

(19)



(11)

**EP 2 372 138 A2**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**05.10.2011 Patentblatt 2011/40**

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

(21) Anmeldenummer: **11155521.5**

(22) Anmeldetag: **23.02.2011**

(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: **Rapp, Holger**  
**71254, Ditzingen (DE)**

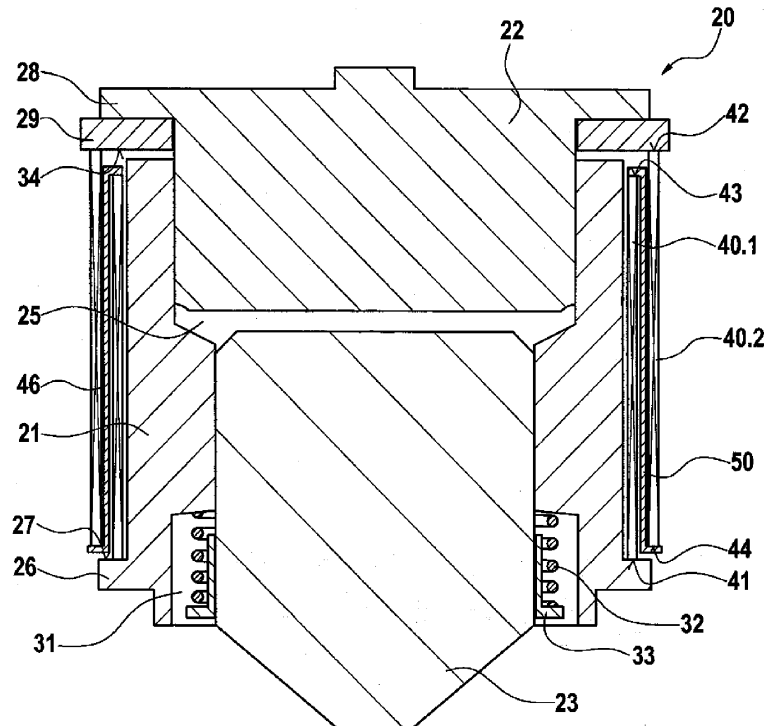
(30) Priorität: **30.03.2010 DE 102010003418**

(54) **Kraftstoffinjektor mit hydraulischer Kopplereinheit**

(57) Es wird ein Kraftstoffinjektor mit einer hydraulischen Kopplereinheit (20) vorgeschlagen, die einen Kopplerkolben (22) und einen Ventilkolben (28) aufweist, die jeweils in einem Kopplerkörper (21) axial verschiebbar geführt sind und zwischen sich ein Kopplerspaltvolumen (25) aufweisen. Zur Vorspannung des Kopplerkolbens (22) in Richtung eines Aktorelements (16) ist eine Vorspannfederelement (50) mit einer inneren Vorspann-

feder (40.1) und einer äußeren Vorspannfeder (40.2) vorgesehen. Die innere Vorspannfeder (40.1) und die äußere Vorspannfeder (40.2) weisen jeweils zu einem sich kopplereinheitseitig abstützenden Ende (41, 42) ein gegenüberliegendes freies Ende (43, 44) auf, an welchen ein Verbindungselement (50) angreift, welches die innere Vorspannfeder (40.1) und die äußere Vorspannfeder (40.2) zur Kraftübertragung in Vorspannrichtung verbindet.

**Fig. 2**



**EP 2 372 138 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Kraftstoffinjektor mit einer hydraulischen Kopplereinheit nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

### Stand der Technik

**[0002]** Aus DE 103 22 672 A1 ist ein Kraftstoffinjektor bekannt, bei welchem in einem Injektorgehäuse unter anderem eine hydraulische Kopplereinheit angeordnet ist. Die hydraulische Kopplereinheit umfasst einen Kopplerkörper, in welchem ein Kopplerkolben und ein Ventilkolben jeweils axial verschiebbar geführt sind, wobei beide Bauteile zwischen sich einen mit Kraftstoff gefüllten Druckraum definieren, welcher ein sogenanntes Koppplerspaltvolumen bildet. Der Kopplerkolben steht dabei mit einem Aktorelement in Verbindung, dessen Betätigung eine translatorische Bewegung des Kopplerkolbens in Richtung des Druckraums entgegen einer Vorspannfeder hervorruft, die koaxial außerhalb des Kopplerkörpers angeordnet ist und zum Einen eine Rückstellbewegung des Kopplerkolbens nach erfolgter Betätigung und zum Anderen eine nötige Vorspannung der Aktoreinheit gewährleistet.

**[0003]** Mit der DE-Patentanmeldung 102009029412.0 wurde bereits vorgeschlagen, durch eine parallele Ineinanderschaltung von zwei Vorspannfedern eine Erhöhung der Vorspannung der Aktoreinheit bei gleichzeitiger Bauraumeinsparung in axialer Richtung zu ermöglichen. Die Steifigkeit der Vorspannfeder steigt aber umgekehrt proportional mit der Länge der Vorspannfeder, so dass die parallel geschalteten verkürzten Vorspannfedern eine höhere Federkonstante aufweisen, welches eine verringerte Einstellgenauigkeit der Vorspannkraft der Vorspannfeder bedeutet. Dies hat wiederum eine erhöhte Sensitivität der Vorspannkraft gegenüber temperatur- oder kraftbedingten Änderungen der Kopplerlänge zur Folge. Ein Ausgleich der hohen Federsteifigkeit durch Schwächung des Materials an den federnden Stellen der Vorspannfeder führt andererseits zu einer Überlastung der Vorspannfeder.

### Offenbarung der Erfindung

**[0004]** Der Kraftstoffinjektor mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, dass bei verringerter Baulänge der Kopplereinheit Vorspannfedern mit vergleichbarer Federkonstante und Materialbelastung einsetzbar sind, die bei den bisher üblichen langen Kopplereinheiten zum Einsatz kommen.

**[0005]** Dies wird dadurch erreicht, dass eine Reihenschaltung von koaxial angeordneten Vorspannfedern ausgeführt ist, indem eine innere Vorspannfeder und eine äußere Vorspannfeder jeweils zu einem kopplereinheitseitig abstützenden Ende ein gegenüberliegendes freies Ende aufweisen, an welchem jeweils ein Ende eines Verbindungselements angreift, welches die innere

Vorspannfeder und die äußere Vorspannfeder zur Kraftübertragung in Vorspannrichtung verbindet.

**[0006]** Weiterbildungen der Erfindung sind durch die Maßnahmen der Unteransprüche möglich.

5 **[0007]** Die beiden Vorspannfedern sind mit einem radialen Spalt radial beabstandet voneinander angeordnet, wobei das Verbindungselement innerhalb des radialen Spaltes positioniert ist. Zur Vermeidung eines Reibschlusses sind die beiden Vorspannfedern ebenfalls radial beabstandet vom Verbindungselement positioniert.

10 **[0008]** Die Kraftübertragung von der inneren Vorspannfeder auf die äußere Vorspannfeder erfolgt dadurch, dass am Verbindungselement an beiden Enden jeweils ein abgewinkelter Abschnitt als Auflagefläche für das jeweilige freie Ende der inneren Vorspannfeder und der äußeren Vorspannfeder ausgebildet ist.

15 **[0009]** Das Verbindungselement ist gemäß einer ersten Ausführungsform rotationssymmetrisch in Form einer zylindrischen Hülse oder gemäß einer zweiten Ausführungsform rotationssymmetrisch in Form einer konischen Hülse ausgeführt. Es ist aber auch eine dritte Ausführungsform möglich, indem das Verbindungselement aus mindestens drei Laschen ausgeführt ist, welche im Wesentlichen gleichmäßig über den Umfang der inneren und der äußeren Vorspannfeder verteilt innerhalb des radialen Spaltes angeordnet sind.

20 **[0010]** Eine besonders kompakte Ausführung der Kopplereinheit wird erreicht, indem das kopplereinheitseitig abstützende Ende der einen Vorspannfeder zumindest mittelbar am Kopplerkörper und das kopplereinheitseitig abstützenden Ende der anderen Vorspannfeder zumindest mittelbar am Kopplerkolben angreift. Dabei kann für das eine kopplereinheitseitig abstützende Ende der einen Vorspannfeder eine Stützfläche am Kopplerkörper ausgebildet sein und das kopplereinheitseitig abstützende Ende der anderen Vorspannfeder kann zumindest mittelbar am Kopplerkolben angreifen. Es ist aber genauso möglich, dass das eine kopplereinheitseitig abstützende Ende der einen Vorspannfeder zumindest mittelbar am Kopplerkolben angreift und dass das für das kopplereinheitseitig abstützende Ende der anderen Vorspannfeder eine Stützfläche am Kopplerkörper ausgebildet ist.

25 **[0011]** Eine besonders große Vorspannkraft lässt sich erzielen, wenn die zwei koaxial angeordneten Vorspannfedern als Rohrfedern ausgeführt sind.

### Ausführungsbeispiele

30 **[0012]** Zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

**[0013]** Es zeigen:

35 **Figur 1** eine Schnittdarstellung durch einen kopplereinheitseitigen Teil eines Kraftstoffinjektors nach dem Stand der Technik,  
**Figur 2** eine Schnittdarstellung einer Kopplereinheit

gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung,  
 Figur 3 eine Schnittdarstellung eines Verbindungselements in Figur 2,  
 Figur 4 eine Schnittdarstellung einer Kopplereinheit gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung und  
 Figur 5 eine Schnittdarstellung eines Verbindungselement in Figur 4.

**[0014]** Der in Figur 1 dargestellte Ausschnitt eines Kraftstoffinjektors zeigt ein erstes Gehäuseteil 11, ein zweites Gehäuseteil 12 und eine dazwischen angeordnete Ventilplatte 13, welche mittels einer Spannmutter 14 hydraulisch dicht verspannt sind. Im Gehäuseteil 11 ist eine Aktoreinheit 15 mit beispielsweise einem Piezo-Aktorelement 16 und eine Kopplereinheit 20 angeordnet. In der Ventilplatte 13 befindet sich ein Ventilelement 17 mit einem Ventilbolzen 18, welcher bei einer translatorischen Bewegung von einem Ventilsitz weggedrückt wird, wodurch ein nicht dargestellter Steuerraum, dem eine nicht dargestellte Düsennadel mit einer Steuerfläche ausgesetzt ist, mit einem Niederdruck-/Rücklaufsystem verbunden wird. Dadurch wird die Düsennadel von einem Düsennadelsitz abgehoben und Kraftstoff in den Brennraum einer Brennkraftmaschine eingespritzt.

**[0015]** Die in den Figuren 1, 2 und 4 dargestellte Kopplereinheit 20 umfasst einen Kopplerkörper 21, in dem in der Zeichnungsebene oben ein Kopplerkolben 22 und in der Zeichnungsebene unten ein Ventilkolben 23 geführt sind. Zwischen dem Kopplerkolben 22 und dem Ventilkolben 23 ist ein Druckraum 25 angeordnet, welcher ein Kopplerspaltvolumen bildet, welches radial außen von einem Abschnitt des Kopplerkörpers 21 begrenzt ist.

**[0016]** Der Kopplerkörper 21 ist mit einem umlaufenden Bund 26 ausgeführt, an dem sich eine erste Stützfläche 27 ausbildet. Der Kopplerkolben 22 weist ebenfalls einen umlaufenden Bund 28 auf, an dem sich eine Einstellscheibe 29 abstützt. An seinem unteren Abschnitt weist der Kopplerkörper 21 eine stirnseitig offene Ausparung 31 auf, in der eine als Schraubendruckfeder ausgebildete Feder 32 angeordnet ist, die sich mit ihrem axialen unteren Ende an einer Ringschulter einer am Ventilkolben 23 befestigten Hülse 33 abstützt. Durch die Feder 32 wird der Ventilkolben 23 auf dem Ventilbolzen 18 des Ventilelements 17 gedrückt.

**[0017]** Die Kopplereinheit 20 weist weiterhin radial außerhalb des Kopplerkörpers 21 bei der Ausführung des Standes der Technik gemäß Figur 1 eine Vorspannfeder 40 auf, welche sich mit dem in der Zeichnungsebene unteren Ende an der Stützfläche 27 des Bundes 26 des Kopplerkörpers 21 und mit dem gegenüberliegenden, in der Zeichnungsfläche oberen Ende an einer weiteren Stützfläche 34 an der Einstellscheibe 29 abstützt. Die Vorspannfeder 40 drückt den Kopplerkolben 22 über die Einstellscheibe 29 und den Bund 28 gegen ein Einstellstück 35, an welchem ein Übertragungselement 36 der Aktoreinheit 15 angreift. Die Vorspannfeder 40 sorgt da-

durch zum Einen für eine Vorspannung des Kopplerkolbens 22 gegen die Aktoreinheit 15 und bewirkt zum Anderen mittelbar über die Einstellscheibe 29, den Kopplerkolben 22 und das Einstellstück 35 eine für eine Funktionsfähigkeit des Systems notwendige Vorspannung der Aktoreinheit 15.

**[0018]** Bei Betätigung des Aktorelements 16 wird der Kopplerkolben 22 über das Einstellstück 35 und entgegen der Vorspannkraft der Vorspannfeder 40 translatorisch in Richtung des Ventilbolzens 18 bewegt. Diese Bewegung wird durch den im Druckraum 25 befindlichen Kraftstoff auf das kopplereinheitseitige Ende des Ventilkolbens 18 hydraulisch übertragen, wobei die axiale Bewegung des Kopplerkolbens 22 entsprechend eines Durchmesserverhältnisses von Ventilkolben 23 und Kopplerkolben 22 in eine axiale Bewegung des Ventilkolbens 23 übersetzt wird. Die durch die Aktoreinheit 15 zur Verfügung gestellte Kraft wird dementsprechend durch die Kopplereinheit 20 hydraulisch übersetzt und auf das Ventilelement 17 übertragen.

**[0019]** Bei den erfindungsgemäßen Ausführungsformen der Kopplereinheit 20 in Figur 2 und 4 sind eine innere Vorspannfeder 40.1 und eine äußere Vorspannfeder 40.2 koaxial zueinander und mit einem radialen Spalt 46 radial beabstandet voneinander angeordnet. Die innere Vorspannfeder 40.1 weist ein erstes kopplereinheitseitig abstützendes Ende 41 und ein dem ersten kopplereinheitseitig abstützendes Ende 41 gegenüberliegendes freies Ende 43 auf. Die äußere Vorspannfeder 40.2 weist ein zweites kopplereinheitseitig abstützendes Ende 42 und ein dem zweiten kopplereinheitseitig abstützendes Ende 42 gegenüberliegendes weiteres freies Ende 44 auf. Kennzeichnend für die beiden freien Enden 43, 44 der inneren Vorspannfeder 40.1 und der äußeren Vorspannfeder 40.2 ist, dass beide Enden 43, 44 nicht an einem mit der Kopplereinheit 20 fest verbundenen Bauteil abgestützt sind, sondern über ein Verbindungselement 50, das in dem radialen Spalt 46 zwischen der inneren Vorspannfeder 40.1 und der äußeren Vorspannfeder 40.2 angeordnet ist.

**[0020]** Das Verbindungselement 50 ist zweckmäßigerweise rotationssymmetrisch ausgebildet und besitzt bei der Ausführungsform gemäß Figur 3 die Form einer zylindrischen Hülse 50.1 und bei der Ausführungsform gemäß Figur 5 die Form einer konischen Hülse 50.2. Die zylindrische Hülse 50.1 und die konischen Hülse 50.2 weisen jeweils einen nach innen abgewinkelten ringförmigen Abschnitt 51 mit einer inneren Auflagefläche 51.1 und einen nach außen abgewinkelten ringförmigen Abschnitt 52 mit einer äußeren Auflagefläche 52.1 auf.

**[0021]** Beim Ausführungsbeispiel in Figur 2 stützt sich die innere Vorspannfeder 40.1 mit dem kopplereinheitseitig abstützenden Ende 41 an der Stützfläche 27 des Bundes 26 des Kopplerkörpers 23 ab. Die äußere Vorspannfeder 40.2 stützt sich mit dem kopplereinheitseitig abstützenden Ende 42 an der Stützfläche 34 der Einstellscheibe 29, d.h. mittelbar am Kopplerkolben 22 ab. Beim Verbindungselement 50.1 des Ausführungsbeispiels in

Figur 2 greift gemäß Figur 3 an der inneren Auflagefläche 51.1 das freie Ende 43 der inneren Vorspannfeder 40.1 und an der äußeren Auflagefläche 52.1 das weitere freie Ende 44 der äußeren Vorspannfeder 40.2 an.

[0022] Beim Ausführungsbeispiel in Figur 4 stützt sich die innere Vorspannfeder 40.1 mit dem kopplereinheitseitig abstützendenden Ende 41 an der Stützfläche 34 der Einstellscheibe 29, d.h. mittelbar am Kopplerkolben 22 ab. Die äußere Vorspannfeder 40.2 stützt sich mit dem kopplereinheitseitige abstützendenden Ende 42 an der Stützfläche 27 des Bundes 26 des Kopplerkörpers 23 ab. Beim Verbindungselement 50.2 des Ausführungsbeispiels in Figur 4 greift gemäß Figur 5 an der inneren Auflagefläche 51.1 das freie Ende 43 der inneren Vorspannfeder 40.1 und an der äußeren Auflagefläche 52.1 das weitere freie Ende 44 der äußeren Vorspannfeder 40.2 an.

[0023] Durch das Verbindungselement 50 mit den Ausführungsformen der zylindrischen Hülse 50.1 und der konischen Hülse 50.2 wird die Vorspannkraft in Druckrichtung von der inneren Vorspannfeder 40.1 auf die äußere Vorspannfeder 40.2 übertragen. Dadurch entsteht eine Reihenschaltung der koaxial zueinander angeordneten zwei Vorspannfedern 40.1 und 40.2.

[0024] Es ist weiterhin eine dritte Ausführungsform für ein Verbindungselement 50 denkbar, bei dem mindestens drei laschenförmige Verbindungselemente die innere Vorspannfeder 40.1 und die äußere Vorspannfeder 40.2 an zumindest drei über den Umfang im Wesentlichen gleichmäßig verteilten Stellen hintergreifen. Dadurch entstehen anstelle des rotationssymmetrischen Verbindungselementes 50 mindestens drei über den Umfang verteilte Angriffspunkte für die Kraftübertragung.

[0025] Die Ausführungsform gemäß Figur 4 bietet die Möglichkeit, dass die beiden Vorspannfedern 40.1 und 40.2 vereinheitlicht werden können, d. h., dass beide Vorspannfedern 40.1 und 40.2 gleiche Durchmesser aufweisen können, wobei lediglich die Anstellung an den Stützflächen 27 und 34 an unterschiedlichen Durchmessern mit jeweils geeigneten Gegenflächen erfolgt.

[0026] Durch Klassierung des axialen Abstandes der beiden Auflageflächen 51.1 und 52.1 am Verbindungselement 50, 50.1, 50.2 kann die Einstellung der Feder Vorspannkraft durch Auswahl des entsprechenden Verbindungselements 50, 50.1, 50.2 erfolgen. Die bisher dafür verwendete Einstellscheibe 35 kann dann vollständig entfallen, was wiederum den für die Vorspannfederkonstruktion verfügbaren Bauraum erhöht.

[0027] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird das Verbindungselement 50 als ein auf Zug belastetes, elastisch federndes Element ausgeführt. Besonders vorteilhaft ist in diesem Fall die Ausführung durch eine auf Zug belastete Rohrfeder mit den entsprechenden ringförmigen Abschnitten 51 und 52, welche die inneren Auflageflächen 51.1 und die äußere Auflagefläche 52.1 bereitstellen.

## Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor mit einer hydraulischen Kopplereinheit (20), welche einen Kopplerkolben (22) und einen Ventilkolben (23) umfasst, die gemeinsam in einem Kopplerkörper (21) axiale verschiebbar geführt sind und zwischen sich einen in radialer Richtung durch den Kopplerkörper (21) begrenzten Druckraum (25) als Kopplerspaltvolumen definieren, welcher mit Kraftstoff gefüllt ist, um eine axiale Bewegung des Kopplerkolbens (22) entsprechend eines Durchmesserhältnisses von Ventilkolben (23) zu Kopplerkolben (22) in eine axiale Bewegung des Ventilkolbens (23) umzusetzen, wobei der Kopplerkolben (22) mittels eines Vorspannfederelement (40) vom Kopplerspaltvolumen nach außen weisend gegen ein Aktorelement (16) vorgespannt ist, und wobei das Vorspannfederelement (40) mindestens von einer inneren Vorspannfeder (40.1) und einer äußeren Vorspannfeder (34.2) gebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die innere Vorspannfeder (40.1) und die äußere Vorspannfeder (40.2) jeweils zu einem sich kopplereinheitseitig abstützendenden Ende (41, 42) ein gegenüberliegendes freies Ende (43, 44) aufweisen, an welchen ein Verbindungselement (50) angreift, welches die innere Vorspannfeder (40.1) und die äußere Vorspannfeder (40.2) zur Kraftübertragung in Vorspannrichtung verbindet.
2. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Vorspannfedern (40.1, 40.2) radial beabstandet voneinander angeordnet sind und dass das Verbindungselement (50) dazwischen angeordnet ist.
3. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verbindungselement (50) an seinen beiden Enden einen nach innen abgewinkelten Abschnitt (51) mit einer inneren Auflagefläche (51.1) und einen nach außen abgewinkelten Abschnitt (52) mit einer äußeren Auflagefläche 52.1 aufweist, und dass an den Auflageflächen (51.1, 52.1) das jeweilige freie Ende (43, 44) der inneren Vorspannfeder (40.1) und der äußeren Vorspannfeder (40.2) angreift.
4. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verbindungselement (50) rotationssymmetrisch in Form einer zylindrischen Hülse (50.1) ausgebildet ist.
5. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verbindungselement (50) rotationssymmetrisch in Form einer konischen Hülse (50.2) ausgebildet ist.
6. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verbindungsele-

ment (50) aus mindestens drei Laschen ausgeführt ist, welche im Wesentlich gleichmäßig über den Umfang der inneren und der äußeren Vorspannfeder (40.1, 40.2) verteilt angeordnet sind.

5

7. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das eine kopplereinheitseitig abstützenden Ende (41) der einen Vorspannfeder (40.1) zumindest mittelbar am Kopplerkörper (21) und das kopplereinheitseitig abstützenden Ende (42) der anderen Vorspannfeder (40.2) zumindest mittelbar am Kopplerkolben (22) angreift. 10
8. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorspannfedern (40.1, 40.2) jeweils als Rohrfedern ausgebildet sind. 15
9. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verbindungselement (50) als ein auf Zug belastetes, federndes Element ausgeführt ist. 20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

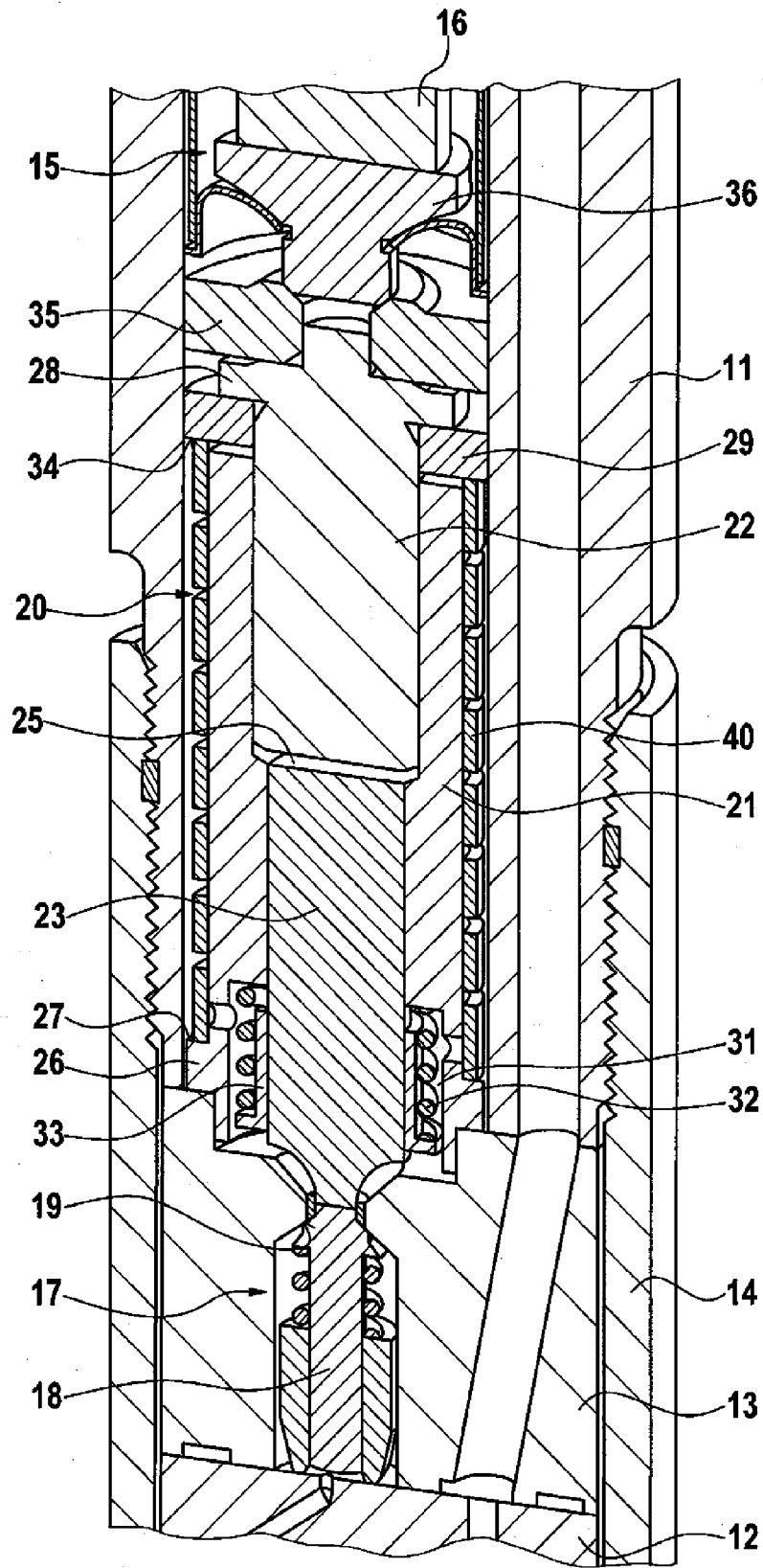


Fig. 2

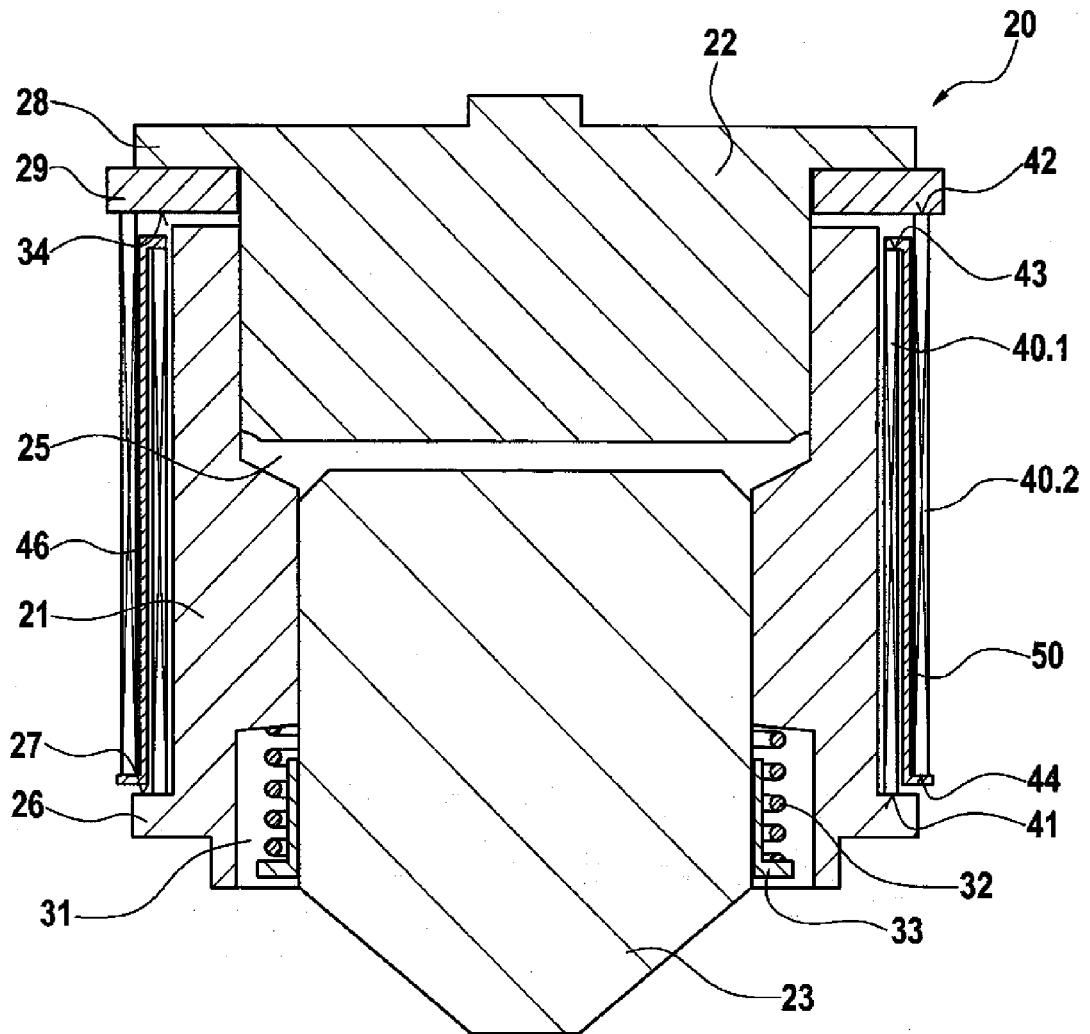


Fig. 3

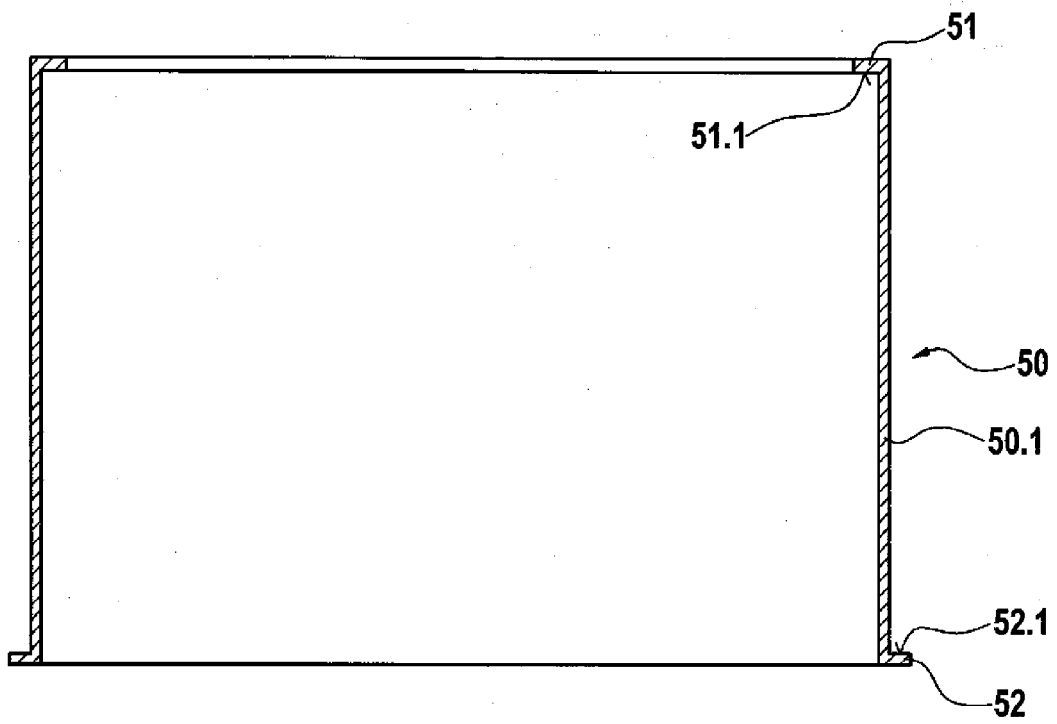


Fig. 4

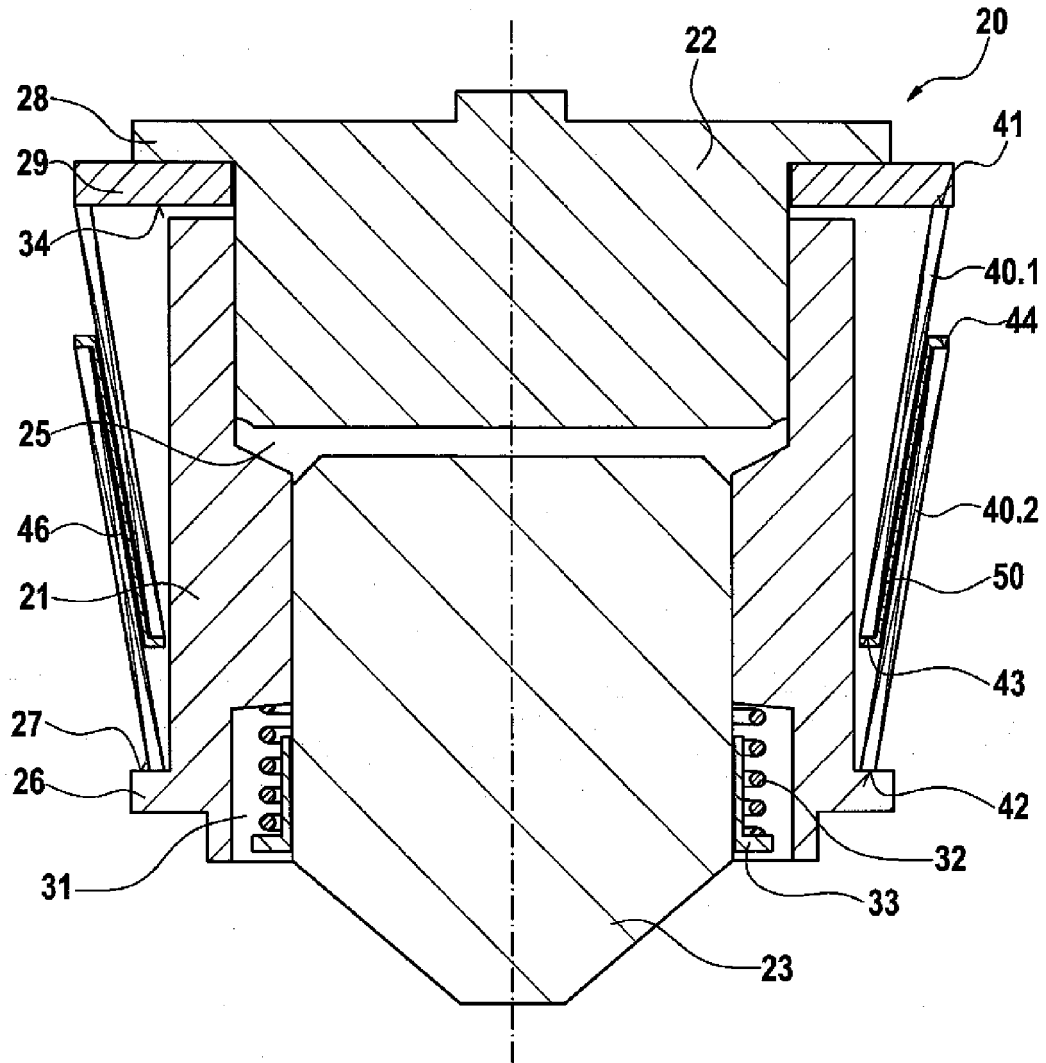
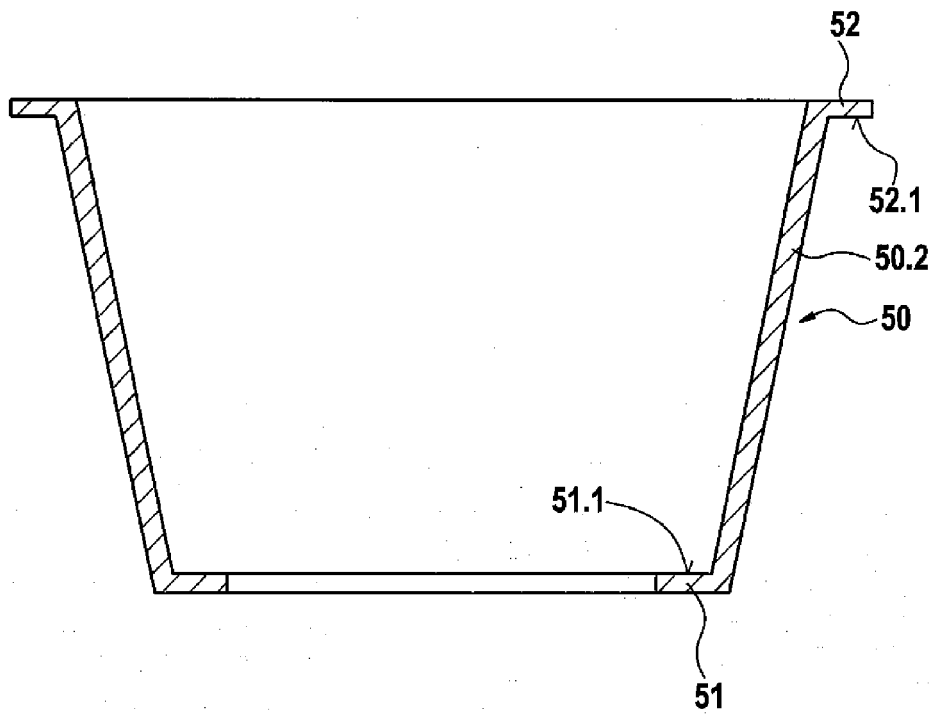


Fig. 5



**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 10322672 A1 [0002]
- DE 102009029412 [0003]