

(19)



(11)

EP 2 444 649 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
25.04.2012 Patentblatt 2012/17

(51) Int Cl.:
F02M 47/02 (2006.01) F02M 63/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11181816.7**

(22) Anmeldetag: **19.09.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

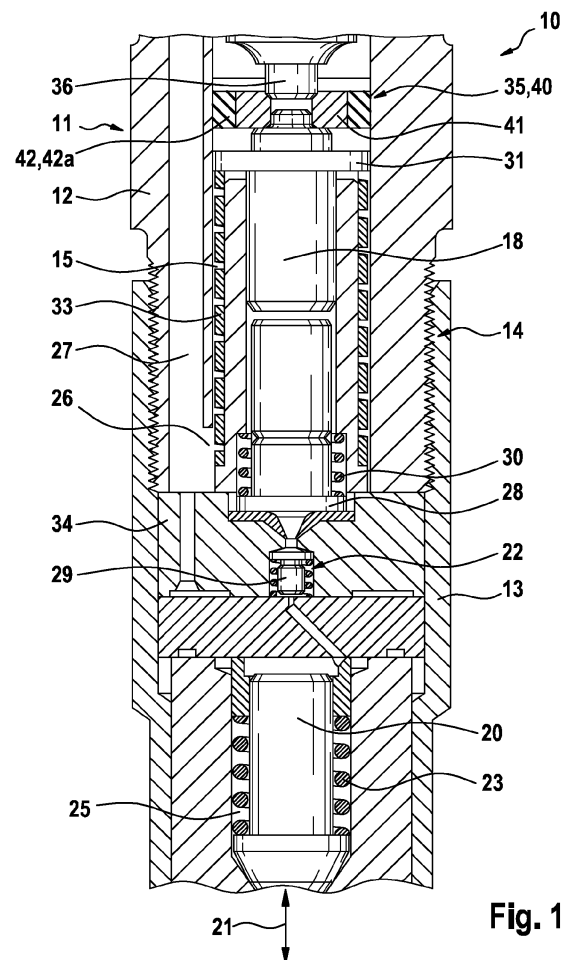
(71) Anmelder: **Robert Bosch GmbH
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder: **Bauer, Markus
71554 Weissach I. T. (DE)**

(30) Priorität: **19.10.2010 DE 102010042622**

(54) **Kraftstoffinjektor, insbesondere Common-Rail-Injektor**

(57) Die Erfindung betrifft einen Kraftstoffinjektor (10), insbesondere Common-Rail-Injektor, mit einem Injektorgehäuse (11), in dem eine auf- und abbewegliche Ventalnadel (20) angeordnet ist, sowie einem Piezoaktor (18) zum zumindest mittelbaren Betätigen der Ventalnadel (20), wobei der Piezoaktor (18) in einem mit Kraftstoff befüllten Aktormodulraum (15) angeordnet ist, der mit einem Kraftstoffrücklauf (27) gekoppelt ist, und wobei der Piezoaktor (18) in Richtung der der Ventalnadel (20) abgewandten Seite kraftbeaufschlagt ist. Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass in dem Aktormodulraum (15) ein kompressibles Dämpfungselement (40) zur Reduzierung von hydraulischen Druckspitzen angeordnet ist.

**Fig. 1**

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft einen Kraftstoffinjektor, insbesondere Common-Rail-Injektor, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Ein derartiger Kraftstoffinjektor ist aus der DE 10 2006 026 381 A1 der Anmelderin bekannt und wird zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum einer selbstzündenden Brennkraftmaschine verwendet. Hierbei wird eine auf- und abbewegliche Ventalnadel zum Einspritzen des Kraftstoffs in den Brennraum mittels eines Piezoaktors betätigt, der üblicherweise über einen Druckübersetzer mit der Ventalnadel gekoppelt ist. Der Piezoaktor ist in einem Aktormodulraum angeordnet, der über einen Rücklaufanschluss mit einer Kraftstoffrücklaufleitung des Einspritzsystems verbunden ist. Über die Kraftstoffrücklaufleitung werden insbesondere Leckageverluste im Kraftstoffinjektor in das Einspritzsystem rückgeführt. Bei den Schaltvorgängen des Piezoaktors, bei denen dieser mit einer sehr hohen Frequenz bewegt wird, entstehen im Aktormodulraum hydraulische Druckspitzen, die sich über den Aktormodulraum bis in das gesamte Rücklaufsystem übertragen. Das begrenzende Bauteil für den maximalen Spitzendruck im Rücklaufsystem ist hierbei das Aktormodul, da alle anderen Bauteile ausschließlich aus steifen Materialien bestehen, die dadurch die Druckwellenausbreitung im Rücklaufsystem zusätzlich fördern bzw. unterstützen.

Offenbarung der Erfindung

[0003] Ausgehend von dem dargestellten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Kraftstoffinjektor, insbesondere einen Common-Rail-Injektor, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 derart weiterzubilden, dass die negativen Auswirkungen der Druckschwankungen auf das Piezoaktormodul minimiert werden, d.h. mit anderen Worten gesagt, dass die Druckspitzen im Aktormodulraum reduziert werden. Diese Aufgabe wird bei einem Kraftstoffinjektor, insbesondere einem Common-Rail-Injektor, mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Der Erfindung liegt dabei die Idee zugrunde, in dem Aktormodulraum ein kompressibles Dämpfungselement anzuordnen, das die hydraulischen Druckspitzen, verursacht durch die Schaltvorgänge des Piezoaktors, reduziert bzw. abdämpft. Durch die Reduzierung der Druckspitzen nimmt somit die Belastung auf die Bauteile des Piezoaktormoduls ab, so dass dieses eine besonders hohe Betriebssicherheit über dessen gesamte Lebensdauer besitzt bzw. für geringere Druckspitzen ausgelegt werden kann, wodurch sich dessen Herstellkosten verringern lassen.

[0004] Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektors sind in den Unteransprüchen angegeben. In den Rahmen der Erfindung fallen sämtliche Kombinationen aus zumindest zwei von in den

Ansprüchen, der Beschreibung und/oder den Figuren offenbaren Merkmalen.

[0005] In einer bevorzugten konstruktiven Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, dass das Dämpfungselement zwischen dem Piezoaktor und dem Ventilgehäuse auf der der Ventalnadel abgewandten Seite des Piezoaktors angeordnet ist. Dies ermöglicht eine besondere raumsparende, die axiale Länge des Kraftstoffinjektors nicht vergrößernde Anordnung des Dämpfungselements.

[0006] In einer besonders bevorzugten Variante wird daher vorgeschlagen, dass das Dämpfungselement Teil eines Einstellstückes zur Einstellung der axialen Position des Piezoaktors im Aktormodulraum ist.

[0007] Besonders bevorzugt ist dabei eine Ausführungsform, bei der das Einstellstück einen kompressiven Bereich und einen starren Bereich aufweist. Hierbei kann der starre Bereich zur Übertragung der Federkraft der angesprochenen Druckfeder (in Form einer Rohrfeder) auf das Injektorgehäuse dienen, während der kompressive Bereich für die Dämpfung der hydraulischen Druckspitzen verantwortlich ist. Insbesondere lässt sich dadurch bei gleichzeitig uneingeschränkter Funktion des Einstellstücks vermeiden, dass ein erhöhter Bauraumbedarf für den Kraftstoffinjektor benötigt wird.

[0008] Konkret wird vorgeschlagen, dass der kompressible Bereich den starren Bereich in Form insbesondere eines Ringes konzentrisch umgibt. Da der Ring somit im radial äußeren Bereich des Einstellstücks angeordnet ist, kann ein relativ großes Dämpfungsvolumen mit relativ geringer radialer Erstreckung des kompressiblen Bereichs erzielt werden.

[0009] In einer ersten Ausführungsform der Erfindung wird vorgeschlagen, dass das kompressible Dämpfungselement mit seinem kompressiblen Bereich wenigstens eine mit Gas oder Luft befüllte Kammer aufweist. Dadurch wirkt das Gas bzw. die Luft als Dämpfungselement, wobei das Gas bzw. die Luft durch die Wand des kompressiblen Bereichs komprimiert werden kann.

[0010] Alternativ ist es jedoch auch möglich, dass der kompressible Bereich als ein Gas- oder Lufteinschlüsse aufweisender, geschäumter Bereich ist. Ein derartiges Dämpfungselement lässt sich besonders einfach bzw. relativ preiswert herstellen.

[0011] In wiederum einer weiteren alternativen Ausgestaltung kann als Dämpfungselement auch ein Wills Ring ® sein.

[0012] Wesentlich ist weiterhin, dass das Dämpfungselement im Wesentlichen erst bei einem Druck, der größer ist als der Rücklaufdruck im Einspritzsystem, kompressibel ist. Dadurch kommen die Dämpfungseigenschaften des Dämpfungselements erst zum Tragen, wenn Druckspitzen erzeugt werden, die oberhalb des Rücklaufdrucks im Einspritzsystem liegen.

[0013] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung.

[0014] Diese zeigt in:

- Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektor im Bereich seines Aktormodulraums,
- Fig. 2 ein als Dämpfungselement modifiziertes Einstellstück, wie es bei dem Kraftstoffinjektor gemäß Fig. 1 verwendet wird, in Draufsicht und
- Fig. 3 und 4 Querschnitte durch das Einstellstück gemäß Fig. 2, bei denen das Dämpfungselement jeweils unterschiedlich ausgebildet ist.

[0015] Gleiche Bauteile bzw. Bauteile mit gleicher Funktion sind in den Figuren mit denselben Bezugsziffern versehen.

[0016] In der Fig. 1 ist der obere, brennraumferne Bereich eines erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektors 10 dargestellt, wie er als Common-Rail-Injektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen nicht dargestellten Brennraum einer Brennkraftmaschine dient. Hierbei ist jedem Zylinder der Brennkraftmaschine ein separater Kraftstoffinjektor 10 zugeordnet, und der Systemdruck in dem Kraftstoffeinspritzsystem beträgt mehr als 1.500bar, vorzugsweise mehr als 2.000bar.

[0017] Da derartige Kraftstoffinjektoren aus dem Stand der Technik allgemein bekannt sind, wird im Folgenden der Kraftstoffinjektor 10 nur in soweit beschrieben, als dies für das Verständnis der Erfindung wesentlich ist.

[0018] Der Kraftstoffinjektor 10 weist ein insgesamt hülsenförmiges Ventilgehäuse 11 auf, das insbesondere mehrteilig ausgebildet sein kann, wobei Gehäuseteile 12, 13 des Ventilgehäuses 11 beispielsweise über eine Gewindeverbindung 14 miteinander druckfest verbunden bzw. verschraubt sind. In dem Ventilgehäuse 11 ist ein Aktormodulraum 15 ausgebildet, der der Aufnahme eines Piezoaktors 18 dient. Der in Form eines Piezostapels ausgebildete Piezoaktor 18 ist über nicht dargestellte elektrische Leitungen ansteuerbar, derart, dass sich dessen Länge bei einer Bestromung des Piezoaktors 18 ausdehnt. Der Piezoaktor 18 dient in an sich bekannter Art und Weise zum zumindest mittelbaren betätigen einer Ventilmadel 20, die auf der dem Brennraum zugewandten Seite des Kraftstoffinjektors 10 in dem Ventilgehäuse 11 entsprechend des Doppelpfeils 21 auf- und abbeweglich angeordnet ist. Hierbei wird die Bewegung des Piezoaktors 18 über einen Druckübersetzer 22 auf die Ventilmadel 20 übertragen, die mittels einer Druckfeder 23 bei unbestromtem Piezoaktor 18 in eine Schließstellung gedrückt wird, bei der diese im Ventilgehäuse 11 ausgebildete und nicht dargestellte Einspritzöffnungen verschließt. Die Ventilmadel 20 ist in einem Hochdruckraum 25 angeordnet, in dem der angesprochene Systemdruck herrscht.

[0019] Der Aktormodulraum 15 ist über eine Verbindung 26 mit einer Rücklaufleitung 27 hydraulisch gekoppelt, die zum Abführen insbesondere von Leckageverlusten des Kraftstoffinjektors 10 in ein Kraftstoffrücklaufsystem des Einspritzsystems dient. Hierbei herrscht in der Rücklaufleitung 27 bzw. dem Aktormodulraum 15 bei nicht betätigtem Piezoaktor 18 beispielsweise ein Rücklaufdruck von ungefähr 10bar.

[0020] Das der Ventilmadel 20 zugewandte Ende des Piezoaktors 18 ist über ein Bauteil 28 mit einem Ventilkolben 29 gekoppelt, wobei das Bauteil 28 mittels einer Druckfeder 30 in Richtung der Ventilmadel 20 gedrückt wird. Auf der dem Bauteil 28 gegenüberliegenden Seite des Piezoaktors 18 weist der Piezoaktor 18 einen Aktorfuß 31 auf. Der ringförmige Aktorfuß 31 ist hierbei von der Federkraft einer dem Piezoaktor 18 konzentrisch umgebenden Rohrfeder 33 kraftbeaufschlagt, wobei sich die Rohrfeder 33 auf der dem Aktorfuß 31 gegenüberliegenden Seite an einer Zwischenplatte 34 abstützt. Mittels der Rohrfeder 33 wird der Piezoaktor 18 bzw. der Aktorfuß 31 von der Ventilmadel 20 weggedrückt, das heißt in die der Ventilmadel 20 abgewandten Richtung kraftbeaufschlagt.

[0021] Zur axialen Positionierung des Aktorfußes 31 und somit des Piezoaktors 18 im Ventilgehäuse 11 ist ein Einstellstück 35 vorgesehen. Das Einstellstück 35 ist zwischen dem Piezoaktor 18 bzw. dessen Aktorfuß 31 und einem ortsfesten Gehäuseteil in Form eines Zapfens 36 angeordnet und im Ausführungsbeispiel ringförmig ausgebildet. Über die Höhe bzw. Dicke des Einstellstücks 35 lässt sich somit die axiale Position des Aktorfußes 31, der seinerseits von der Rohrfeder 33 kraftbeaufschlagt ist, einstellen.

[0022] Beim Betätigen bzw. Ansteuern des Piezoaktors 18 zum Auf- und Abbewegen der Ventilmadel 20 verkürzt und dehnt sich der Piezoaktor 18 mit hoher Frequenz. Dies führt zu Druckschwankungen mit Druckspitzen innerhalb des Aktormodulraums 15, die für die Bauteile des Piezoaktor 18 kritisch werden können. Daher ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass innerhalb des Aktormodulraums 15 ein Dämpfungselement 40 zur Reduzierung der hydraulischen Druckspitzen angeordnet ist. Konkret wird vorgeschlagen, dass das Dämpfungselement 40 als Teil des Einstellstücks 35 ausgebildet ist.

[0023] Wie insbesondere aus einer Zusammenschau der Fig. 1 und 2 erkennbar ist, weist das ringförmige Einstellstück 35 einen ersten, radial inneren Bereich 41 auf, der starr ausgebildet ist. Der erste Bereich 41 ist konzentrisch von einem zweiten Bereich 42 umgeben, der kompressible Eigenschaften aufweist. Wesentlich hierbei ist, dass die von der Rohrfeder 33 herrührende (mechanische) Druckkraft auf den Aktorfuß 31 über das Einstellstück 35 lediglich über den starren Bereich 41 auf das Injektorgehäuse 11 übertragen wird. Somit ist der zweite, kompressible Bereich 42 im Aktormodulraum 15 in Längsrichtung des Aktormodulraums 15 frei angeordnet, das heißt, zumindest auf der der Ventilmadel 20 zugewandten Stirnseite, vorzugsweise aber auch auf der der

Ventilnadel 20 abgewandten Stirnseite sowie radial von Kraftstoff umspült.

[0024] Bei dem in der Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der mit dem ersten Bereich 41 durch eine geeignete Verbindungsart, wie Kleben, Schweißen, Schrumpfen o.ä. verbundene zweite Bereich 42 derart ausgebildet, dass der zweite Bereich 42 eine ringförmige Kammer 45 ausbildet. In der Kammer 45 ist unter einem bestimmten Druck befindliche Luft bzw. Gas angeordnet, wobei die Wand 46 des zweiten Bereichs 42 ihrerseits eine gewisse Flexibilität aufweist, um Druckschwankungen auf die Kammer 45 zu übertragen. Wesentlich ist auch, dass durch eine entsprechende Ausbildung der Wand 46 (Material/Wandstärke) bzw. der Höhe des Drucks in der Kammer 45 eine Kompression des zweiten Bereichs 42 im wesentlichen Ausmaß erst dann auftritt, wenn der in dem Aktormodulraum 15 herrschende Druck größer ist als insbesondere der Rücklaufdruck im Einspritzsystem. Dadurch können die kompressiblen Eigenschaften des zweiten Bereichs 42 zur Dämpfung der angesprochenen Druckspitzen ausgenutzt werden.

[0025] In einer nicht dargestellten Variante der Fig. 3 ist es selbstverständlich auch möglich, anstelle einer einzigen Kammer 45 mehrere, voneinander getrennte Kammern 45 auszubilden bzw. anzuordnen.

[0026] Bei dem in der Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der zweite Bereich 42a in Form eines geschäumten Materials ausgebildet, in dem Luft- bzw. Gaseinschlüsse 47 ausgebildet sind. Auch die Luft- bzw. Gaseinschlüsse 47 bewirken eine Kompressibilität des zweiten Bereichs 42 zur Aufnahme von hydraulischen Druckspitzen.

[0027] Ergänzend wird erwähnt, dass das Dämpfungselement 40 auch in Form eines sogenannten Wills Rings[®] ausgebildet sein kann. Ein derartiger, aus Metall gefertigter Ring weist ebenfalls kompressible Eigenschaften aus.

[0028] Der soweit beschriebene Kraftstoffinjektor 10 kann in vielfältiger Art und Weise abgewandelt bzw. modifiziert werden, ohne vom Erfindungsgedanken abzuweichen. So ist es beispielsweise denkbar, das Dämpfungselement 40 an einer anderen Stelle im Aktormodulraum 15 anzuordnen. Dadurch wird gegebenenfalls jedoch ein gegenüber den Ausführungsbeispielen erhöhter Bauraum erforderlich.

Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor (10), insbesondere Common-Rail-Injektor, mit einem Injektorgehäuse (11), in dem eine auf- und abbewegliche Ventilnadel (20) angeordnet ist, sowie einem Piezoaktor (18) zum zumindest mittelbaren Betätigen der Ventilnadel (20), wobei der Piezoaktor (20) in einem mit Kraftstoff befüllten Aktormodulraum (15) angeordnet ist, der mit einem Kraftstoffrücklauf (27) gekoppelt ist, und wobei der Piezoaktor (18) in Richtung der der Ventilnadel (20)

abgewandten Seite kraftbeaufschlagt ist,

dadurch gekennzeichnet,

dass in dem Aktormodulraum (15) ein kompressibles Dämpfungselement (40) zur Reduzierung von hydraulischen Druckspitzen angeordnet ist.

2. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Dämpfungselement (40) zwischen dem Piezoaktor (18) und dem Ventilgehäuse (11) auf der der Ventilnadel (20) abgewandten Seite des Piezoaktors (18) angeordnet ist.

3. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Dämpfungselement (40) Teil eines Einstellstücks (35) zur Einstellung der axialen Position des Piezoaktors (18) im Aktormodulraum (15) ist.

4. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Einstellstück (35) einen kompressiblen Bereich (42; 42a) und einen starren Bereich (41) aufweist, wobei der kompressible Bereich (42; 42a) mit Kraftstoff in Berührung steht.

5. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass der kompressible Bereich (42; 42a) den starren Bereich (41), insbesondere in Form eines Ringes konzentrisch umgibt.

6. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass der kompressible Bereich (42) wenigstens eine mit Gas oder Luft befüllte Kammer (45) aufweist.

7. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass der kompressible Bereich (42a) als ein Gas- oder Lufteinschlüsse aufweisender, geschäumter Bereich ist.

8. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 2 bis 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Dämpfungselement (40) ein Wills Ring[®] ist.

9. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 5 bis 8,

dadurch gekennzeichnet,

dass der starre Bereich (41) über einen in Wirkverbindung mit einer Feder (35) angeordneten Aktorfuß (31) kraftbeaufschlagt beaufschlagt.

10. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Dämpfungselement (40) im Wesentlichen erst bei einem Druck oberhalb eines Rücklaufdrucks

kompressibel ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5

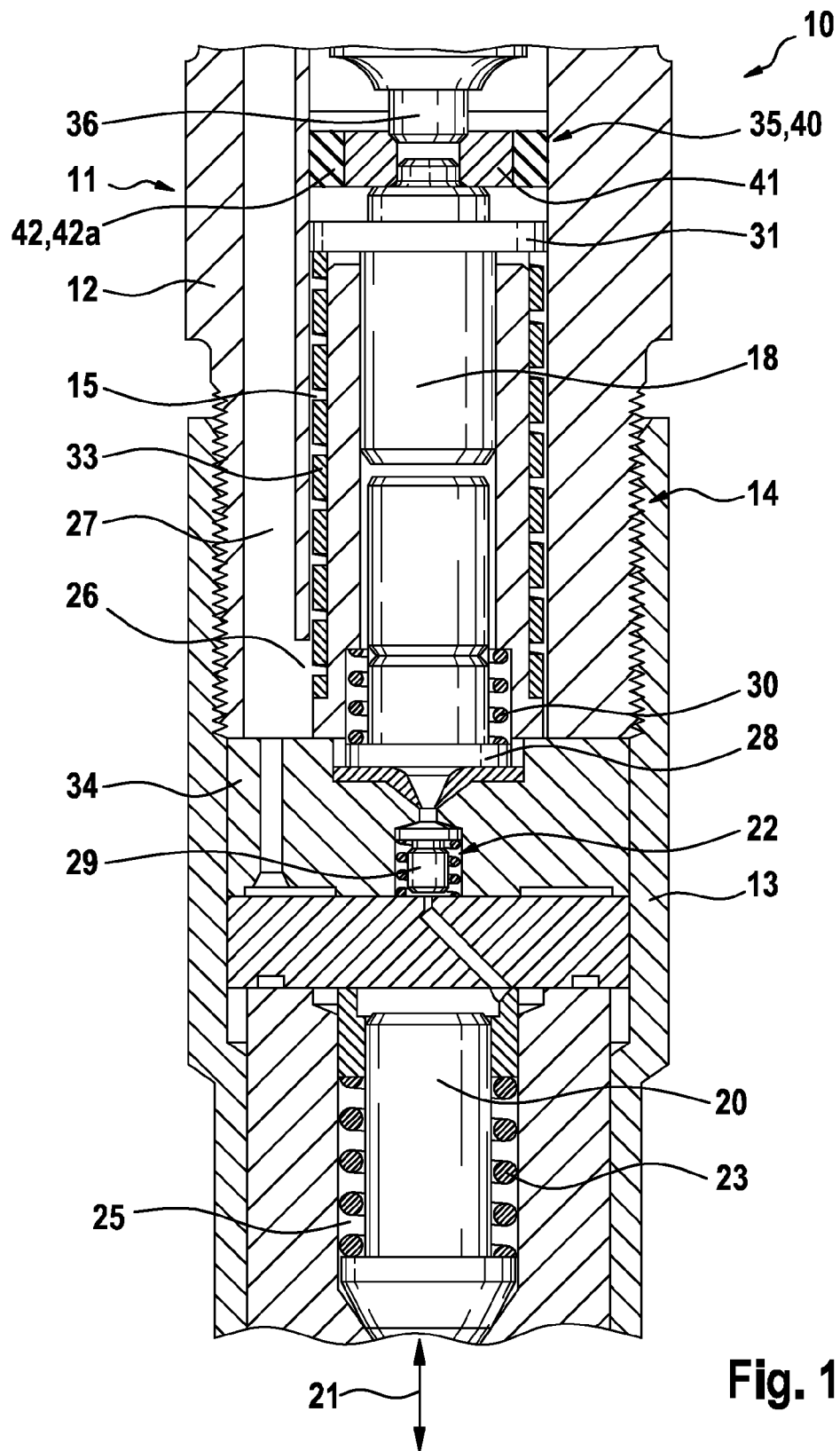
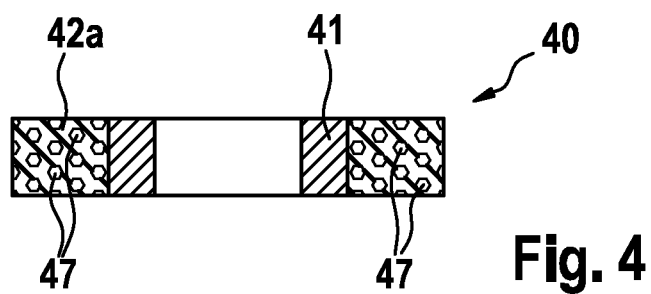
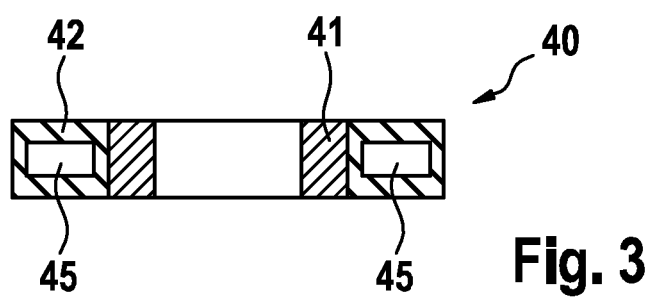
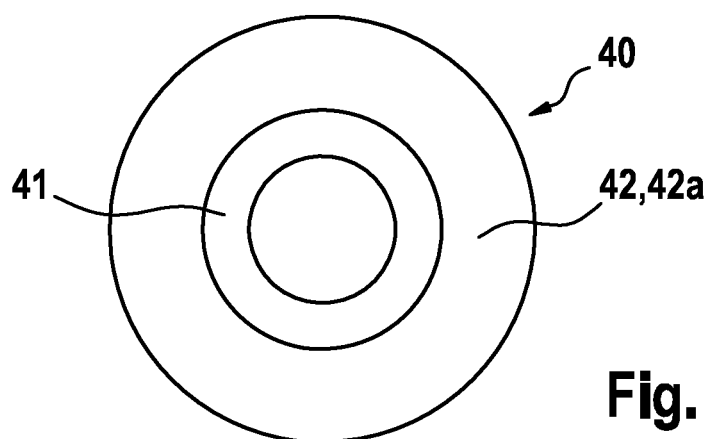


Fig. 1



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102006026381 A1 [0002]