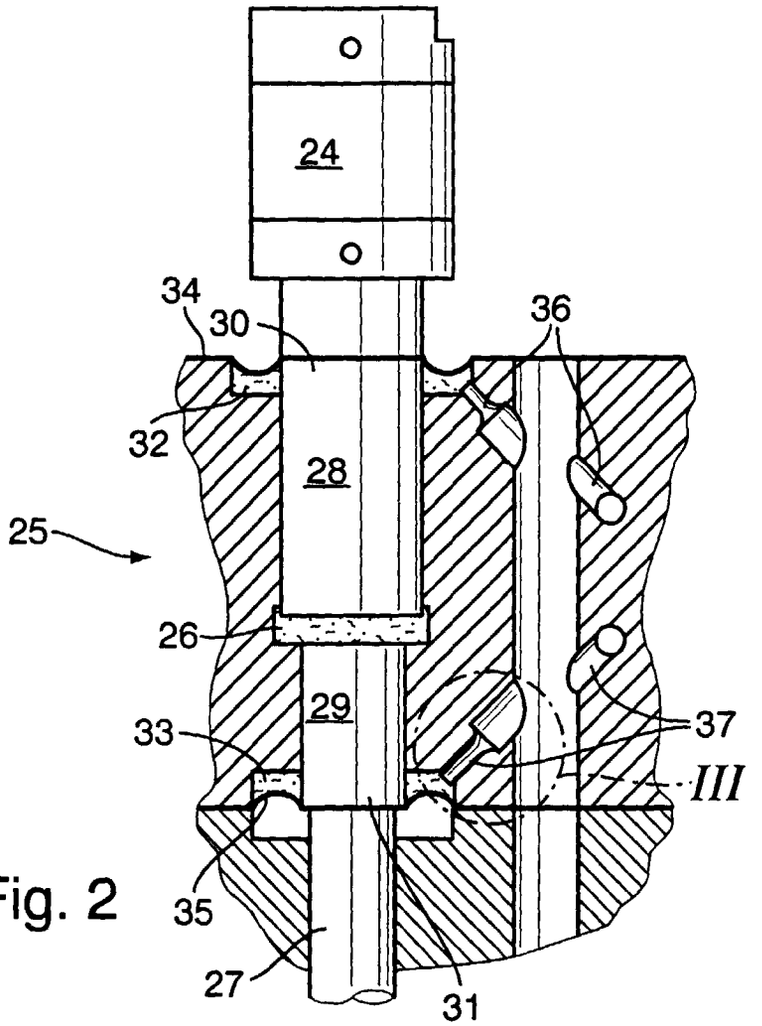

Fig. 2

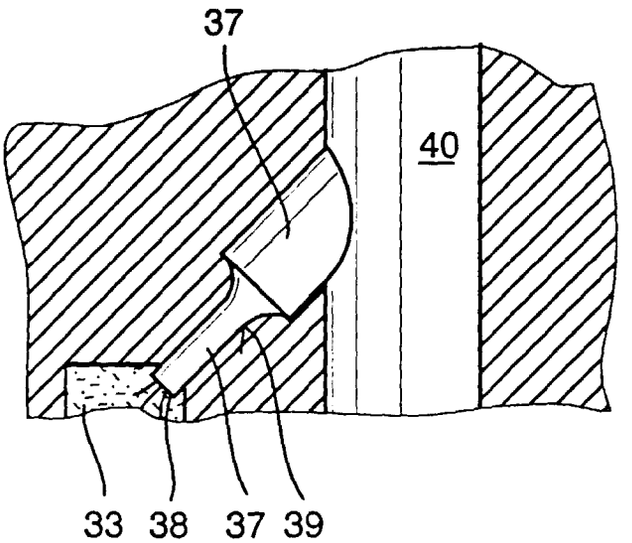

Fig. 3

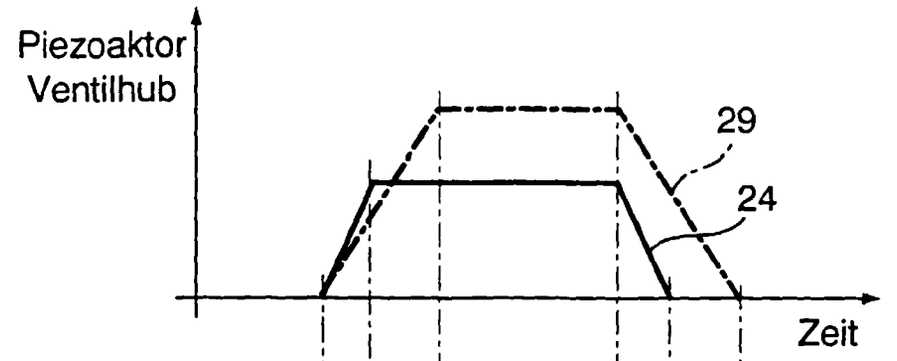

Fig. 4

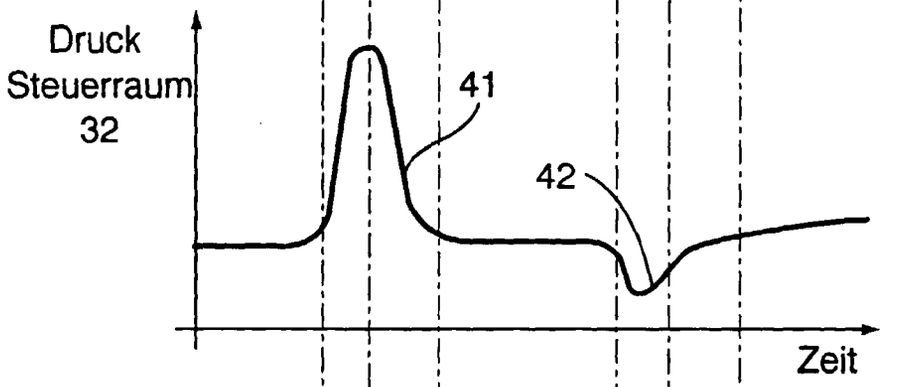

Fig. 5

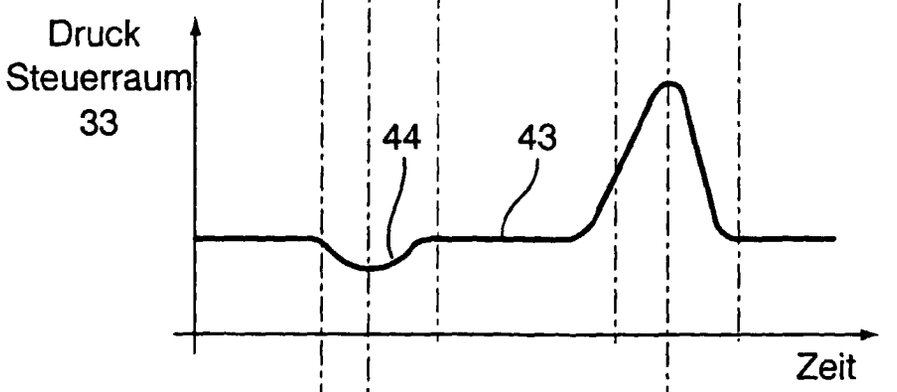

Fig. 6

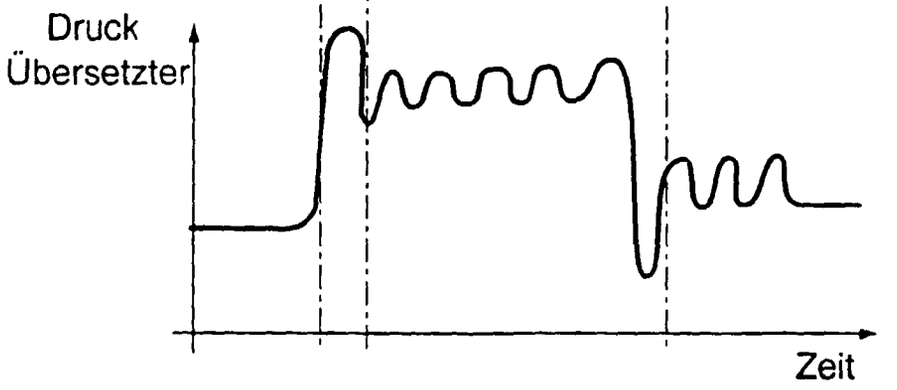

Fig. 7