



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 416 152 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
06.05.2004 Patentblatt 2004/19

(51) Int Cl.7: **F02M 57/02**, F02M 61/04,
F02M 47/02, F02M 59/46,
F02M 61/12, F02M 61/16

(21) Anmeldenummer: **03021080.1**

(22) Anmeldetag: **18.09.2003**

(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 RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK

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

(72) Erfinder:
• **Stoecklein, Wolfgang**
70176 Stuttgart (DE)
• **Schmieder, Dietmar**
71706 Markgroeningen (DE)

(30) Priorität: **31.10.2002 DE 10250722**

(54) **Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten mit einer Druckmittelzuführung**

(57) Es wird ein Ventil (1) zum Steuern von Flüssigkeiten mit einer Druckmittelzuführung (2), mit einem Ventilelement (3) zum Steuern eines Drucks in einem Hochdruckbereich (4), mit einem Steuerelement zum Betätigen des Ventilelements (3) und mit einer Druckübersetzung, mittels welcher über die Druckmittelzuführung (2) zugeführtes Druckmittel von einem Zufuhrdruck auf einen Hochdruck komprimierbar ist, beschrieben. Die Druckübersetzung weist wenigstens einen längsbeweglichen in einem Ventilgehäuse (38) angeordneten Kolben (15) auf. Der Hochdruckbereich ist wenigstens teilweise von einem Düsenkörper (29) und einer darin längsbeweglich angeordneten Düsennadel (23), die Einspritzöffnungen (31) des Düsenkörpers (29) bei Anlage an einem Dichtsitz (30) abdichtet, begrenzt. Der Kolben (15) der Druck-übersetzungseinrichtung ist wenigstens bereichsweise längsbeweglich in der Düsennadel (23) geführt. Ein Teil des Hochdruckbereichs (4) ist zusätzlich im Inneren der Düsennadel (23) von der Düsennadel (23) und dem in der Düsennadel geführten Kolben (15) begrenzt (Figur 1).

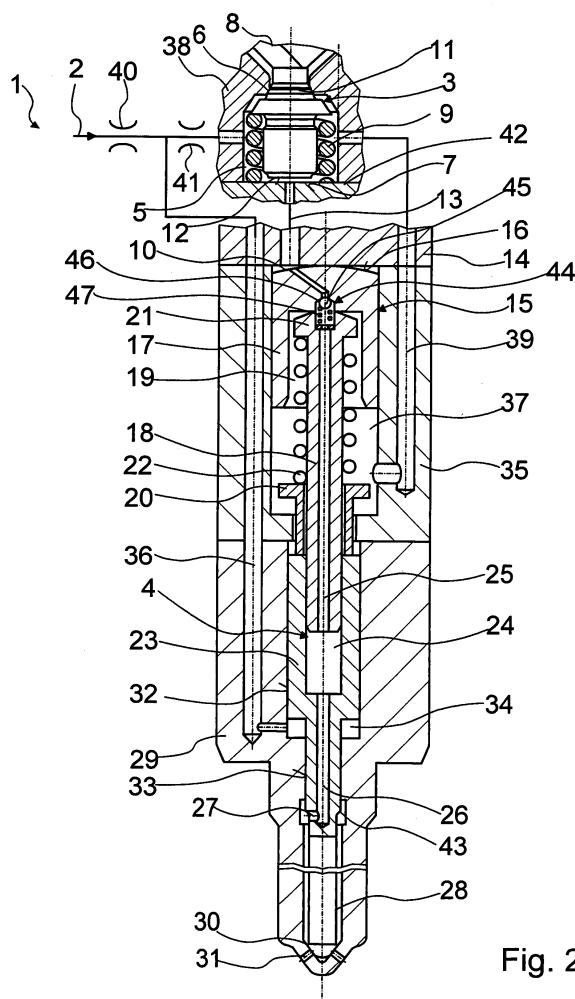


Fig. 2

EP 1 416 152 A1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten mit einer Druckmittelzuführung gemäß der im Oberbegriff des Patentanspruches 1 näher definierten Art.

[0002] Ventile der einleitend genannten Art sind aus der Praxis bekannt und weisen eine Druckübersetzung zum Verdichten von Kraftstoff von einem Zufuhrdruck auf einen Einspritzdruck auf. Die Druckübersetzung ist dabei mit druckübersetzten Kammern ausgeführt, die mit weiteren Komponenten zur Druckübersetzung und zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine kombiniert sind. Dazu wird einem Ventil von einem Druckmittelspeicher oder einer Druckmittelquelle, insbesondere einem Common-Rail-Bereich, Kraftstoff mit einem Zufuhrdruck bzw. einem Rail-Druck über eine Druckmittelzuführung zugeführt. Mittels der Druckübersetzung wird der mit Zufuhrdruck zugeführte Kraftstoff auf einen Hochdruck verdichtet und bei geöffnetem Ventil mit dem Hochdruck in den Brennraum einer Brennkraftmaschine eingespritzt.

[0003] Die Druckübersetzung weist ein Kolbensystem auf, welches über ein Steuerventil ansteuerbar ist und mit dem bedarfsweise der Hochdruck bzw. Einspritzdruck erzeugt wird. Der Hochdruck liegt im Bereich einer Einspritzdüse des Ventiles an. Eine Ansteuerung des Steuerventiles erfolgt vorzugsweise über einen piezoelektrischen Aktuator, welcher einen Teil einer Aktuatorik des Ventiles darstellt.

[0004] Die Einspritzdüse und die Druckübersetzung des Ventils sind räumlich voneinander getrennt und müssen über Bohrungen und Kanäle im Ventilgehäuse miteinander verbunden werden, um den unter Hochdruck stehenden Kraftstoff von der Druckübersetzung zur Einspritzdüse führen zu können. Die Bohrungen und Kanäle werden phasenweise mit dem auf Hochdruck verdichteten Kraftstoff beaufschlagt, so daß das Ventilgehäuse sowie weitere die Kanäle und Bohrungen aufweisende Bauteile des Ventiles hochfest ausgelegt werden müssen, was nachteilhafterweise höhere Bauteilwandstärken erfordert und darüber hinaus einen hohen Dichtaufwand zwischen einzelnen Bauteilen des Ventiles verursacht.

Vorteile der Erfindung

[0005] Das erfindungsgemäße Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 weist demgegenüber den Vorteil auf, daß auf die in der Praxis verwendeten Bohrungen und Kanäle zum Führen des auf Hochdruck bzw. Einspritzdruck verdichteten Kraftstoffs von einer Druckübersetzung in einen Bereich, von dem aus der Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine durch den Düsenkörper hindurch aus dem Ventil gespritzt wird,

weitestgehend verzichtet werden kann.

[0006] Dies wird dadurch erreicht, daß die Druckübersetzung des Ventiles, in welchem zugeführter Kraftstoff von einem Zufuhrdruck auf einen Hochdruck komprimiert wird, und der Bereich, der als Kraftstoffreservoir nahe den Einspritzöffnungen des Düsenkörpers angeordnet ist, räumlich nahe beieinander angeordnet sind und lange Verbindungswege im Ventil vermieden werden. Dies führt zu einer erheblichen Reduzierung des Volumens des Hochdruckbereiches des Ventiles, so daß der Dichtaufwand reduziert ist und nur wenig Bauteile des Ventiles gegenüber dem Hochdruck ausgeführt werden müssen.

[0007] Bei dem Ventil nach der Erfindung ist die Funktion der Einspritzdüse und die den Hochdruck erzeugende Druckübersetzung in einer konstruktiv kompakt ausgeführten Einheit kombiniert, so daß auch Leckverluste, welche sich negativ auf das Einspritzverhalten eines Ventils zum Steuern von Flüssigkeiten auswirken, minimiert sind.

[0008] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes nach der Erfindung sind der Beschreibung, der Zeichnung und den Patentansprüchen entnehmbar.

Zeichnung

[0009] Vier Ausführungsbeispiele des Gegenstandes nach der Erfindung sind in der Zeichnung schematisch vereinfacht dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0010] Es zeigen

Figur 1 eine schematische, ausschnittsweise Darstellung eines ersten Ausführungsbeispieles der Erfindung bei einem Common-Rail-Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen im Längsschnitt,

Figur 2 ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei ein Hochdruckbereich von einem Zwischendruckbereich durch ein Ventil getrennt ist,

Figur 3 ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei eine Position des Rückschlagventiles aus Figur 2 verändert ist, und

Figur 4 ein viertes Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei ein Hochdruckbereich des Ventils mit einem Nadelstauerraum des Ventils verbunden ist.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0011] Bezug nehmend auf Figur 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel eines Ventils 1 zum Steuern von Flüssigkeiten mit einer Druckmittelzuführung 2 und einem Ventilelement 3 zum Steuern eines Drucks in einem Hochdruckbereich 4 dargestellt. Das Ventilelement 3 ist in einem Stauerraum 5 angeordnet, der zwei mit dem Ventilelement 3 zusammenwirkende Ventilsitze 6, 7 hat. Bei Anlage des Ventilelementes 3 an dem ersten Ven-

tilsitz 6 ist der Steuerraum 5 von einem Niederdruckbereich 8 des Ventils 1 getrennt. Diese Stellung des Ventilelementes 3 ist in der Figur 1 dargestellt, wobei das Ventilelement 3 dann an dem ersten Ventilsitz 6 anliegt, wenn eine Betätigung des Ventilelementes 3 durch das als piezoelektrischer Aktuator ausgeführte Steuerelement unterbleibt und das Ventilelement 3 von einer Federkraft einer Feder 9 gegen den ersten Ventilsitz 6 gedrückt ist.

[0012] Das Steuerelement, welches beispielsweise auch als ein elektromagnetisches Antriebssystem ausgeführt sein kann, ist auf der dem Steuerraum 5 abgewandten Seite des ersten Ventilsitzes 6 angeordnet. Bei einer Bestromung des Steuerelementes wird das Ventilelement 3 von dem ersten Ventilsitz 6 abgehoben, wodurch der Steuerraum 5 mit dem Niederdruckbereich 8 verbunden wird. Des weiteren wird das Ventilelement 3 dichtend gegen den zweiten Ventilsitz 7 gedrückt, so daß der Steuerraum 5 von einem Ventilsteuerraum 10 getrennt ist. Da der Steuerraum 5 mit der Druckmittelzuführung 2 verbunden ist, ist der Ventilsteuerraum 10 bei Anlage des Ventilelementes 3 an dem zweiten Ventilsitz 7 ebenfalls von der Druckmittelzuführung 2 getrennt.

[0013] Der erste Ventilsitz 6 ist vorliegend als ein Kegelsitz ausgeführt, und die mit dem ersten Ventilsitz 6 zusammenwirkende Dichtfläche 11 des Ventilelementes 3 ist ballig bzw. kugelabschnittsförmig ausgeführt, so daß bei Anlage des Ventilelementes 3 an dem ersten Ventilsitz 6 zwischen dem ersten Ventilsitz 6 und der Dichtfläche 11 eine Linienberührung vorliegt.

[0014] Der zweite Ventilsitz 7 ist als ebene Fläche eines den Steuerraum 5 begrenzenden Bauteils 42 ausgeführt, welche mit einer ebenfalls ebenen Fläche bzw. Stirnfläche 12 des Ventilelementes 3 zusammenwirkt.

[0015] Durch diese Ausgestaltung der beiden Ventilsitze 6, 7 und der Dichtflächen 11, 12 des Ventilelementes 3 ist gewährleistet, daß ein fertigungsbedingter axialer Versatz des ersten Ventilsitzes 6 gegenüber einem den Steuerraum 5 und den Ventilsteuerraum 10 verbindenden Kanal 13 die Dichtwirkung des Ventilelementes 3 nicht beeinträchtigt. Des weiteren ist gewährleistet, daß bei einer in axialer Richtung des Ventils 1 erfolgenden Betätigung des Ventilelementes 3 ein Versatz des Ventilelementes 3 quer zur Bewegungsrichtung des Ventilelementes 3 zwischen den beiden Ventilsitzen 6 und 7 unterbleibt, so daß eine verzögerungsfreie Ansteuerung des Ventiles 1 sicher gegeben ist.

[0016] Der Ventilsteuerraum 10 ist von einer Ventilplatte 14 und einem Kolben 15 einer Druckübersetzung begrenzt, wobei der Kolben 15 mit seiner der Ventilplatte 14 zugewandten Stirnfläche 16 an der Ventilplatte 14 anliegt. Die Stirnfläche 16 des Kolbens 15 ist derart kugelförmig ausgeführt, daß der Kanal 13, welcher die Verbindung zwischen dem Ventilsteuerraum 10 und dem Steuerraum 5 darstellt, von dem Kolben 15 bei Anlage an der Ventilplatte 14 nicht verschlossen wird.

[0017] Der Kolben 15 ist vorliegend zweiteilig ausge-

führt und besteht aus einem ersten mit einem größeren Durchmesser ausgeführten Teilkolben 17 und einem zweiten mit einem kleineren Durchmesser ausgeführten Teilkolben 18. Der erste Teilkolben 17 ist mit einer mittigen Sacklochbohrung 19 ausgeführt, in welche der zweite Teilkolben 18 eingeführt ist. Des weiteren ist der zweite Teilkolben 18 in eine Distanzhülse 20 gesteckt, welche über eine zwischen einem Bund 21 des zweiten Teilkolbens 18 und der Distanzhülse 20 angeordnete zweite Feder 22 gegen eine Düsenadel 23 des Ventils 1 gedrückt ist.

[0018] Der Bund 21 ist an jenem Ende des zweiten Kolbens 18 ausgebildet, welches durch die zweite Feder 22 gegen den Boden der Sacklochbohrung 19 des ersten Teilkolbens 17 gedrückt ist. Mit seinem dem Bund 21 abgewandten Ende ist der zweite Teilkolben 18 in einer Führungsbohrung 24 der Düsenadel 23 axial beweglich geführt. Der zweite Teilkolben 18 ist mit einer mittigen Durchgangsbohrung 25 ausgebildet, welche an dem Ende des Bundes 21 von dem ersten Teilkolben 17 verschlossen ist und an dem dem ersten Teilkolben 17 abgewandten Ende des zweiten Teilkolbens 18 in die Führungsbohrung 24 mündet.

[0019] An die Führungsbohrung 24 schließt sich ein koaxial zu dieser in der Düsenadel 23 ausgebildeter Verbindungskanal 26 an, der über eine Stichbohrung 27 mit einem Ringraum 28 verbunden ist. Der Ringraum 28 ist von einem Düsenkörper 29 und der Düsenadel 23 begrenzt. An seinem dem zweiten Teilkolben 18 abgewandten Ende liegt die Düsenadel 23 an einem Dichtsitz 30 des Düsenkörpers 29 an, so daß mehrere über den Umfang des Düsenkörpers 29 verteilt angeordnete Einspritzöffnungen 31 des Düsenkörpers 29 von der Düsenadel 23 geschlossen sind.

[0020] Die Düsenadel 23 ist im Düsenkörper 29 über einen ersten Führungsbereich 32 und einen zweiten Führungsbereich 33 axial längs beweglich und dichtend geführt, wobei zwischen dem ersten Führungsbereich 32 und dem zweiten Führungsbereich 33 ein von der Düsenadel 23 und dem Düsenkörper 29 begrenzter Nadelsteuerraum 34 ausgebildet ist. Der Nadelsteuerraum 34 ist über eine in dem Düsenkörper 29, einem Ventilkörper 35 und der Ventilplatte 14 verlaufende Verbindungsleitung 36 mit der Druckmittelzuführung 2 verbunden.

[0021] Des weiteren ist der Nadelsteuerraum 34 über den ersten Führungsbereich 32 gegenüber einer Längsbohrung 37 des Ventilkörpers 35, in welcher der erste Teilkolben 17 und der zweite Teilkolben 18 angeordnet sind, abgedichtet. Zusätzlich ist der Nadelsteuerraum 34 über den zweiten Führungsbereich 33 gegenüber dem Ringraum 28 abgedichtet, wobei in Abhängigkeit der vorliegenden Druckverhältnisse in dem Ventil 1 Leckageströme von dem Nadelsteuerraum 34 in Richtung des Ringraumes 28 bzw. der Längsbohrung 37 oder in entgegengesetzter Richtung fließen.

[0022] Die Längsbohrung 37 des Ventilkörpers 35 ist über einen in dem Düsenkörper 35, der Ventilplatte 14

sowie einem Ventilgehäuse 38 verlaufenden weiteren Verbindungskanal 39 permanent mit dem Steuerraum 5 verbunden.

[0023] Die Verbindung zwischen der Druckmittelzuführung 2 und dem Steuerraum 5 ist mit einer Zulaufdrossel 40 und einer Ablaufdrossel 41 ausgeführt, wobei zwischen der Zulaufdrossel 40 und der Ablaufdrossel 41 die Verbindungsleitung 36 in Richtung des Nadelstauerraumes 34 abzweigt. Somit besteht die Möglichkeit, in Abhängigkeit der Drosselwirkung der Zulaufdrossel 40 und der Drosselwirkung der Ablaufdrossel 41 ein wenigstens annähernd konstantes Druckniveau der Druckmittelzuführung 2, welches vorliegend als Zufuhrdruck bezeichnet wird, auf ein definiertes Zwischendruckniveau einzustellen. Daraus resultiert, daß das Zwischendruckniveau der Verbindungsleitung 36 kleiner ist als der Zufuhrdruck der Druckmittelzuführung 2.

[0024] Ein Druck des Stauerraumes 5 stellt sich in Abhängigkeit der Drosselwirkung der Ablaufdrossel 41 ein, der wiederum kleiner als das Zwischendruckniveau ist. Daraus folgt, daß der Druck in dem Ventilstauerraum 10 und der Druck in der Längsbohrung 37 bei Anlage des Ventilelementes 3 an dem ersten Ventilsitz 6 gleich groß ist, wohingegen der Druck in dem Nadelstauerraum 34 aufgrund der Abzweigung der Verbindungsleitung 36 vor der Ablaufdrossel 41 größer als der Druck in dem Ventilstauerraum 10 ist.

[0025] Nachfolgend wird die Funktionsweise des in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiels bei einer Verwendung des erfindungsgemäßen Ventils bei einem Kraftstoffeinspritzventil 1 für Brennkraftmaschinen von Kraftfahrzeugen beschrieben, wobei das Kraftstoffeinspritzventil 1 in der vorliegenden Ausführung als ein Common-Rail-Injector ausgeführt ist.

[0026] Zur Einstellung eines Einspritzbeginns, einer Einspritzdauer und einer Einspritzmenge über Kraftverhältnisse in dem Kraftstoffeinspritzventil 1 wird das Ventilelement 3 über das als piezoelektrischer Aktuator ausgebildete Steuerelement angesteuert, welches auf der ventilstauerraum- und brennraumabgewandten Seite des Ventilelementes 3 angeordnet ist. Der nicht näher dargestellte piezoelektrische Aktuator ist in an sich bekannter Art und Weise aus mehreren keramischen Schichten aufgebaut und weist auf seiner dem Ventilelement 3 zugewandten Seite einen Aktuatorkopf und auf seiner dem Ventilelement 3 abgewandten Seite einen Aktuatorfuß auf, der sich an einer Wand des Ventilgehäuses 38 abstützt.

[0027] In der in der Figur 1 dargestellten Position des Ventilelementes 3 ist der Steuerraum 5 gegenüber dem Niederdruckbereich 8, in dem vorzugsweise ein Systemdruck zwischen 10 bar und 30 bar vorherrscht, geschlossen. Die Verbindung zwischen dem Steuerraum 5 und dem Ventilstauerraum 10 ist geöffnet, da das Ventilelement 3 durch die Feder 9 und den in dem Steuerraum 5 vorherrschenden Druck gegen den ersten Ventilsitz 6 gedrückt ist. In dieser Stellung des Ventilelementes 3 ist der piezoelektrische Aktuator nicht bestromt.

[0028] Da der Druck des Ventilstauerraumes 10 in etwa dem Druck in der Längsbohrung 37 entspricht und die Federkraft der zweiten Feder 22 und die Druck- sowie die Flächenverhältnisse des Nadelstauerraumes 34, des Ringraumes 28, des Kolbens 15 und der Düsen- nadel 23 aufeinander abgestimmt sind, ist das Kraftstoffeinspritzventil 1 geschlossen, und der Kolben 15 bzw. der erste Teilkolben 17 liegt mit seiner Stirnfläche 16 an der Ventilplatte 14 an.

[0029] In dem vorbeschriebenen Betriebszustand des Kraftstoffeinspritzventiles 1 weist der von dem Ringraum 28, der Stichbohrung 27, dem Verbindungskanal 26, der Führungsbohrung 24 und der Durchgangsbohrung 25 des zweiten Teilkolbens 18 begrenzte Hochdruckbereich 4 sein größtes Volumen auf. Der Hochdruckbereich 4 ist mit Kraftstoff befüllt, der in etwa das Druckniveau der Längsbohrung 37 aufweist. Dies resultiert aus der Tatsache, daß der zweite Teilkolben 18 über die zweite Feder 22 gegen den ersten Teilkolben 17 gedrückt ist, und bei Vorliegen eines Druckgefälles zwischen der Längsbohrung 37 und dem Hochdruckbereich 4 der Druck des Hochdruckbereiches 4 auf das Druckniveau der Längsbohrung 37 angehoben wird. Ist das Druckniveau des Hochdruckbereiches 4 größer als das Druckniveau der Längsbohrung 37, erfolgt im wesentlichen kein Druckausgleich, da der zweite Teilkolben 18 dann dichtend an dem ersten Teilkolben 17 anliegt.

[0030] Wird der piezoelektrische Aktuator bzw. dessen piezoelektrische Keramik bestromt, wird die Länge der piezoelektrischen Keramik aufgrund des piezoelektrischen Effektes vergrößert. Dadurch wird das Ventilelement 3 von dem ersten Ventilsitz 6 abgehoben und dichtend gegen den zweiten Ventilsitz 7 gepreßt. In dieser Position des Ventilelementes 3 ist die Druckmittelzuführung 2, der Nadelstauerraum 34 und die Längsbohrung 37 über den Steuerraum 5 mit dem Niederdruckbereich 8 verbunden. Gleichzeitig ist der Ventilstauerraum 10 aufgrund der Anlage des Ventilelementes 3 an dem zweiten Ventilsitz 7 gegenüber dem Steuerraum 5 verschlossen, so daß im Ventilstauerraum 10 nach wie vor in etwa das Druckniveau des Stauerraumes 5 vor dem Öffnen des ersten Ventilsitzes 6 vorliegt. Daraus resultiert ein Druckgefälle zwischen dem Ventilstauerraum 10 und der Längsbohrung 37.

[0031] Ein Flächenverhältnis zwischen der Stirnfläche 16 und auf der der Stirnfläche 16 des ersten Teilkolbens 17 abgewandten Seite ausgebildeten Wirkflächen des Kolbens 15 führt in Kombination mit dem Druckgefälle zwischen der Ventilsteuerung 10 und der Längsbohrung 37 zu einem Abheben des ersten Teilkolbens 17 von der Ventilplatte 14 in Richtung der Düsen- nadel 23. Daraus wiederum resultiert eine Verschiebung des zweiten Teilkolbens 18 in Richtung der Düsen- nadel 23, was zu einer Reduzierung des Volumens des Hochdruckbereiches 4 führt.

[0032] Zusätzlich führt das Abheben des Kolbens 15 von der Ventilplatte 14 zu einer zunehmenden Stau-

chung der zweiten Feder 22, wodurch eine auf die Düsennadel 23 wirkende Schließkraft erhöht wird. Der in dem Hochdruckbereich 4 befindliche Kraftstoff wird auf einen definierten Hochdruck verdichtet. Der Hochdruck liegt an einer weiteren Wirkfläche 43 der Düsennadel 23 an und führt zusammen mit dem Druck des Nadelsteuerraums 34, der ebenfalls in Öffnungsrichtung der Düsennadel 23 auf diese einwirkt, zum Öffnen des Ventils 1. Das heißt, daß ab Erreichen des definierten Hochdrucks in dem Hochdruckbereich 4 bzw. in dem Ringraum 28 die Düsennadel 23 von dem Dichtsitz 30 abgehoben wird. Dann wird der im Hochdruckbereich 4 bzw. im Ringraum 28 unter Hochdruck stehende Kraftstoff über die Einspritzöffnungen 31 in einen nicht näher dargestellten Brennraum einer Brennkraftmaschine gespritzt und der Hochdruck im Hochdruckbereich 4 abgebaut.

[0033] Um die Einspritzung definiert zu beenden, wird die Bestromung des piezoelektrischen Aktuators unterbrochen und die Längung der piezoelektrischen Keramik bildet sich zurück. Das Ventilelement 3 hebt von dem zweiten Ventilsitz 7 ab und wird dichtend gegen den ersten Ventilsitz 6 gedrückt. Das Druckniveau der Längsbohrung 37 erhöht sich derart, daß der Kolben 15 wieder gegen die Ventilplatte 14 gedrückt wird. Die Düsennadel 23 wird aufgrund der Kraftverhältnisse gegen den Dichtsitz 30 gedrückt. Der Nadelsteuerraum 34 wird über die Zulaufdrossel 40 und die Ablaufdrossel 41 entleert, wodurch ein schnelles Nadelschließen gewährleistet ist.

[0034] Durch die Anordnung der Zulaufdrossel 40 und der Ablaufdrossel 41 besteht die Möglichkeit, in Abhängigkeit der Drosselwirkung der beiden Drosseln 40, 41 einen Nadelhubverlauf so abzustimmen, daß die Düsennadel 23 unter hohem Druck bzw. Einspritzdruck mit definierter Geschwindigkeit öffnet und anschließend schnell schließt. Damit ist eine präzise Einspritzung mit einer exakt einstellbaren Einspritzmenge an Kraftstoff durchführbar.

[0035] Soll die Düsennadel 23 bei einer Einspritzung langsam öffnen, wird eine Zulaufdrossel mit hoher Drosselwirkung vorgesehen, wohingegen bei gewünschter hoher Öffnungsgeschwindigkeit eine Zulaufdrossel mit geringerer Drosselwirkung vorzusehen ist. Eine Schließgeschwindigkeit der Düsennadel wird im wesentlichen durch die Drosselwirkung beider Drosseln bestimmt, wobei eine zunehmende Drosselwirkung die Schließgeschwindigkeit reduziert.

[0036] Nach Beendigung der Einspritzung, d.h. wenn der Kolben 15 an der Ventilplatte 14 anliegt und die Düsennadel 23 dichtend gegen den Dichtsitz 30 gedrückt ist, liegt zwischen dem Hochdruckbereich 4 und der Längsbohrung 37 bzw. dem Steuerraum 5 ein derartiges Druckgefälle vor, daß ausgehend von der Längsbohrung 37 Kraftstoff zwischen dem ersten Teilkolben 17 und dem zweiten Teilkolben 18 über die Durchgangsbohrung 25 in den Hochdruckbereich 4 einströmt, bis das Druckgefälle im wesentlichen reduziert ist.

[0037] Mit der vorbeschriebenen konstruktiven Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Ventils ergibt sich eine Reduzierung des Volumens des Hochdruckbereiches des Kraftstoffeinspritzventils, wodurch vorteilhafterweise Festigkeitsproblemen entgegengewirkt wird. Die erhebliche Verkleinerung des Hochdruckbereichs 4 des Kraftstoffeinspritzventiles 1 nach der Erfindung im Vergleich zu aus der Praxis bekannten Einspritzventilen und der Umstand, daß dieser größtenteils in Bauteile integriert ist, welche im Inneren der Gehäuseteile des Ventiles angeordnet sind, erlaubt eine Reduzierung der Wandstärke der Gehäuseteile des Ventiles, woraus wiederum eine Bauraumersparnis resultiert.

[0038] Darüber hinaus weist das Kraftstoffeinspritzventil nach der Erfindung die Vorteile eines Kraftstoffeinspritzventiles mit Druckübersetzung auf, nämlich daß ein Zuführdruck wesentlich kleiner sein kann, als der erst im Ventil selbst erzeugte Einspritzdruck, wodurch eine Druckmittelzuführung nicht mit der gleichen Festigkeit ausgeführt werden muß wie das Druckübersetzungssystem selbst.

[0039] Die Figuren 2, 3 und 4 stellen drei weitere Ausführungsformen des Ventils nach der Erfindung dar. Dabei unterscheiden sich die in den Figuren 2, 3 und 4 dargestellten Ausführungsbeispiele von dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel jeweils nur in Teilbereichen, weshalb in der nachfolgenden Beschreibung und in den Figuren 2 bis 4 für baugleiche und für funktionsgleiche Bauteile dieselben Bezugszeichen verwendet werden.

[0040] Das in Figur 2 dargestellte Ausführungsbeispiel des Kraftstoffeinspritzventiles 1 unterscheidet sich von dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel des Kraftstoffeinspritzventiles 1 durch ein im Bereich der Anlagefläche zwischen dem ersten Teilkolben 17 und dem zweiten Teilkolben 18 angeordnetes Befüllventil 44, welches eine Befüllung des Hochdruckbereiches 4 mit Kraftstoff sicher gewährleisten soll. Die Befüllung soll selbst dann gewährleistet sein, falls ein theoretisch ausreichendes Druckgefälle zwischen dem Hochdruckbereich 4 und der Längsbohrung 37 des Ventilkörpers 35 nicht zu einer ausreichenden Befüllung des Hochdruckbereiches 4 ausgehend von der Längsbohrung 37 führen sollte. Das Befüllventil 44 öffnet ab einem bestimmten Druckgefälle zwischen dem Ventilsteuerraum 10 und dem Hochdruckbereich 4 und bleibt so lange geöffnet, bis ein Schließdruck in dem Hochdruckbereich 4 erreicht wird.

[0041] Während einer Einspritzung sperrt das vorliegend als Rückschlagventil ausgeführte Befüllventil 44 den Hochdruckbereich 4 gegenüber dem Ventilsteuerraum 10, so daß der vorbeschriebene Druckaufbau im Hochdruckbereich durch Verschieben des Kolbens 15 in Richtung der Düsennadel 23 sicher gewährleistet ist. Darüber hinaus ist der Hochdruckbereich 4 in der in Figur 1 beschriebenen Art und Weise gegenüber der Längsbohrung 37 abgedichtet. Die Dichtwirkung an der Berührungsstelle zwischen dem ersten Teilkolben 17

und dem zweiten Teilkolben 18 wird durch eine ausreichend hohe auf den zweiten Teilkolben 18 wirkende Anpreßkraft erzielt.

[0042] Alternativ hierzu kann das in Figur 2 dargestellte Ausführungsbeispiel des Kraftstoffeinspritzventils 1 nach der Erfindung dahingehend ausgeführt sein, daß der Kolben 15 ein einteiliger Stufenkolben ist. Das heißt, daß der erste Teilkolben 17 und der zweite Teilkolben 18 einstückig ausgeführt sind oder fest miteinander verbunden sind, wodurch eine Befüllung des Hochdruckbereiches ausgehend von der Längsbohrung des Ventilkörpers nicht vorgesehen ist und der Hochdruckbereich lediglich ausgehend von dem Ventilsteuerraum durch ein Öffnen und Schließen des Befüllventiles gesteuert wird.

[0043] Zur weiteren Funktionsweise des in Figur 2 dargestellten Kraftstoffeinspritzventils wird auf die Beschreibung des Kraftstoffeinspritzventils gemäß Figur 1 verwiesen, da diese bis auf die zusätzliche Befüllung des Hochdruckbereiches 4 über das Befüllventil 44 gleich ist.

[0044] Das in Figur 3 dargestellte Ausführungsbeispiel des Kraftstoffeinspritzventils 1 unterscheidet sich im wesentlichen von dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel dadurch, daß das Befüllventil 44 nicht an dem dem Anlagebereich zwischen dem ersten Teilkolben 17 und dem zweiten Teilkolben 18 zugewandten Ende des ersten Teilkolbens 17 angeordnet ist, sondern daß das Befüllventil 44 im Mündungsbereich der Durchgangsbohrung 25 in die Führungsbohrung 24 integriert ist. Diese Maßnahme führt dazu, daß das Volumen des Hochdruckbereiches 4 im Vergleich zu den Ausführungsbeispielen gemäß Figur 1 und Figur 2 reduziert ist, wodurch die vorbeschriebenen Vorteile des Kraftstoffeinspritzventils nach der Erfindung noch stärker zum Tragen kommen.

[0045] Ein Ventilschließglied 45 des als Rückschlagventil ausgeführten Befüllventiles 44 und eine das Ventilschließglied 45 gegen einen Ventildichtsitz 46 drückende Schließfeder 47 sind in der Durchgangsbohrung 25 angeordnet und durch eine an den zweiten Teilkolben 18 nach der Montage des Ventilschließgliedes 45 und der Schließfeder 47 angeschweißte Scheibe 48 positioniert. Die Scheibe 48 ist mit einer mittigen Bohrung 49 zum Führen von Kraftstoff in den Hochdruckbereich 4 versehen. Die Durchgangsbohrung 25 des zweiten Teilkolbens 18 ist im Bereich des Ventildichtsitzes 46 mit einer Durchmessereinschnürung versehen, wodurch auf das Befüllventil 44 einwirkende Druckschwankungen in der Längsbohrung 37 und damit auch in der Durchgangsbohrung 25 geglättet werden.

[0046] Die Funktionsweise des Kraftstoffeinspritzventils 1 gemäß der in Figur 3 dargestellten Ausführungsform entspricht im wesentlichen der Funktionsweise des in Figur 2 dargestellten Kraftstoffeinspritzventils, weshalb auf die Beschreibung der Funktionsweise des Kraftstoffeinspritzventils zu Figur 1 und 2 verwiesen wird.

[0047] In Figur 4 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des Kraftstoffeinspritzventils 1 dargestellt, dessen prinzipielle konstruktive Ausführung im wesentlichen dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 entspricht. Das Kraftstoffeinspritzventil gemäß Figur 4 ist jedoch ohne Verbindung zwischen der Druckmittelzuführung 2 und dem Nadelsteuerraum 34 sowie ohne die in den Figuren 1, 2 und 3 dargestellten Drosseln 40 und 41 ausgeführt.

[0048] Damit stellt das Kraftstoffeinspritzventil 1 gemäß Fig. 4 gegenüber den Ausführungsbeispielen gemäß Figur 1, 2 und 3 eine vereinfachte Ausführungsform dar, dessen Einspritzverhalten jedoch nicht in der differenzierten Art und Weise einstellbar ist, wie es bei den Ausführungsbeispielen der Figuren 1 bis 3 der Fall ist, die die Zulaufdrossel 40 und die Ablaufdrossel 41 aufweisen. Dies resultiert daraus, daß das Öffnungsverhalten des Kraftstoffeinspritzventils gemäß Figur 4 lediglich über eine Drosselwirkung eines Durchbruchs 50 beeinflussbar ist.

[0049] Der Durchbruch 50 ist in der Düsen-nadel 23 vorgesehen, um ein Zuführen bzw. ein Abführen von Kraftstoff in den Nadelsteuerraum 34 bzw. aus dem Nadelsteuerraum 34 heraus zu gewährleisten, und stellt eine Verbindung zwischen dem Nadelsteuerraum 34 und dem Hochdruckbereich 4 im Bereich des Verbindungskanals 26 her.

[0050] Gemäß der Darstellung in Figur 4 liegt das Ventilelement 3 am ersten Ventilsitz 6 und die Düsen-nadel 23 am Dichtsitz 30 an. Wird der erste Ventilsitz 6 von dem Ventilelement 3 freigegeben und der zweite Ventilsitz 7 von dem Ventilelement 3 verschlossen, wird der Kolben 15 in Richtung der Düsen-nadel 23 verschoben, wobei der im Hochdruckbereich 4 vorhandene Kraftstoff auf Hochdruck verdichtet wird. Gleichzeitig steigt der Druck im Nadelsteuerraum 34 entsprechend der Drosselwirkung des Durchbruchs 50 an. Erreicht der Druck des Hochdruckbereiches 4 den Öffnungsdruck bzw. den Einspritzdruck, hebt die Düsen-nadel 23 in Richtung der Ventilplatte 14 von dem Dichtsitz 30 ab, und der in dem Hochdruckbereich 4 bzw. in dem Ringraum 28 vorhandene Kraftstoff wird über die Einspritzöffnungen 31 in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine eingespritzt.

[0051] Zur Beendigung der Einspritzung wird das Ventilelement 3 wiederum an den ersten Ventilsitz 6 dichtend angelegt, wodurch der Kolben 15 in vorbeschriebener Art und Weise zurück an die Ventilplatte 14 verschoben wird. Gleichzeitig wird die Düsen-nadel 23 dichtend gegen den Dichtsitz 30 gedrückt, wobei sich das Volumen des Nadelsteuerraumes 34 verringert. Der überschüssige Kraftstoff des Nadelsteuerraumes 34 wird über den Durchbruch 50 in den Hochdruckbereich 4 gedrückt. Die Schließgeschwindigkeit der Düsen-nadel 23 ist daher von der Drosselwirkung des Durchbruchs 50 abhängig und über eine Veränderung der Drosselwirkung variierbar.

[0052] Der Hochdruckbereich 4 wird somit nach Beendigung der Einspritzung einerseits über die Längs-

bohrung 37 und zusätzlich mit überschüssigem Kraftstoff des Nadelstauerraums 34 über den Durchbruch 50 befüllt.

[0053] Selbstverständlich liegt es im Ermessen des Fachmannes, das Kraftstoffeinspritzventil gemäß der in Figur 4 dargestellten Ausführungsform mit einem Befüllventil in der in den Figuren 2 und 3 beschriebenen Art und Weise zu versehen. Dabei kann das Befüllventil in den in Figur 2 oder in Figur 3 dargestellten Positionen oder in beliebig dazwischen angeordneten Positionen vorgesehen sein.

Patentansprüche

1. Ventil (1) zum Steuern von Flüssigkeiten mit einer Druckmittelzuführung (2), mit einem Ventilelement (3) zum Steuern eines Drucks in einem Hochdruckbereich (4), mit einem Steuerelement zum Betätigen des Ventilelementes (3) und mit einer Druckübersetzung, mittels welcher über die Druckmittelzuführung (2) zugeführtes Druckmittel von einem Zuführdruck auf einen Hochdruck komprimierbar ist, wobei die Druckübersetzung wenigstens einen längsbeweglich in einem Ventilkörper (35) angeordneten Kolben (15) aufweist und der Hochdruckbereich (4) wenigstens teilweise von einem Düsenkörper (29) und einer darin längsbeweglich angeordneten Düsennadel (23), die Einspritzöffnungen (31) des Düsenkörpers (29) bei Anlage an einem Dichtsitz (30) abdichtet, begrenzt ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kolben (15) der Druckübersetzung wenigstens bereichsweise längsbeweglich in der Düsennadel (23) geführt ist und ein Teil des Hochdruckbereichs (4) zusätzlich im Inneren der Düsennadel (23) von dieser und dem in der Düsennadel (23) geführten Teil des Kolbens (15) begrenzt ist.
2. Ventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kolben (15) als Stufenkolben ausgeführt ist.
3. Ventil nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kolben (15) zweiteilig ausgeführt ist.
4. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwischen dem Kolben (15) und der Düsennadel (23) ein elastisches Element (22) angeordnet ist.
5. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Ventilelement (3) in einem Steuerraum (5) angeordnet ist, welcher zwei mit dem Ventilelement (3) zusammenwirkende Ventilsitze (6, 7) hat.
6. Ventil nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Steuerraum (5) jeweils mit der Druckmittelzuführung (2), einem Niederdruckbereich (8) und einem Ventilstauerraum verbunden ist, wobei die Verbindung des Stauerraumes (5) mit dem Niederdruckbereich (8) bei Anlage des Ventilelementes (3) an dem ersten Ventilsitz (6) geschlossen ist und die Verbindungen des Stauerraumes mit dem Ventilstauerraum (10) und mit der Druckmittelzuführung (3) geöffnet sind.
7. Ventil nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Verbindungen des Stauerraumes (5) mit dem Niederdruckbereich (8) und mit der Druckmittelzuführung (2) bei Anlage des Ventilelementes (3) an dem zweiten Ventilsitz (7) geöffnet sind und die Verbindung des Stauerraumes (5) mit dem Ventilstauerraum (10) geschlossen ist.
8. Ventil nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Ventilstauerraum (10) von einer dem Steuerraum (5) zugewandten Stirnfläche (16) des Kolbens (15), einer Ventilplatte (14) und dem Ventilkörper (35) begrenzt ist.
9. Ventil nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Ventilkörper (35) eine mit dem Steuerraum (5) verbundene Längsbohrung (37) aufweist, in welcher der Kolben (15) angeordnet ist.
10. Ventil nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Druckmittelzuführung (2) über den Steuerraum (5) mit der Längsbohrung (37) verbunden ist.
11. Ventil nach einem der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Verbindung zwischen dem Steuerraum (5) und der Druckmittelzuführung (2) mit einer Zulaufdrossel (40) versehen ist.
12. Ventil nach einem der Ansprüche 6 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Verbindung zwischen der Druckmittelzuführung (2) und dem Steuerraum (5) mit einer Ablaufdrossel (41) versehen ist.
13. Ventil nach einem der Ansprüche 5 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Steuerraum (5) über eine Verbindungsleitung (36) mit einem Nadelstauerraum (34) verbunden ist, wobei die Verbindungsleitung (36) von der Verbindung zwischen der Druckmittelzuführung (2) und dem Steuerraum (5) zwischen der Zulaufdrossel (40) und der Ablaufdrossel (41) in Richtung des Nadelstauerraumes (34) abzweigt.
14. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Hochdruckbereich (4) über einen Durchbruch (50) in der Düsennadel (23)

mit einem Nadelsteuerraum (34) verbunden ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

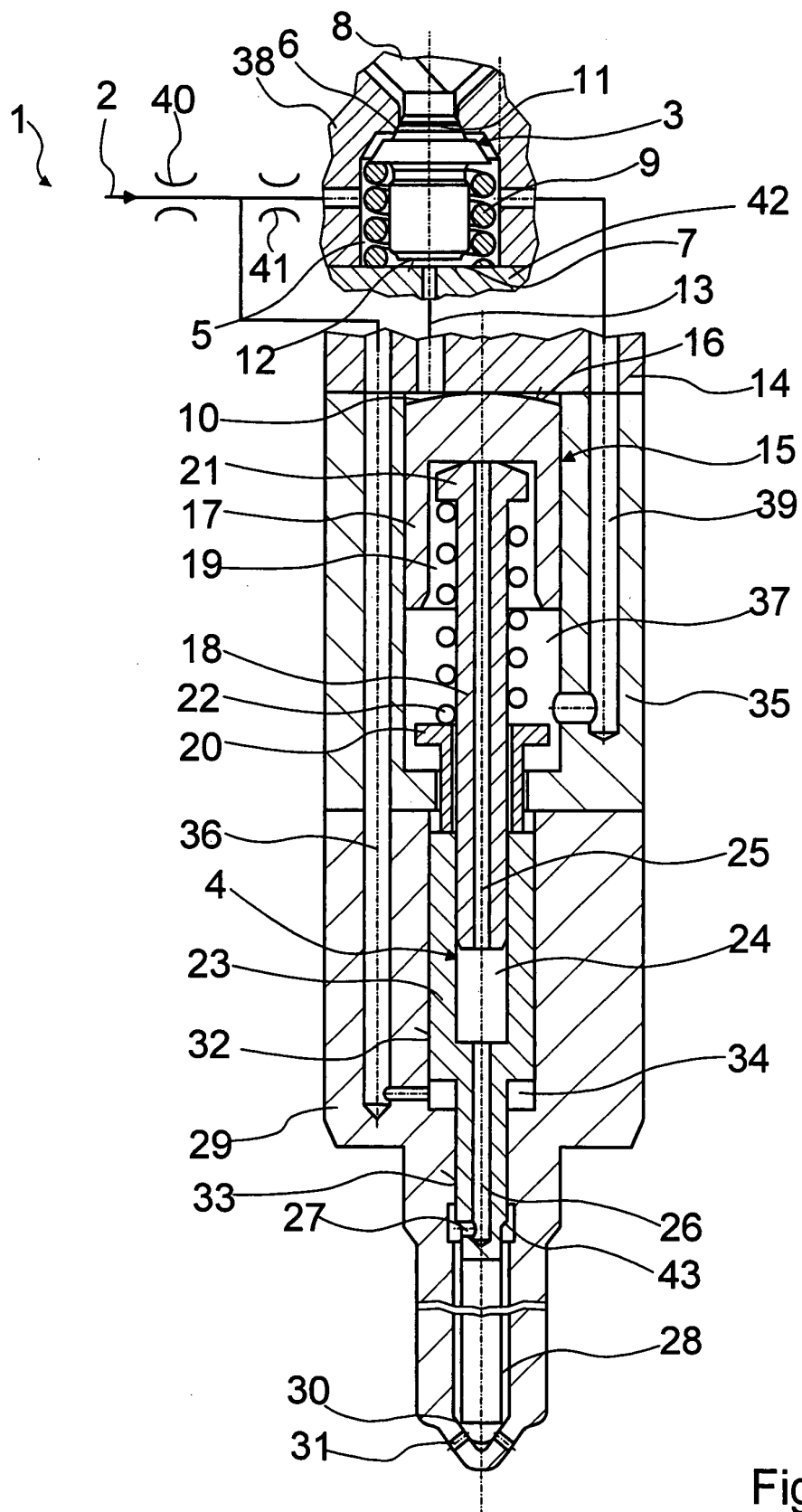
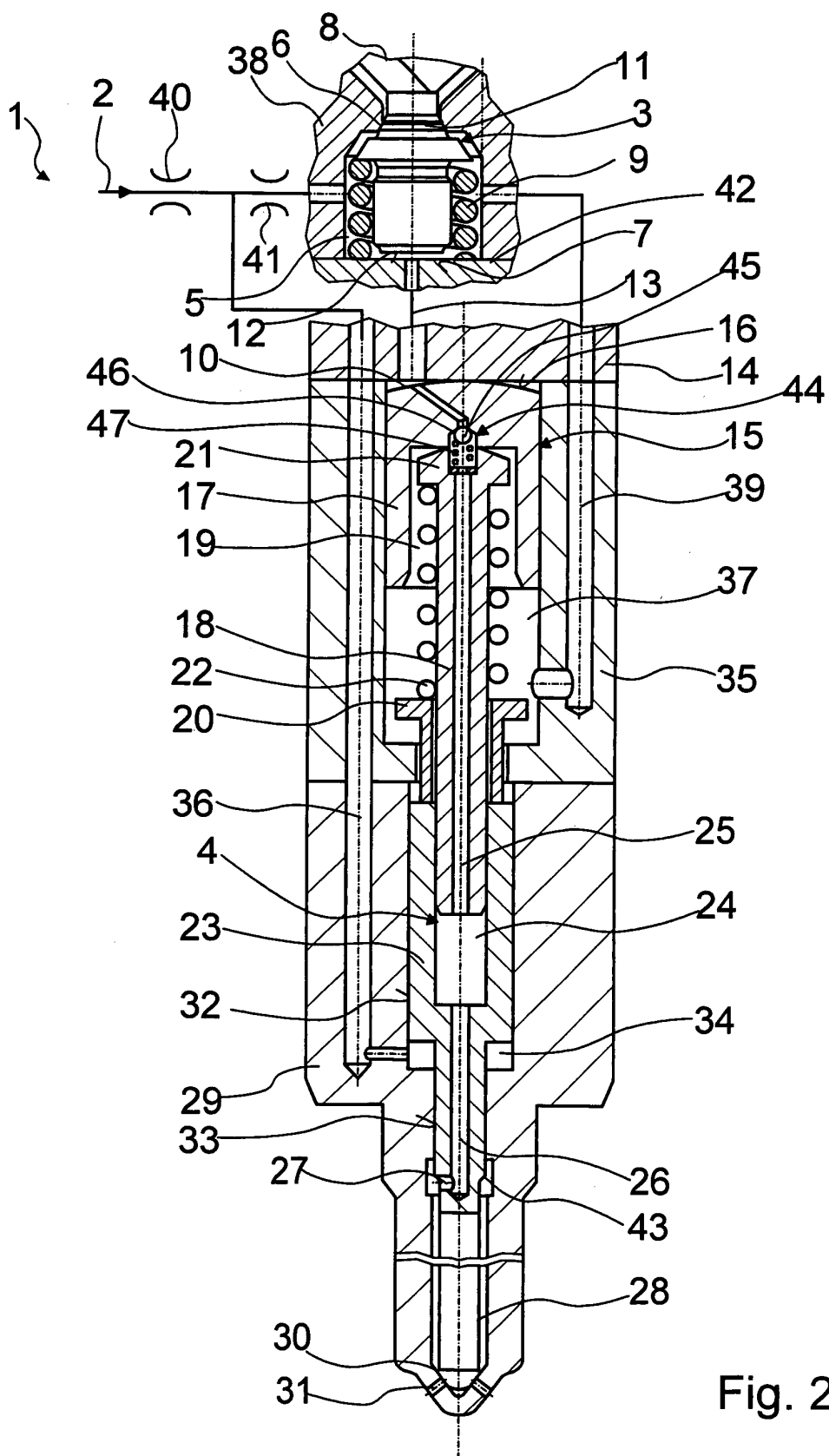


Fig. 1



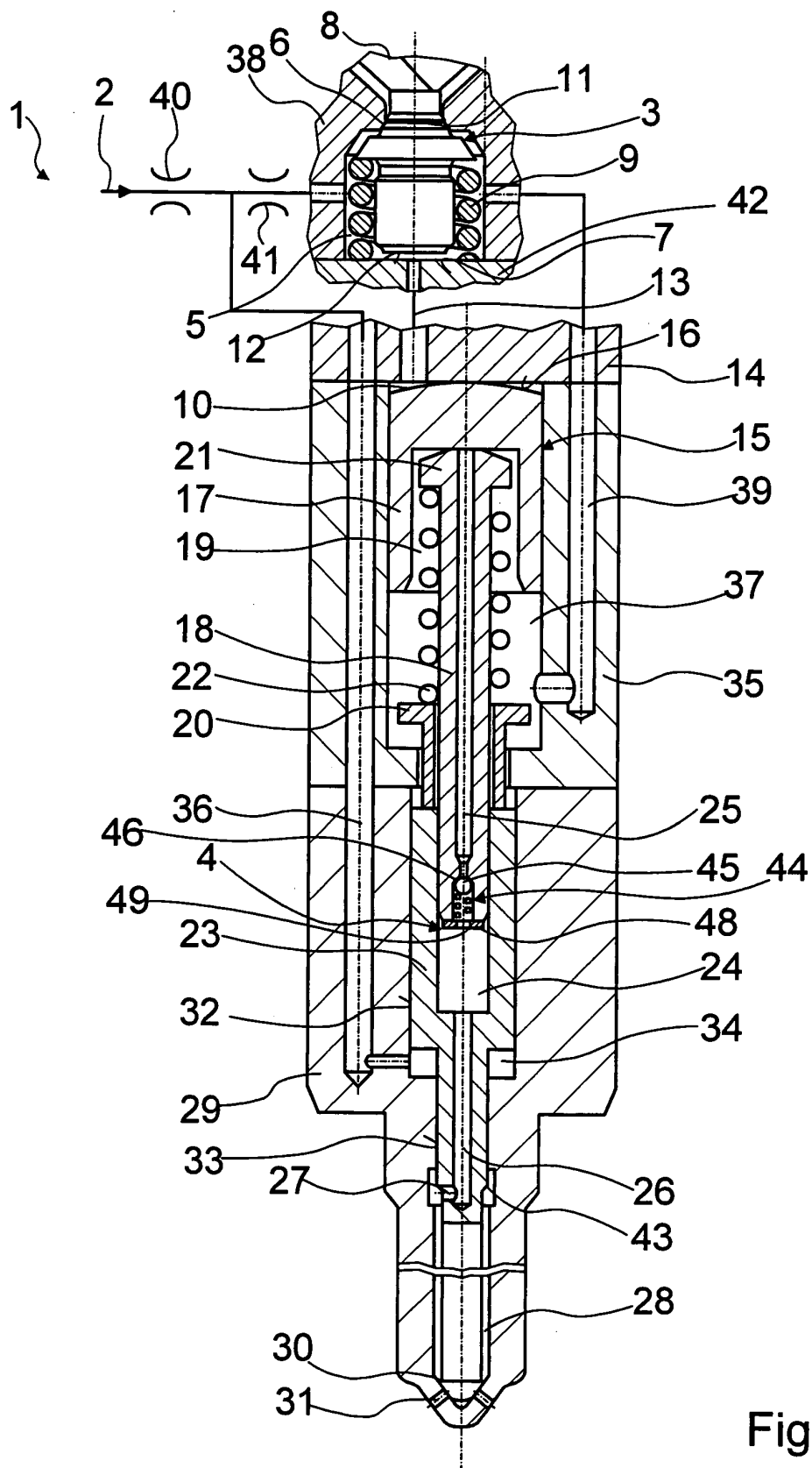


Fig. 3

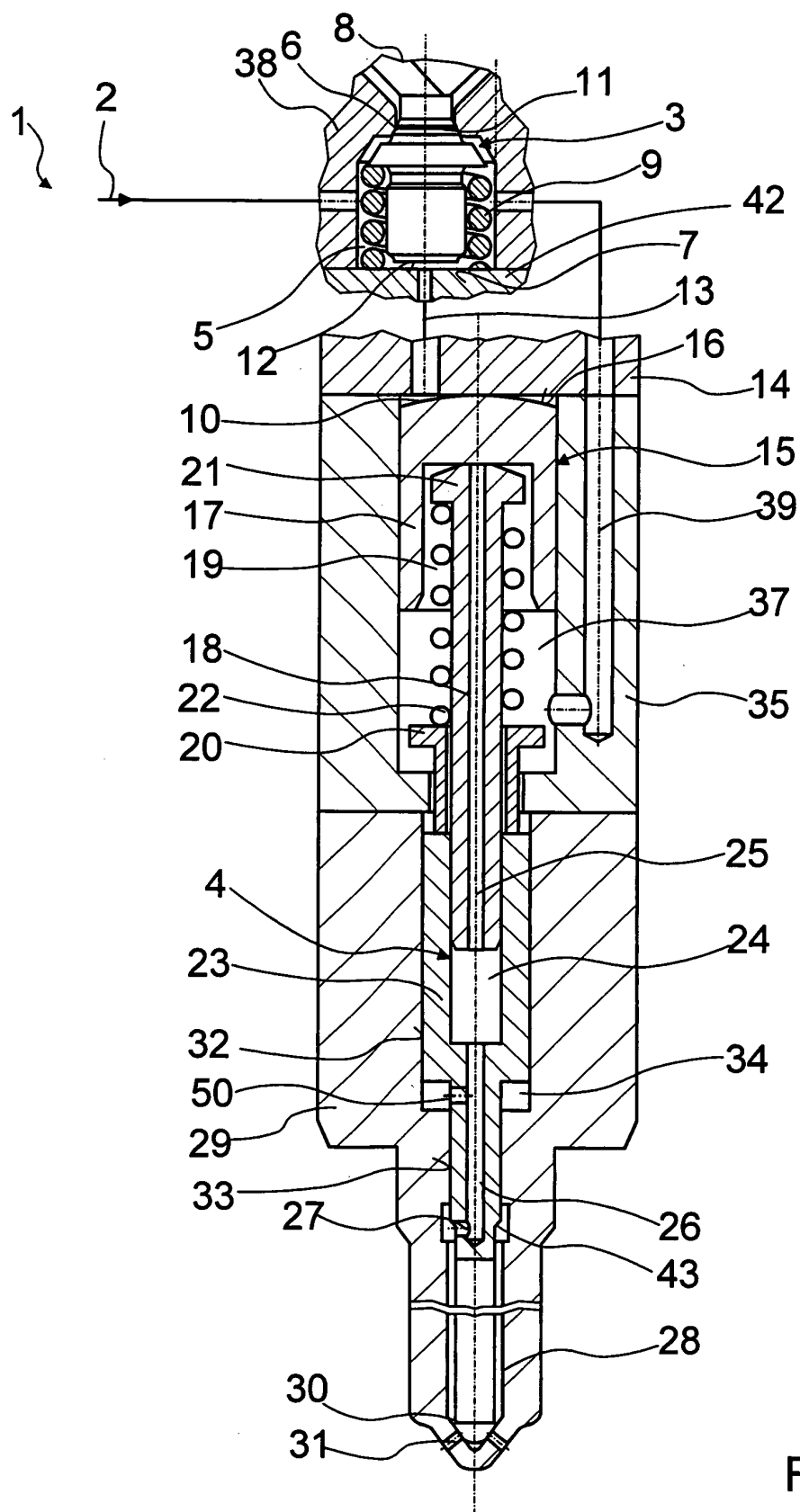


Fig. 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 02 1080

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	GB 2 118 624 A (BRITISH INTERNAL COMBUST ENG) 2. November 1983 (1983-11-02) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1	F02M57/02 F02M61/04 F02M47/02 F02M59/46
A	US 4 509 691 A (SKINNER ROBERT T J) 9. April 1985 (1985-04-09) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1	F02M61/12 F02M61/16
A	US 5 884 848 A (CROFTS JOHN D ET AL) 23. März 1999 (1999-03-23) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1	
A	US 6 454 189 B1 (KRISHNAMURTHY SUJAY R) 24. September 2002 (2002-09-24) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F02M
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 8. Januar 2004	Prüfer Boye, 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 : mündliche 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 (P04C03)

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

EP 03 02 1080

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.

08-01-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
GB 2118624	A	02-11-1983	KEINE		
US 4509691	A	09-04-1985	DE	3324608 A1	19-01-1984
			ES	8405478 A1	16-09-1984
			FR	2530293 A1	20-01-1984
			GB	2124299 A	15-02-1984
			IT	1163558 B	08-04-1987
			JP	59025074 A	08-02-1984
			DE	3337891 A1	26-04-1984
			ES	8406642 A1	01-11-1984
			FR	2534977 A1	27-04-1984
			GB	2128676 A ,B	02-05-1984
			IT	1167238 B	13-05-1987
			JP	4032948 B	01-06-1992
			JP	59087272 A	19-05-1984
			US	4537359 A	27-08-1985
US 5884848	A	23-03-1999	US	5979803 A	09-11-1999
US 6454189	B1	24-09-2002	DE	10129253 A1	07-03-2002

EPO FORM P0461

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