

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 640 604 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
29.03.2006 Patentblatt 2006/13

(51) Int Cl.:
F02M 63/00 (2006.01) **F02M 45/08** (2006.01)
F02M 47/02 (2006.01) **F02M 59/46** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05103812.3**

(22) Anmeldetag: **09.05.2005**

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

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

(72) Erfinder: **Dick, Jürgen
93164 Laaber (DE)**

(30) Priorität: **23.09.2004 DE 102004046191**

(54) Servoventil und Einspritzventil

(57) Einspritzventil mit einem Servoventil mit einem ersten Ventilkörper (64), der in einer Ausnehmung (62) des Ventilgehäuses angeordnet ist, sich in eine Ausnehmung (76) eines zweiten Ventilkörpers (70) hinein erstreckt und einen Schließkörper (68) hat, der in einer Schließstellung des ersten Ventilkörpers (64) dichtend an einem ersten Sitzbereich (66) anliegt, der in der Wandung der Ausnehmung (62) des Ventilgehäuses ausgebildet ist. Der erste Ventilkörper (64) ist so ausgebildet, dass Fluid durch die Ausnehmung (76) des zweiten Ventilkörpers (70) hin zu dem ersten Sitzbereich (66) strömen kann. Der zweite Ventilkörper (70) ist in der Ausnehmung (62) des Ventilgehäuses angeordnet und hat einen Schließkörper (74), der in einer Schließstellung des zweiten Ventilkörpers (70) dichtend an einem zweiten Sitzbereich (72) anliegt, der in der Wandung der Ausnehmung (62) des Ventilgehäuses ausgebildet ist. Ferner ist eine Dichthülse (102) vorgesehen, die einen freien Raum, der durch sie umschlossen wird und der mit der Ausnehmung (76) des zweiten Ventilkörpers (70) hydraulisch gekoppelt ist, von einem Bereich der Ausnehmung (62) des Ventilgehäuses außerhalb ihres radialen Umfangs hydraulisch entkoppelt.

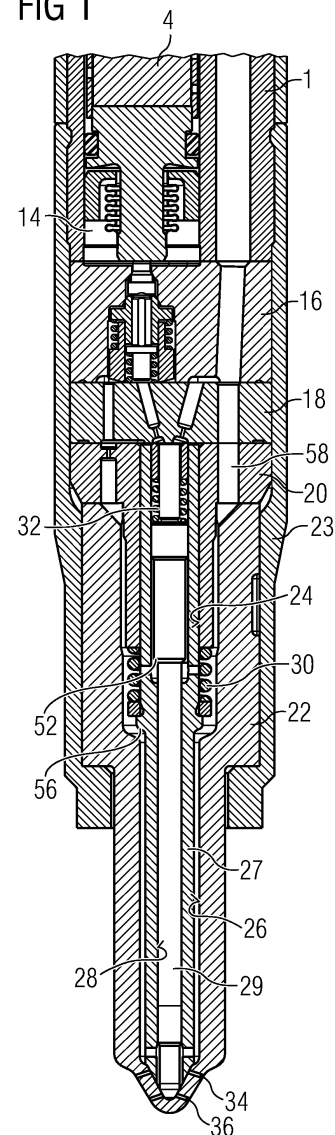
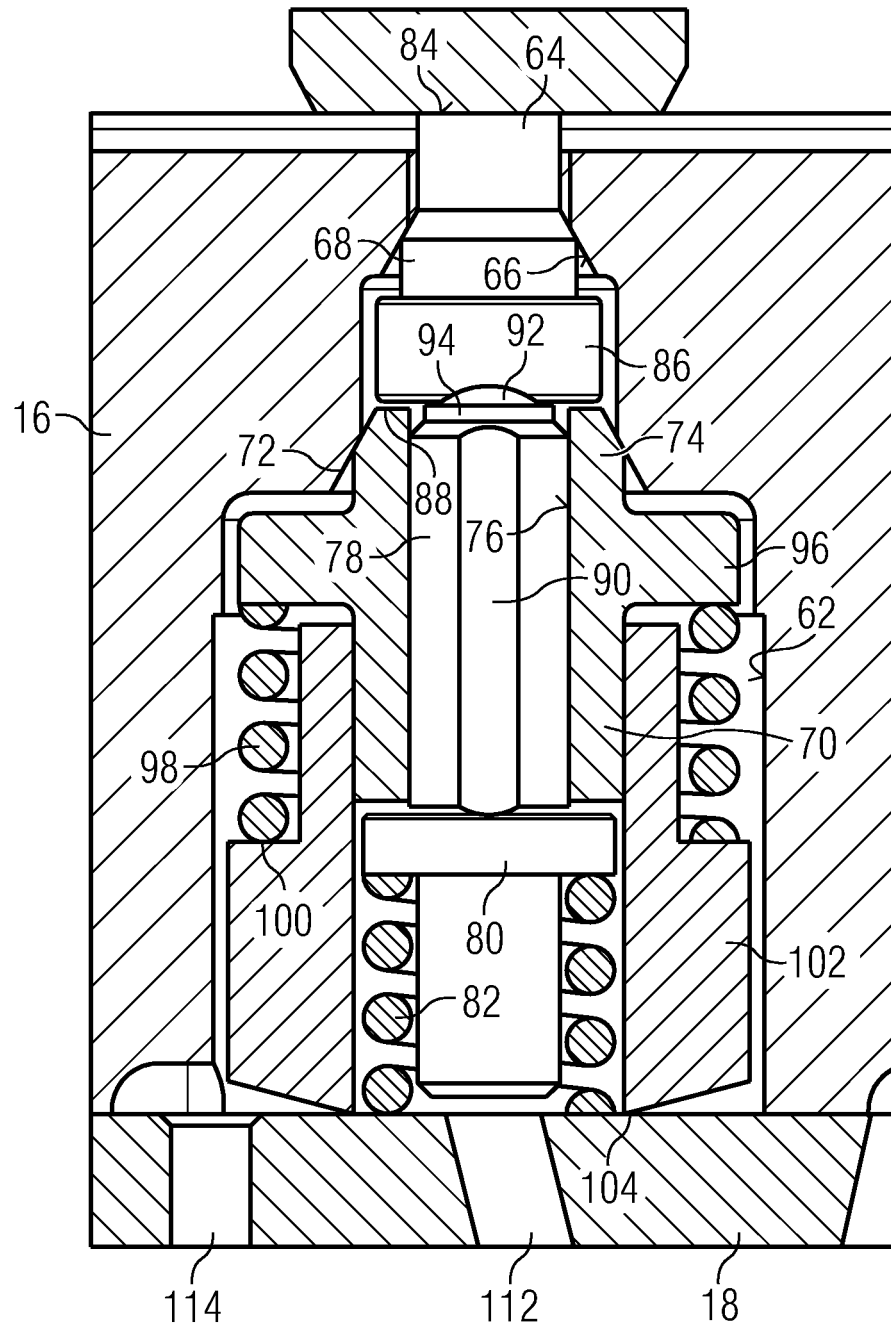
FIG 1**EP 1 640 604 A1**

FIG 3



Beschreibung

Servoventil und Einspritzventil

[0001] Die Erfindung betrifft ein Servoventil und ein Einspritzventil, das geeignet ist zum Zumessen von Fluid, insbesondere von Kraftstoff.

[0002] Immer strengere gesetzliche Vorschriften bezüglich der zulässigen Schadstoff-Emissionen von Brennkraftmaschinen, die in Kraftfahrzeugen angeordnet sind, machen es erforderlich, diverse Maßnahmen vorzunehmen, durch die die Schadstoff-Emissionen gesenkt werden. Ein Ansatzpunkt hierbei ist, die von der Brennkraftmaschine erzeugten Schadstoff-Emissionen zu senken. Ein anderer Ansatzpunkt ist, die von der Brennkraftmaschine erzeugten Emissionen mittels von Abgasnachbehandlungssystemen in unschädliche Stoffe umzuwandeln. Die Bildung von Ruß ist stark abhängig von der Aufbereitung des Luft/Kraftstoff-Gemisches in dem jeweiligen Zylinder der Brennkraftmaschine. Um eine entsprechend verbesserte Gemischaufbereitung zu erreichen, wird Kraftstoff zunehmend unter sehr hohem Druck zugemessen. Im Falle von Diesel-Brennkraftmaschinen betragen die Kraftstoffdrücke bis zu 2000 bar.

[0003] Ferner sind sogenannte Registerdüsen-Einspritzventile bekannt geworden mit zwei Einspritzdüsen-Kreisen und diesen zugeordneten ersten und zweiten Düsennadeln, mittels derer ein stufenweises Öffnen bzw. Schließen der einzelnen Einspritzdüsen-Kreise möglich ist. So ist aus der EP 0 978 649 A2 ein derartiges Ventil bekannt. Das Ventil hat ein Gehäuse, in dem ein als Piezo-Aktuator ausgebildeter Ventilantrieb und ein Düsenkörper angeordnet sind. Der Düsenkörper hat eine erste Reihe von Einspritzlöchern und axial beabstandet dazu eine zweite Reihe von Einspritzlöchern. In einer Ausnehmung des Düsenkörpers ist eine Düsennadel geführt, die in ihrer Schließposition den Kraftstofffluss sowohl durch die erste als auch die zweite Reihe von Einspritzlöchern unterbindet und in ihrer Offenposition zumindest den Kraftstofffluss durch die erste Reihe von Einspritzlöchern freigibt.

[0004] Die Düsennadel wirkt über einen Mitnehmermechanismus auf einen Einsatzkörper ein, der eine innere Düsennadel bildet. Die innere Düsennadel verhindert in ihrer Schließposition einen Kraftstofffluss durch die zweite Reihe von Einspritzlöchern und gibt in den sonstigen Positionen den Kraftstofffluss durch die zweite Reihe von Einspritzlöchern frei. Der Piezo-Aktuator wirkt über ein Servoventil auf die Düsennadel ein. Das Servoventil umfasst eine Ablaufbohrung, eine Ventilstange, ein Schließglied, eine Steuerkammer und einen Leckageraum. Durch ein entsprechend gesteuertes Ausdehnen des Piezo-Aktuators wird über die Schließstange das Schließglied von seinem Dichtsitz weggedrückt. Dies hat zur Folge, dass Kraftstoff aus der Steuerkammer abfließt. Durch das damit verbundene Sinken des Drucks in der Steuerkammer öffnet oder bewegt sich die Düsennadel von ihrer Schließposition hin zu ihrer Offenposition. Dies

hat zur Folge, dass sie zunächst die erste Reihe von Einspritzlöchern freigibt und mit sinkendem Druck in der Steuerkammer dann über den Mitnehmermechanismus die innere Düsennadel von ihrer Schließposition hin in ihre Offenposition bewegt wird und somit auch die zweite Reihe der Einspritzlöcher freigegeben wird. Die erste Reihe der Einspritzlöcher ist so ausgebildet, dass ihr Querschnitt deutlich geringer ist als der Querschnitt der Einspritzlöcher der zweiten Reihe. Dies hat zur Folge, dass der Kraftstoff, der durch die erste Reihe von Einspritzlöchern in den Brennraum der Brennkraftmaschine zugemessen wird, deutlich feiner zerstäubt wird. Dies ist insbesondere im Teillastbetrieb der Brennkraftmaschine von Vorteil, in dem eine geringere Kraftstoffmenge eingespritzt wird und durch den geringeren Durchmesser der Einspritzlöcher dann kleinere Kraftstofftropfen entstehen und somit die Rußbildung verringert wird. Durch den deutlich größeren Durchmesser der zweiten Reihe von Einspritzlöchern kann dann im Vollastbetrieb der Brennkraftmaschine gewährleistet werden, dass eine ausreichende Menge an Kraftstoff in den jeweiligen Brennraum des Zylinders zugemessen wird.

[0005] Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein Einspritzventil zu schaffen, das einfach ist und einfach ansteuerbar sein kann.

[0006] Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0007] Die Erfindung zeichnet sich gemäß eines ersten Aspekts aus durch ein Servoventil mit einem Ventilgehäuse, in dem eine Ausnehmung ausgebildet ist. Das Ventilgehäuse (oben einfügen) kann einstückig oder auch mehrstückig ausgebildet sein. Es kann insbesondere durch eine Ventilplatte und gegebenenfalls eine Zwischenplatte gebildet sein.

[0008] Ferner hat das Servoventil einen ersten Ventilkörper, der in der Ausnehmung des Ventilgehäuses angeordnet ist, sich in eine Ausnehmung eines zweiten Ventilkörpers hinein erstreckt und der einen Schließkörper hat. Der Schließkörper liegt in einer Schließstellung des ersten Ventilkörpers dichtend an einem ersten Sitzbereich an, der in der Wandung der Ausnehmung des Ventilgehäuses ausgebildet ist. Außerhalb der Schließstellung gibt der Schließkörper einen Bereich zwischen dem ersten Sitzbereich und dem Schließkörper des ersten Ventilkörpers frei. Der erste Ventilkörper ist so ausgebildet, dass Fluid durch die Ausnehmung des zweiten Ventilkörpers hin zu dem Bereich des ersten Sitzbereichs strömen kann. Ferner umfasst das Servoventil einen zweiten Ventilkörper, der in der Ausnehmung des Ventilgehäuses angeordnet ist und der einen Schließkörper hat, der in einer Schließstellung des zweiten Ventilkörpers dichtend an einem zweiten Sitzbereich anliegt, der in der Wandung der Ausnehmung des Ventilgehäuses ausgebildet ist, und der außerhalb der Schließstellung einen Bereich zwischen dem zweiten Sitzbereich und dem Schließkörper freigibt. Ferner ist

eine Dichthülse vorgesehen, die so ausgebildet und angeordnet ist, dass sie in der Schließstellung des zweiten Ventilkörpers einen freien Raum, der durch sie umschlossen wird und der mit der Ausnehmung des zweiten Ventilkörpers hydraulisch gekoppelt ist, von einem Bereich der Ausnehmung des Ventilgehäuses außerhalb ihres radialen Umfangs hydraulisch entkoppelt.

[0009] Das erfindungsgemäße Servoventil hat den Vorteil, dass ein Sitzdurchmesser des zweiten Schließkörpers im wesentlichen unabhängig von dem Sitzdurchmesser des Schließkörpers des ersten Ventilkörpers gewählt werden kann. Unter dem jeweiligen Sitzdurchmesser ist derjenige Durchmesser des jeweiligen Schließkörpers an der Stelle zu verstehen, an der der jeweilige Schließkörper in der Schließstellung des jeweiligen Ventilkörpers den jeweiligen Sitzbereich des Ventilkörpers kontaktiert. Die Kraft, die notwendig ist, um den jeweiligen Ventilkörper von seiner Schließstellung heraus zu bewegen hängt ab von dem Sitzdurchmesser des Schließkörpers des jeweiligen Ventilkörpers. So kann durch geeignetes Dimensionieren des Sitzdurchmessers des Schließkörpers des zweiten Ventilkörpers gewährleistet werden, dass lediglich geringe Kräfte zum Betätigen des zweiten Ventilkörpers aus seiner Schließstellung heraus erforderlich sind. Dies ist insbesondere ein gewichtiger Vorteil, wenn der erste und der zweite Ventilkörper nahezu gleichzeitig aus ihrer jeweiligen Schließstellung heraus bewegt werden sollen.

[0010] Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Servoventils ist, dass die ersten und zweiten Sitzbereiche einfach eine hohe Steifigkeit aufweisen können.

[0011] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Servoventils ist die Dichthülse in der Ausnehmung des Ventilgehäuses geführt und der zweite Ventilkörper ist in der Dichthülse geführt. Auf diese Weise kann der zweite Ventilkörper kompakt ausgebildet sein.

[0012] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Servoventils ist der erste Ventilkörper in der Ausnehmung des zweiten Ventilkörpers geführt. Auf diese Weise ist insgesamt eine besonders kompakte Ausbildung des Servoventils möglich. Wenn dann auch noch der zweite Ventilkörper in der Dichthülse geführt ist können diese jeweiligen Führungen axial überlappend ausgebildet sein und so eine besonders kompakte Ausbildung des Servoventils erreicht werden.

[0013] Ferner ist es vorteilhaft, wenn eine Feder vorgesehen ist, die sich einerseits auf einem Kragen des zweiten Ventilkörpers und andererseits auf einer Auflagefläche der Dichthülse abstützt und so einerseits auf den zweiten Ventilkörper eine Kraft in Richtung seiner Schließstellung ausübt und andererseits auf die Dichthülse eine Kraft ausübt, die in Richtung einer Dichtkante der Dichthülse gerichtet ist. Auf diese Weise hat die Feder vorteilhaft somit eine Doppelfunktion.

[0014] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Servoventils sind der erste und der zweite Ventilkörper so ausgebildet und zueinander angeordnet, dass der zweite Ventilkörper mittels des ersten Ventilkörpers aus

seiner Schließstellung heraus bewegbar ist. Auf diese Weise kann das Servoventil besonders einfach ausgebildet sein und es muss ihm lediglich ein Stellantrieb zugeordnet sein.

[0015] In diesem Zusammenhang ist es vorteilhaft, wenn der erste Ventilkörper einen Bund hat, der in der Schließstellung des ersten Ventilkörpers mit einem vorgegebenen Spiel beabstandet ist zu einer Kontaktfläche des zweiten Ventilkörpers. Bei geeigneter Dimensionierung des Spiels kann so besonders einfach der erste Ventilkörper unabhängig von dem zweiten Ventilkörper aus seiner Schließstellung gebracht werden und der zweite Ventilkörper bei sich außerhalb der Schließstellung befindlichem ersten Ventilkörper auch aus seiner Schließstellung heraus bewegt werden mittels eines einzigen Stellantriebs, der vorgesehen sein kann, um auf den ersten Ventilkörper einzuwirken.

[0016] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Servoventils ist eine weitere Feder vorgesehen, die sich einerseits auf einem Federteller des ersten Ventilkörpers und andererseits auf einem Federauflagebereich der Dichthülse abstützt und so einerseits auf den zweiten Ventilkörper eine Kraft in Richtung seiner Schließstellung ausübt und andererseits auf die Dichthülse eine Kraft ausübt, die in Richtung einer Dichtkante der Dichthülse gerichtet ist. So hat die weitere Feder eine Doppelfunktion. Der Federteller kann auch nicht einstückig mit dem ersten Ventilkörper ausgebildet sein. Er ist jedoch mechanisch gekoppelt mit dem ersten Ventilkörper.

[0017] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Servoventils hat der erste Ventilkörper einen Zapfen der sich in die Ausnehmung des zweiten Ventilkörpers hinein erstreckt und der entlang seines Umfangs mit mindestens einer Eintiefung versehen ist. So kann einfach der Durchfluss von Fluid durch die Ausnehmung des zweiten Ventilkörpers gewährleistet werden. Ferner kann aber ein freies Volumen innerhalb der Ausnehmung des zweiten Ventilkörpers gering gehalten werden und der erste Ventilkörper kann in den Bereich des Zapfens geführt sein. Die Eintiefung kann so zum Beispiel sehnenförmig ausgebildet sein, was fertigungstechnisch besonders einfach herstellbar ist durch einen Fräsvorgang. Der Durchfluss von Fluid durch die Ausnehmung des zweiten Ventilkörpers kann auch durch eine Bohrung in dem ersten Ventilkörper gewährleistet werden, was fertigungstechnisch jedoch gegebenenfalls einen höheren Aufwand verursacht.

[0018] Gemäß eines zweiten Aspekts zeichnet sich die Erfindung aus durch ein Einspritzventil mit einem Körper der eine Ausnehmung hat, eine äußere Düsennadel, die in der ersten Ausnehmung angeordnet ist, die eine Ausnehmung hat und die in einer Schließposition einen Fluidfluss durch ein erstes Einspritzloch unterbindet und diesen ansonsten frei gibt. Das Einspritzventil hat ferner eine innere Düsennadel, die in der Ausnehmung der äußeren Düsennadel angeordnet ist und die in einer Schließposition einen Fluidfluss durch ein zweites Ein-

spritzloch unterbindet und diesen ansonsten freigibt. Ferner umfasst das Einspritzventil das Servoventil. Das Servoventil, der Körper und die innere und die äußere Düsen-nadel sind so ausgebildet, dass abhängig von der Stellung des ersten Ventilkörpers die Position der inneren Düsen-nadel einstellbar ist und dass abhängig von der Stellung des zweiten Ventilkörpers die Position der äußeren Düsen-nadel einstellbar ist.

[0019] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind im folgenden anhand der schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein Einspritzventil mit einem Servoventil

Figur 2 eine Vergrößerung des Teilbereichs des Einspritzventils gemäß Figur 1 in dem Bereich, in dem das Servoventil angeordnet ist,

Figur 3 eine weitere Vergrößerung eines weiteren Teilbereichs des Teilbereichs gemäß Figur 2 des Einspritzventils gemäß Figur 1 und

Figur 4 Teile des Servoventils in einer alternativen Ausführungsform.

[0020] Elemente gleicher Konstruktion oder Funktion sind figuren- übergreifend mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0021] Ein Einspritzventil hat ein Injektorgehäuse 1. In einer Ausnehmung des Injektorgehäuses 1 ist ein Stellantrieb angeordnet, der bevorzugt ein Piezo-Aktuator 4 ist. Der Antrieb kann jedoch auch ein beliebiger anderer geeigneter Stellantrieb sein, wie beispielsweise ein elektromagnetischer Stellantrieb. Ferner ist in dem Injektorgehäuse 1 ein Leckageraum 14 ausgebildet.

[0022] Eine Düsenbaugruppe des Einspritzventils umfasst eine Ventilplatte 16, eine Zwischenplatte 18, einen Nadelführungskörper 20 und einen Düsenkörper 22. Die Düsenbaugruppe ist mittels einer Düsenspannmutter 23 mit dem Injektorgehäuse 1 mechanisch gekoppelt. Ein Körper kann die Düsenbaugruppe, Teile der Düsenbaugruppe und/oder das Injektorgehäuse 1 und/oder die Düsen-spannmutter 23 umfassen.

[0023] Der Nadelführungskörper 20 hat eine Ausnehmung 24, die sich axial in einer Ausnehmung 26 des Düsenkörpers 22 fortsetzt. Eine äußere Düsen-nadel 27 ist in der Ausnehmung 24 des Nadelführungskörpers 20 und der Ausnehmung 26 des Düsenkörpers 22 angeordnet. Die äußere Düsen-nadel 27 hat eine sie in axialer Richtung durchdringende Ausnehmung 28, in der eine innere Düsen-nadel 29 angeordnet ist. Die innere und äußere Düsen-nadel 27, 29 sind bevorzugt coaxial zueinander angeordnet. Ferner ist eine erste Düsenfeder 30 vorgesehen, welche eine Kraft auf die äußere Düsen-nadel 27 ausübt in einer Schließrichtung der äußeren Düsen-nadel 27 und die somit ohne das Vorhandensein weiterer Kräfte die äußere Düsen-nadel 27 in eine Schließposition drückt, in der sie einen Fluidfluss durch ein erstes Einspritzloch

34 unterbindet. Befindet sich die äußere Düsen-nadel außerhalb ihrer Schließposition, so gibt sie den Fluidfluss durch das erste Einspritzloch 34 frei.

[0024] Ferner ist eine zweite Düsenfeder 32 (Figur 2) vorgesehen, welche eine Kraft auf die innere Düsen-nadel 29 ausübt in einer Schließrichtung der inneren Düsen-nadel 29 und die somit ohne das Vorhandensein weiterer Kräfte die innere Düsen-nadel 29 in eine Schließposition drückt, in der sie einen Fluidfluss durch ein zweites Einspritzloch 36 unterbindet. Befindet sich die innere Düsen-nadel außerhalb ihrer Schließposition, so gibt sie den Fluidfluss durch das zweite Einspritzloch 36 frei.

[0025] Die zweite Düsenfeder ist in der Ausnehmung 28 der äußeren Düsen-nadel 27 angeordnet. Ferner ist dort eine Hülse 40 angeordnet, die durch die zweite Düsenfeder 32 gegen die Zwischenplatte 18 gedrückt wird. Die Hülse 40 trennt so einen ersten Steuer-raum 48 ab, der an die Kontaktfläche 46 der inneren Düsen-nadel 29 angrenzt, von einem zweiten Steuer-raum 50, der angrenzt an eine Kontaktfläche 54 der äußeren Düsen-nadel 27 und der eine Ausnehmung 24 der Zwischenplatte 18 umfasst.

[0026] Die Position der inneren Düsen-nadel 29 wird bestimmt durch eine Kräftebilanz aus der durch die zweite Düsenfeder 32 auf die innere Düsen-nadel 29 einwirkende Kraft, die durch den Druck in dem ersten Steuer-raum 48 auf die innere Düsen-nadel 29 über die Kontaktfläche 46 einwirkende Kraft und einer Kraft, die hervorgerufen durch den Druck des Fluids über einen Hochdruckabsatz 52 der inneren Düsen-nadel 29 auf diese entgegen der Schließrichtung einwirkt.

[0027] Die Position der äußeren Düsen-nadel 27 hängt ab von der Kräftebilanz der Kraft, die durch die erste Düsenfeder 30 hervorgerufen wird, den in dem zweiten Steuer-raum 50 herrschenden Druck, der über die Kontaktfläche 54 der äußeren Düsen-nadel 27 eine Kraft ein-koppelt, die schließend auf die äußere Düsen-nadel 27 wirkt, und einer Kraft, die durch den Fluidruck in einem Bereich eines Hochdruckabsatzes 56 der äußeren Düsen-nadel entgegengesetzt der Schließrichtung der äußeren Düsen-nadel 27 wirkt. Das jeweilige freie Volumen im Bereich der Hochdruckabsätze 56, 52 ist jeweils hydraulisch gekoppelt mit einer Hochdruckbohrung 58 des Einspritzventils.

[0028] Ein Servoventil umfasst ein Ventilgehäuse, das je nach Ausführungsform die Ventilplatte und gegebenenfalls die Zwischenplatte 18 umfasst. Das Ventilgehäuse kann alternativ auch einstückig oder mehr als zweistückig ausgebildet sein. In der Ventilplatte 16 ist eine Ausnehmung 62 ausgebildet. Ein erster Ventilkörper 64 (Figur 3) ist in der Ausnehmung 62 der Ventilplatte 16 angeordnet. Er hat einen Schließkörper 68, der in einer Schließstellung des ersten Ventilkörpers 64 dichtend an einem ersten Sitzbereich 66 anliegt, der in der Wandung der Ausnehmung 62 der Ventilplatte 16 ausgebildet ist, und der außerhalb der Schließstellung einen Bereich zwischen dem ersten Sitzbereich 66 und dem Schließkörper 68 des ersten Ventilkörpers 64 freigibt.

[0029] Ferner ist in der Ausnehmung 62 der Ventilplatte 16 ein zweiter Ventilkörper 70 angeordnet, der einen Schließkörper 74 hat, der in einer Schließstellung des zweiten Ventilkörpers 70 an einem zweiten Sitzbereich 72 der Ventilplatte 16 anliegt. Außerhalb der Schließstellung des zweiten Ventilkörpers 70 gibt der Schließkörper 68 des zweiten Ventilkörpers 70 einen Bereich zwischen dem zweiten Sitzbereich 72 und dem Schließkörper 74 des zweiten Ventilkörpers 70 frei. Sowohl der Schließkörper 74 des zweiten Ventilkörpers 70 als auch der Schließkörper 68 des ersten Ventilkörpers 64 können kegelförmig oder auch sphärisch ausgebildet sein. Eine sphärische Form hat den Vorteil, dass eine axiale Führung des jeweiligen Ventilkörpers in axialer Richtung kürzer ausgebildet sein kann als im Falle der kegelförmigen Ausbildung des jeweiligen Schließkörpers 68, 74.

[0030] Der zweite Ventilkörper 70 hat eine Ausnehmung 76, die den zweiten Ventilkörper 70 vollständig durchdringt. Der erste Ventilkörper 64 hat einen Zapfen 78, der sich in die Ausnehmung 76 des zweiten Ventilkörpers 70 hinein erstreckt. Ferner hat der erste Ventilkörper 64 einen Federteller 80, auf dem sich eine erste Feder 82 abstützt. Die erste Feder 82 stützt sich andererseits auf der Zwischenplatte 18 ab und übt so, hervorgerufen durch eine entsprechende Vorspannung der ersten Feder 82, eine Kraft in Richtung der Schließstellung des ersten Ventilkörpers 64 auf diesen aus.

[0031] Der erste Ventilkörper 64 hat ferner einen Kontaktbereich 64, auf den der Piezo-Aktuator 4 einwirken kann, entweder direkt oder über einen Übertrager.

[0032] Der erste Ventilkörper 64 umfasst ferner einen Bund 86, der in der Schließstellung des ersten Ventilkörpers 64 mit einem vorgegebenen Spiel, also einem vorgegebenen Abstand, zu einer Kontaktfläche 88 des zweiten Ventilkörpers 70 angeordnet ist. Wenn der Bund 86 in Anlage ist mit der Kontaktfläche 88 des zweiten Ventilkörpers, so ist der zweite Ventilkörper 70 mechanisch mit dem Piezo-Aktuator 4 gekoppelt über den ersten Ventilkörper 64 und kann somit seine axiale Position gesteuert durch den Piezo-Aktuator 4 verändern.

[0033] Der Zapfen 78 hat eine Eintiefung 90, die bevorzugt sehnenförmig ist. Bevorzugt hat der Zapfen 78 eine zylinderförmige Grundform. Die Eintiefungen sind bevorzugt eingefräst. Dies kann fertigungstechnisch sehr einfach erfolgen, wenn die mindestens eine um den Umfang des Zapfens 78 verteilte Eintiefung 90 eine Sehnform hat. Sie kann jedoch eine beliebige von einer Sehne abweichende Form haben beispielsweise sektorförmig oder eine beliebige gebogene Form haben. Alternativ oder zusätzlich kann der Zapfen 78 auch von mindestens einer Bohrung durchdrungen sein. Durch die Bohrung oder auch die mindestens eine Eintiefung 90 ist gewährleistet, dass Fluid durch die Ausnehmung 76 des zweiten Ventilkörpers 70 hindurchströmen kann.

[0034] Der Zapfen 78 und somit der erste Ventilkörper 64 ist in der Ausnehmung 76 des zweiten Ventilkörpers geführt. Alternativ kann der erste Ventilkörper 64 auch in dem Bereich seines Bundes 86 in der Ausnehmung

62 der Ventilplatte 16 geführt sein.

[0035] Eine Ausnehmung 92 ist in dem Bund 86 derart ausgebildet, dass auch im Falle eines Anliegens des Bundes 86 an der Kontaktfläche 88 des zweiten Ventilkörpers 70 Fluid durch die Ausnehmung 76 des zweiten Ventilkörpers 70 hindurchtreten kann und zwar in dem freien Raum zwischen der mindestens einen Eintiefung 90 des Zapfens 78 und der Wandung der Ausnehmung 76 des zweiten Ventilkörpers und weiter durch die Ausnehmung 92 radial nach außen. Besonders einfach kann die Ausfräsung der in der Figur 3 dargestellten Form durch einen Fräsvorgang zusammen mit der Eintiefung 90 hergestellt werden. Bevorzugt ist ferner eine Nut 94 vorgesehen, die sich unmittelbar an den Bund 86 in dem Zapfen 78 anschließt. Durch die Nut 94 kann einfach gewährleistet werden, dass im Falle des Anliegens des Bundes an der Kontaktfläche 88 ein guter Kontakt zwischen dem Bund und der Kontaktfläche erfolgt.

[0036] Der zweite Ventilkörper 70 hat einen Kragen 96, auf dem sich eine zweite Feder 98 mit ihrem einem freien axialen Ende abstützt. Die zweite Feder 98 stützt sich mit ihrem anderen freien axialen Ende ab auf eine Auflagefläche 100 einer Dichthülse 102. Die Auflagefläche 100 ist bevorzugt als Absatz ausgebildet. Die geeignet vorgespannte zweite Feder 98 übt so eine Kraft auf den zweiten Ventilkörper 70 in Richtung seiner Schließstellung aus. Andererseits übt sie auf die Dichthülse 102 eine Kraft aus, die in Richtung einer Dichtkante 104 der Dichthülse gerichtet ist und so die Dichthülse auf die Zwischenplatte 18 presst.

[0037] Der zweite Ventilkörper 70 ragt in die Dichthülse 102 hinein und ist bevorzugt auch in der Dichthülse 102 geführt. Alternativ kann der zweite Ventilkörper 70 auch im Bereich seines Kragens 96 in der Ausnehmung 62 der Ventilplatte 16 geführt sein.

[0038] Aus der dem Schnitt der Figur 3 ist es ersichtlich, dass die Führung des ersten Ventilkörpers 64, die in der Ausnehmung 76 des zweiten Ventilkörpers 70 erfolgt, axial überlappt mit der Führung des zweiten Ventilkörpers 70, der in der Dichthülse 102 geführt ist. Dadurch kann insgesamt die axiale Ausdehnung des Servoventils gering gehalten werden. Die Dichthülse 102 ist in der Ausnehmung 62 der Ventilplatte geführt. In dem in der Figur 3 dargestellten Schnitt weist die Dichthülse 102 Dichthülseintiefungen auf, die dazu vorgesehen sind, dass Fluid zwischen der Dichthülse und der Wandung der Ausnehmung 62 der Ventilplatte hindurchströmen kann.

[0039] Ein freier Raum innerhalb der Dichthülse 102 ist über einen ersten Kanal 112 und eine Ablaufdrossel 108 mit dem ersten Steuerraum 48 hydraulisch gekoppelt. Der erste Steuerraum 48 ist über eine erste Zulaufdrossel 106 hydraulisch gekoppelt mit der Hochdruckbohrung 58. Ein freier Raum radial außerhalb der Dichthülse 102 ist mittels eines zweiten Kanals 114 mit dem zweiten Steuerraum 50 hydraulisch gekoppelt. Der zweite Steuerraum 50 ist über eine zweite Zulaufdrossel 110 mit der Hochdruckbohrung 58 hydraulisch gekoppelt.

[0040] Die Funktionsweise des Servoventils ist im folgenden ausgehend von einem Zustand beschrieben, in dem sich sowohl der erste als auch der zweite Ventilkörper 64, 70 in ihrer jeweiligen Schließstellung befinden. Wird nun über den Stellantrieb, also dem Piezo-Aktuator 4 eine zunehmende Kraft in Richtung nach unten in der Bildebene übertragen, so bewegt sich der erste Ventilkörper 64 heraus aus seiner Schließstellung, wenn die durch die Federkraft und den Hydraulikdruck hervorgerufenen Kräfte auf den ersten Ventilkörper geringer sind als die durch den Piezo-Aktuator aufgebrachte Kraft. Bewegt sich nun der erste Ventilkörper 64 heraus aus seiner Schließstellung so wird ein Bereich zwischen dem ersten Sitzbereich 66 und dem Schließkörper 68 des ersten Ventilkörpers 64 freigegeben. Dies hat zur Folge, dass Fluid aus dem ersten Steuerraum 46 über die Ablaufdrossel 108, weiter durch den ersten Kanal 112 schließlich hin zu dem freien Raum innerhalb der Dicht-
hülse 102 durch diesen hindurch und ferner weiter durch den Bereich zwischen der mindestens einen Eintiefung 90 des Zapfens 78 und anschließend zwischen dem Bund 68 und der Wandung der Ausnehmung 62 der Ventilplatte 16 und weiter durch den Bereich zwischen dem Schließkörper 68 des ersten Ventilkörpers 64 und der Wandung der Ausnehmung 62 der Ventilplatte hin zu dem Leckageraum 14 strömen kann.

[0041] Mit sinkendem Druck in dem ersten Steuerraum 48 sinkt auch die Kraft, die über die Kontaktfläche 46 der inneren Düsennadel 29 in Schließrichtung der inneren Düsennadel 29 ausgeübt wird und somit erfolgt schließlich das Bewegen der inneren Düsennadel 29 heraus aus ihrer Schließposition. Verringert sich die über den Piezo-Aktuator 4 übertragene Kraft und somit sein Hub zu einem späteren Zeitpunkt wieder, so bewegt sich der erste Ventilkörper 64 wieder zurück in seine dichten-
de Anlage mit dem ersten Sitzbereich 66. Durch das über die erste Zulaufdrossel 106 zufließende Fluid steigt dann der Druck in dem ersten Steuerraum 48 wieder an, was letztlich wieder zu einem Bewegen der inneren Düsennadel 29 zurück in ihre Schließposition führt.

[0042] Mit zunehmendem Hub des Piezo-Aktuators 4 wird dann das Spiel zwischen dem Bund 86 und der Kontaktfläche 88 des zweiten Ventilkörpers aufgebraucht, bis schließlich der Bund 86 an der Kontaktfläche 88 anliegt und somit den weiteren Hub des Piezo-Aktuators 4 auf den zweiten Ventilkörper 70 überträgt. Dadurch wird dann mit weiter zunehmendem Hub auch der zweite Ventilkörper 70 aus seiner Schließstellung heraus bewegt und ein Bereich zwischen dem Schließkörper 74 des zweiten Ventilkörpers und dem zweiten Sitzbereich 72 freigegeben. Dies hat dann zur Folge, dass Fluid aus dem zweiten Steuerraum 50 durch den zweiten Kanal 114 weiter entlang des Bereichs zwischen der Dichthülse 102 und der Wandung der Ausnehmung 62 der Ventilplatte 16 vorbei an dem Bereich zwischen dem zweiten Sitzbereich 72 und dem Schließkörper 74 des zweiten Ventilkörpers 70, weiter vorbei an dem Bereich zwischen dem Bund 86 und der Wandung der Ausnehmung 62 der

Ventilplatte und ferner weiter durch den Bereich zwischen dem ersten Ventilsitzbereich 66 und dem Schließkörper 68 des ersten Ventilkörpers 64 hin zu dem Leckageraum 14 strömen kann. Dies hat dann zur Folge, dass der Druck in dem zweiten Steuerraum 50 sinkt.

[0043] Mit sinkendem Druck in dem zweiten Steuerraum 50 verringert sich auch die Kraft, die durch den Druck des Fluids in dem zweiten Steuerraum 50 über die Kontaktfläche 54 der äußeren Düsennadel 27 auf diese in ihrer Schließrichtung eingekoppelt wird. Dies führt dann letztendlich zu einem Bewegen der äußeren Düsennadel 27 heraus aus ihrer Schließposition. Wird der Hub des Piezo-Aktuators 4 anschließend wieder verringert, so bewegt sich der zweite Ventilkörper 70 wieder zurück in seine Schließstellung. Es kann dann kein Fluid mehr aus dem zweiten Steuerraum in den Leckageraum 14 abfließen und durch das über die zweite Zulaufdrossel 110 zufließende Fluid steigt der Druck in dem zweiten Steuerraum 50 wieder an, was schließlich zu einem Zurückbewegen der äußeren Düsennadel 27 in ihre Schließposition führt.

[0044] Bevorzugt ist der Sitzdurchmesser des Schließkörpers 74 des zweiten Ventilkörpers 70 möglichst klein gewählt unter Berücksichtigung der geforderten Eigenschaften des Servoventils also beispielsweise seiner mechanischen Festigkeit und seiner Standhaftigkeit gegenüber hohen Druckbeanspruchungen. Je kleiner der Ventilsitzdurchmesser des Schließkörpers 74 des zweiten Ventilkörpers 70 ist, desto geringer sind insbesondere die Spitzenkräfte, die durch den Piezo-Aktuator 4 aufzubringen sind, um sowohl den ersten Ventilkörper 64 als auch den zweiten Ventilkörper 70 sehr schnell aufeinanderfolgend aus ihren jeweiligen Schließstellungen zu bringen. Im Falle eines derartigen schnellen Betätigens der Ventilkörper 64, 70 ist für das Herausbewegen des zweiten Ventilkörpers 70 aus seiner Schließstellung durch den Piezo-Aktuator 4 auch noch eine gegebenenfalls sehr hohe durch das Fluid hervorgerufene Kraft aufzubringen, das sich in dem freien Raum innerhalb der Dichthülse 102 befindet. Diese Kraft muss bei der Auslegung des Piezo-Aktuators 4 berücksichtigt werden und kann so durch geeignet geringe Dimensionierung des Sitzdurchmessers des Schließkörpers 74 des zweiten Ventilkörpers 70 verringert werden.

[0045] In einer weiteren Ausgestaltung des Servoventils hat die Dichthülse 102 einen Federauflagebereich 116, auf dem sich die erste Feder 82 abstützt. Die erste Feder 82 drückt bei geeigneter Vorspannung der ersten Feder 82 die Dichthülse 102 auf die Zwischenplatte 18 und übt gleichzeitig wie auch in dem ersten Ausführungsbeispiel eine in Richtung der Schließstellung gerichtete Kraft auf den ersten Ventilkörper 64 aus. Bei dieser Ausführungsform kann sich die zweite Feder 98 auch beispielsweise auf der Zwischenplatte 18 abstützen und somit kann dann die Auflagefläche 100 der Dichthülse entfallen, was jedoch nicht notwendigerweise der Fall sein muss.

[0046] Das Servoventil kann auch in einer anderen

Vorrichtung als dem Einspritzventil angeordnet sein oder für das dortige Anordnen vorgesehen sein.

Patentansprüche

1. Servoventil

- mit einem Ventilgehäuse, in dem eine Ausnehmung (62) ausgebildet ist, 10
 - mit einem ersten Ventilkörper (64), der in der Ausnehmung (62) des Ventilgehäuses angeordnet ist, sich in eine Ausnehmung (76) eines zweiten Ventilkörpers (70) hinein erstreckt und einen Schließkörper (68) hat, der in einer Schließstellung des ersten Ventilkörpers (64) dichtend an einem ersten Sitzbereich (66) anliegt, der in der Wandung der Ausnehmung (62) des Ventilgehäuses ausgebildet ist, und der außerhalb der Schließstellung einen Bereich zwischen dem ersten Sitzbereich (66) und dem Schließkörper (68) des ersten Ventilkörpers (64) freigibt, wobei der erste Ventilkörper (64) so ausgebildet ist, dass Fluid durch die Ausnehmung (76) des zweiten Ventilkörpers (70) hin zu dem ersten Sitzbereich (66) strömen kann, 20
 - mit dem zweiten Ventilkörper (70), der in der Ausnehmung (62) des Ventilgehäuses angeordnet ist und der einen Schließkörper (74) hat, der in einer Schließstellung des zweiten Ventilkörpers (70) dichtend an einem zweiten Sitzbereich (72) anliegt, der in der Wandung der Ausnehmung (62) des Ventilgehäuses ausgebildet ist und der außerhalb der Schließstellung einen Bereich zwischen dem zweiten Sitzbereich (72) und dem Schließkörper (68) freigibt, 25
 - mit einer Dichthülse (102), die so ausgebildet und angeordnet ist, dass sie in der Schließstellung des zweiten Ventilkörpers (64) einen freien Raum, der durch sie umschlossen wird und der mit der Ausnehmung des zweiten Ventilkörpers (70) hydraulisch gekoppelt ist, von einem Bereich der Ausnehmung (62) des Ventilgehäuses außerhalb ihres radialen Umfangs hydraulisch entkoppelt. 30 35 40

2. Servoventil nach Anspruch 1, bei dem die Dichthülse (102) in der Ausnehmung (62) des Ventilgehäuses geführt ist und der zweite Ventilkörper (70) in der Dichthülse (102) geführt ist. 50
3. Servoventil nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem der erste Ventilkörper (64) in der Ausnehmung (76) des zweiten Ventilkörpers (70) geführt ist. 55
4. Servoventil nach einem der vorstehenden Ansprüche,

bei dem sich eine Feder (98) einerseits auf einem Kragen (96) des zweiten Ventilkörpers (70) und andererseits auf eine Auflagefläche (100) der Dichthülse (102) abstützt und so einerseits auf den zweiten Ventilkörper (70) eine Kraft in Richtung seiner Schließstellung ausübt und andererseits auf die Dichthülse (102) eine Kraft ausübt, die in Richtung einer Dichtkante (104) der Dichthülse (102) gerichtet ist.

5. Servoventil nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem der erste und zweite Ventilkörper (64, 70) so ausgebildet und zueinander angeordnet sind, dass der zweite Ventilkörper (70) mittels des ersten Ventilkörpers (64) aus seiner Schließstellung bewegbar ist.
6. Servoventil nach Anspruch 5, bei dem der erste Ventilkörper (64) einen Bund (86) hat, der in der Schließstellung des ersten Ventilkörpers (64) mit einem vorgegebenen Spiel beabstandet ist zu einer Kontaktfläche (88) des zweiten Ventilkörpers (70).
7. Servoventil nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem eine weitere Feder (82) vorgesehen ist, die sich einerseits auf einem Federteller (80) des ersten Ventilkörpers (64) und andererseits auf einem Federauflagebereich (116) der Dichthülse (102) abstützt und so einerseits auf den zweiten Ventilkörper (70) eine Kraft in Richtung seiner Schließstellung ausübt und andererseits auf die Dichthülse (102) eine Kraft ausübt, die in Richtung der Dichtkante (104) gerichtet ist.
8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem der erste Ventilkörper (64) einen Zapfen (78) hat, der sich in die Ausnehmung (76) des zweiten Ventilkörpers (70) erstreckt und entlang seines Umfangs mit mindestens einer Eintiefung (90) versehen ist.
9. Einspritzventil mit
 - einem Körper, der eine Ausnehmung hat,
 - einer äußeren Düsennadel (27), die in der ersten Ausnehmung angeordnet ist, die eine Ausnehmung (28) hat, und die in einer Schließposition einem Fluidfluss durch ein erstes Einspritzloch (34) unterbindet und diesen ansonsten freigibt,
 - einer inneren Düsennadel (29), die in der Ausnehmung (28) der äußeren Düsennadel (27) angeordnet ist und die in einer Schließposition einen Fluidfluss durch ein zweites Einspritzloch (36) unterbindet und diesen ansonsten freigibt,

- einem Servoventil nach einem der vorstehenden Ansprüche,
- wobei das Servoventil, der Körper und die innere und die äußere Düsennadel (29, 27) so ausgebildet sind, dass abhängig von der Stellung des ersten Ventilkörpers die Position der inneren Düsennadel und dass abhängig von der Stellung des zweiten Ventilkörpers die Position der äußeren Düsennadel (27) einstellbar ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

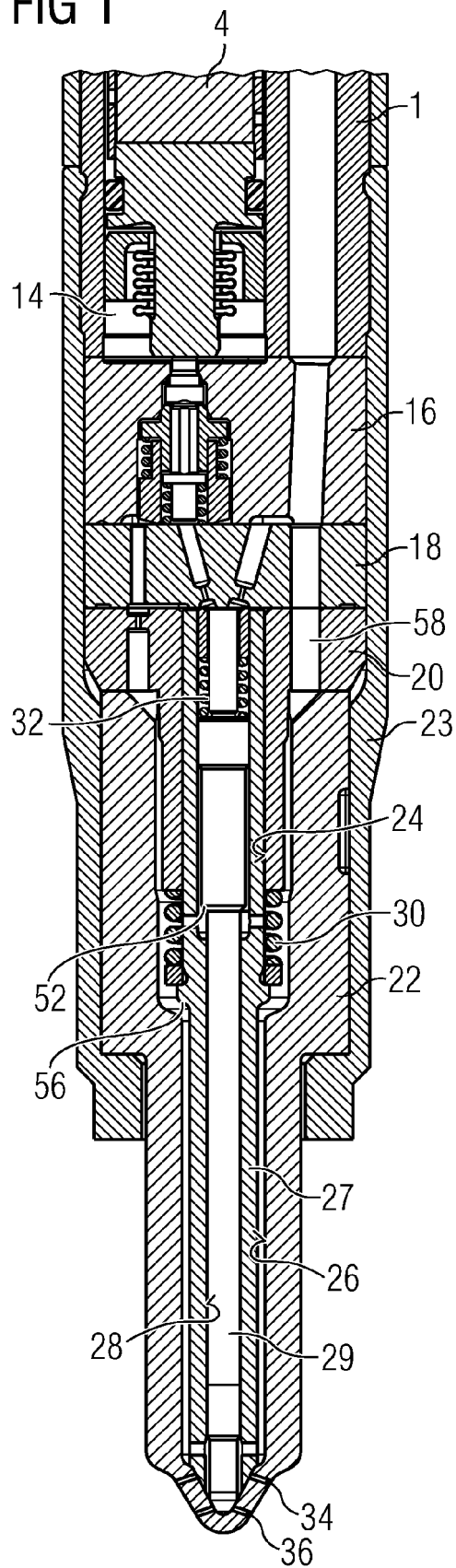


FIG 2

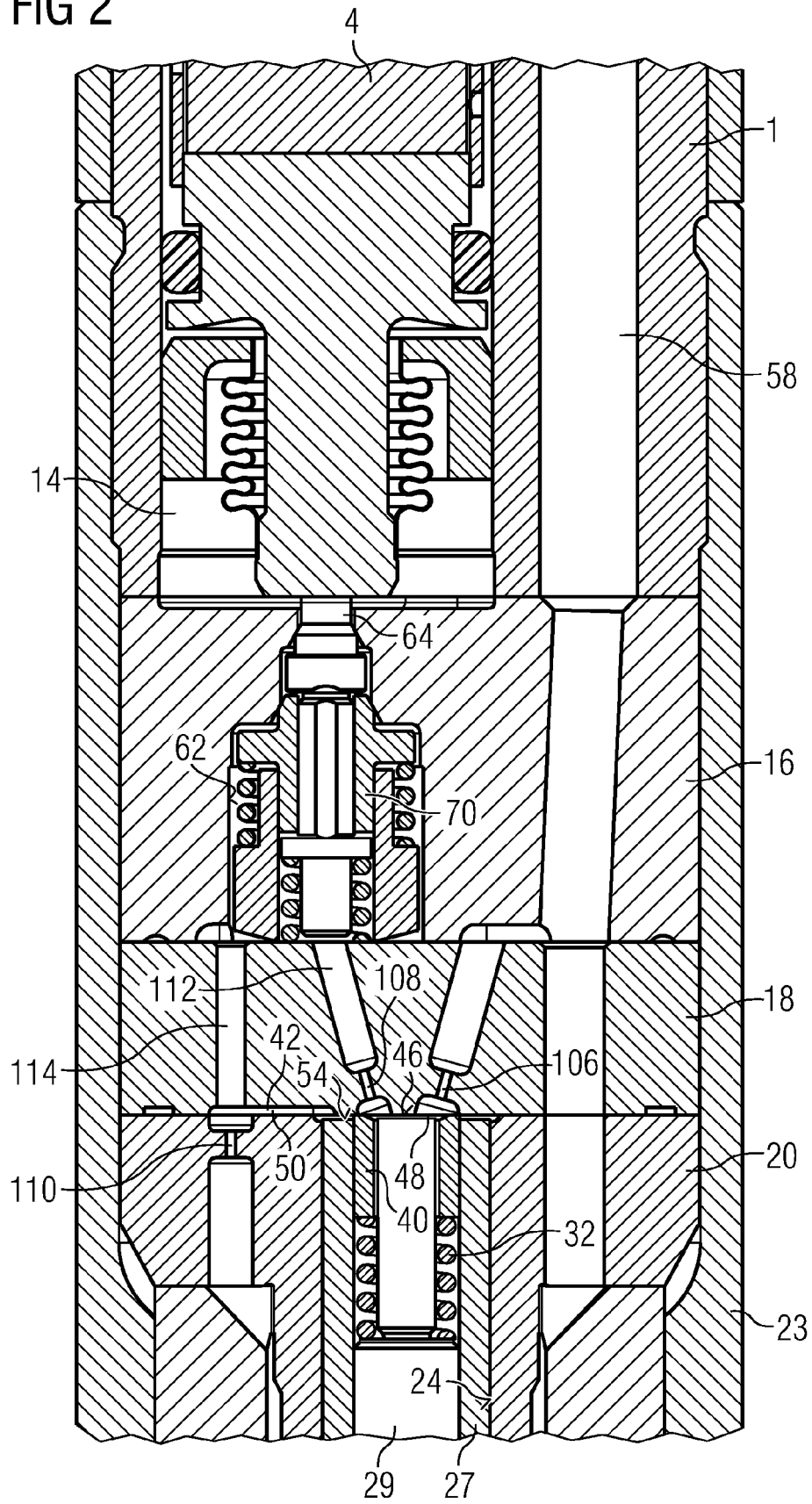


FIG 3

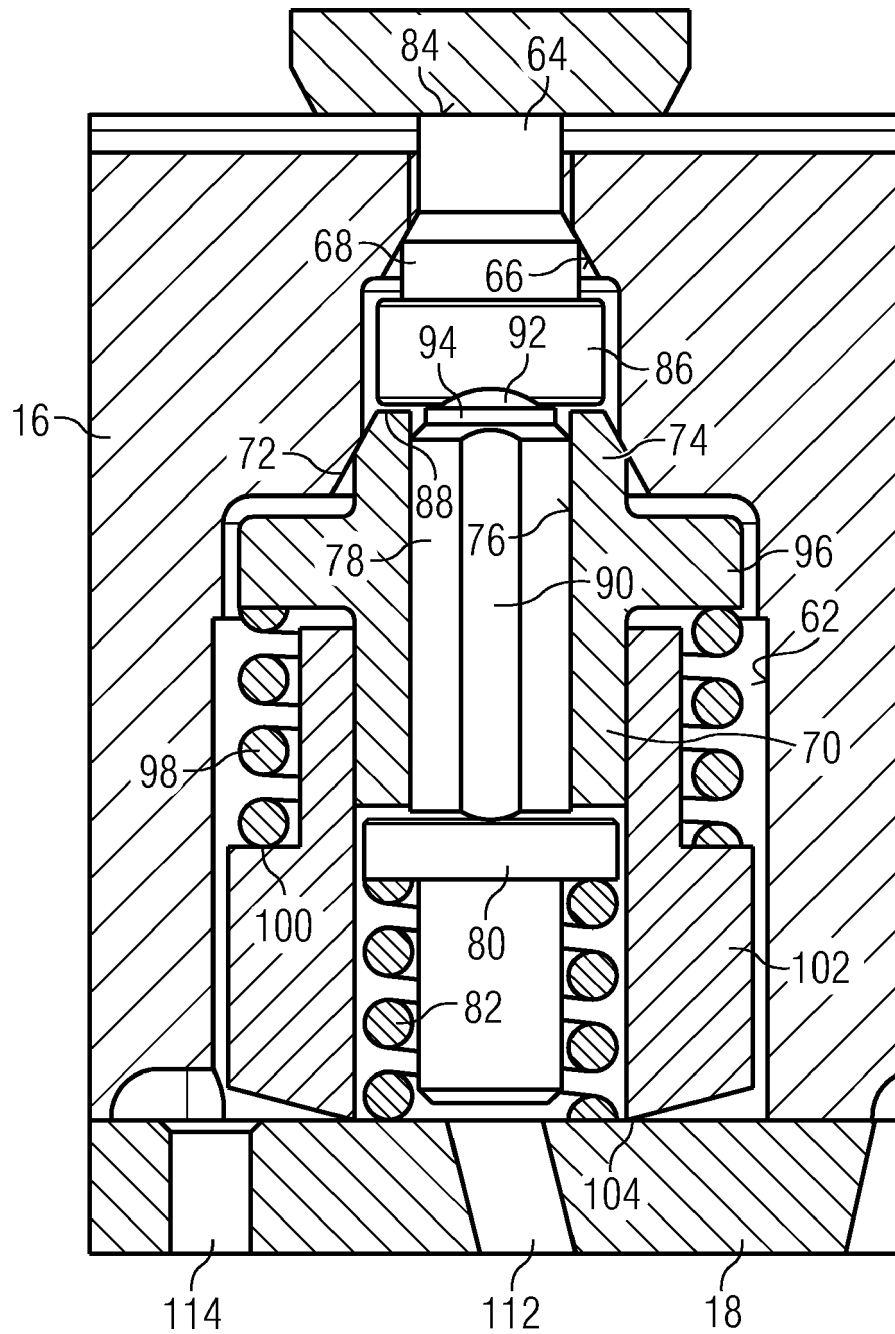
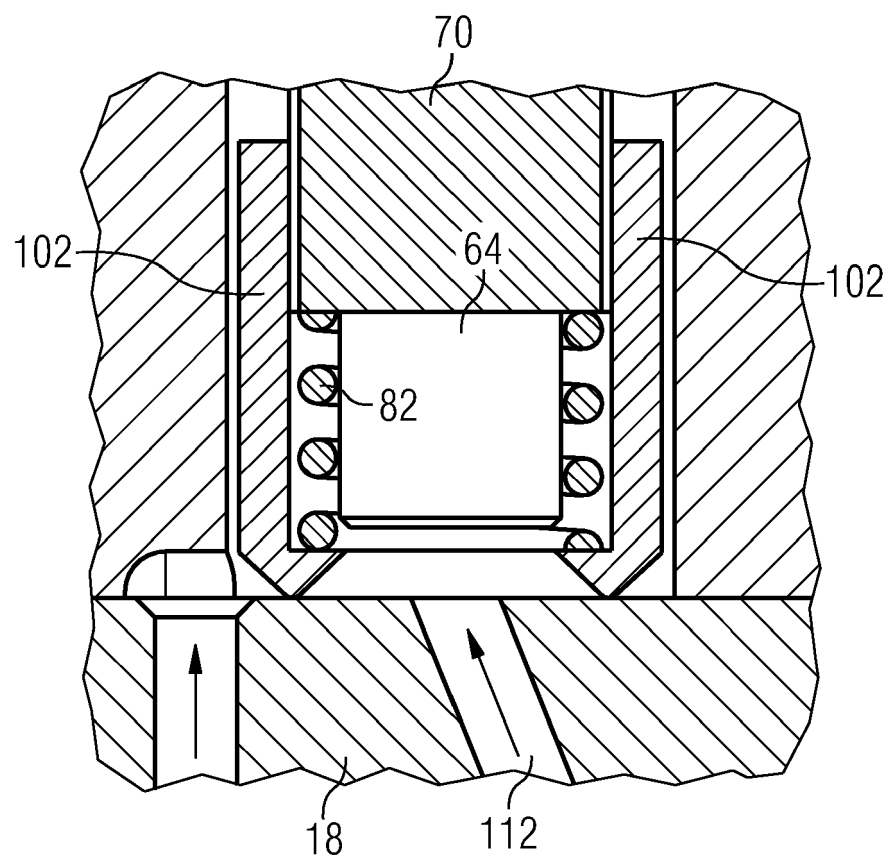


FIG 4





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 05 10 3812

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 1 338 788 A (DELPHI TECHNOLOGIES, INC) 27. August 2003 (2003-08-27) * Zusammenfassung; Abbildung 2 * -----	1,8,9	F02M63/00 F02M45/08 F02M47/02 F02M59/46
A	EP 1 081 372 A (DENSO CORPORATION) 7. März 2001 (2001-03-07) * Zusammenfassung; Abbildungen 12,13,17 * -----	1,8,9	
A	EP 0 949 415 A (ROBERT BOSCH GMBH) 13. Oktober 1999 (1999-10-13) * Zusammenfassung; Abbildungen 2,3 * -----	1,8,9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F02M F16K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 11. November 2005	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	

3
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 05 10 3812

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.

11-11-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1338788	A	27-08-2003	KEINE		

EP 1081372	A	07-03-2001	DE	60014813 D1	18-11-2004
			US	6213098 B1	10-04-2001

EP 0949415	A	13-10-1999	DE	19816316 A1	14-10-1999
			JP	11324848 A	26-11-1999
			US	6085719 A	11-07-2000

EPO FORM P0461

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