



(11)

EP 3 184 801 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
28.06.2017 Patentblatt 2017/26

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

(21) Anmeldenummer: **16197724.4**

(22) Anmeldetag: 08.11.2016

(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

Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

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

(72) Erfinder:

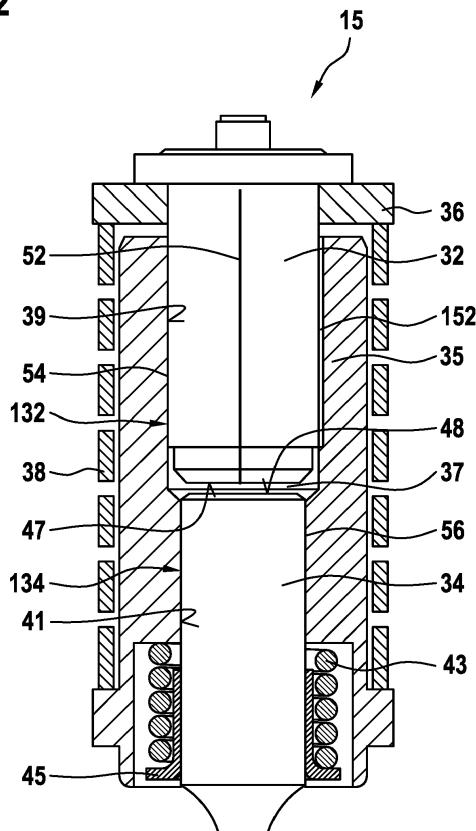
- **Boehland, Peter**
71672 Marbach (DE)
 - **Stoecklein, Wolfgang**
71332 Waiblingen (DE)

(30) Priorität: 21.12.2015 DE 102015226326

(54) HYDRAULISCHE KOPPLEREINRICHTUNG UND KRAFTSTOFFEINSPIRZVENTIL MIT EINER SOLCHEN

(57) Hydraulische Kopplereinrichtung zur Übertragung einer Bewegung eines elektrischen Aktors (14) auf ein bewegliches Bauteil mit einem Kolben (32), der an einer Führungsfläche (39; 39') mit einem Führungsabschnitt (132) geführt ist. Zwischen der Führungsfläche (39; 39') und dem Kolben (32) verbleibt ein Drosselspalt (54), wobei der Drosselspalt (54) in einen mit Fluid befüllbaren Arbeitsraum (37) mündet, der durch eine Stirnseite des Kolbens (47) begrenzt wird. An dem Führungsabschnitt (132) des Kolbens (32) und/oder an der Führungsfläche (39; 39') ist eine Nut (52; 152) ausgebildet ist, die in den Arbeitsraum (37) mündet. Die hydraulische Kopplereinrichtung kann in einem Kraftstoffeinspritzventil (1) verwendet werden, um die Bewegung eines elektrischen Aktors (14) auf ein Steuerventilelement (27) zu übertragen.

Fig. 2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine hydraulische Kopplereinrichtung, wie sie zur Übertragung einer Bewegung eines elektrischen Aktors auf ein bewegliches Bauteil Verwendung findet, und einen Kraftstoffinjektor mit einer solchen Kopplereinrichtung.

Stand der Technik

[0002] Aus der Stand der Technik sind verschiedene Kopplereinrichtungen bekannt, die dazu dienen, die Bewegung eines elektrischen Aktors, beispielsweise eines Piezoaktors oder eines magnetischen Stellers, auf ein anderes bewegliches Bauteil zu übertragen. Die Kopplereinrichtung dient dabei einerseits einer möglichen Weg- oder Kraftverstärkung und andererseits dazu, Toleranzen zwischen dem Aktor und dem zu bewegenden Bauteil auszugleichen. Als Element einer Kraftstofffeinspritzvorrichtung ist ein solcher Koppler beispielsweise aus der DE 103 22 672 A1 bekannt. Hier wird ein Kraftstoffinjektor beschrieben, der zum Öffnen und Schließen eines Steuerventils einen Piezoaktor vorsieht. Ein

Piezoaktor ist zwar sehr schnell und kann eine hohe Kraft aufbringen, jedoch kann er verglichen mit seiner Größe nur einen geringen Hub erzeugen. Deshalb ist die Funktionalität auch sehr empfindlich gegenüber Längenänderungen der beteiligten Bauteile, beispielsweise des Gehäuses. Aus diesem Grund ist zwischen dem Piezoaktor und dem zu bewegenden Bauteil, das Teil eines Steuerventils ist, ein hydraulischer Koppler vorgesehen. Der hydraulische Koppler umfasst dabei einen Primärkolben und einen Sekundärkolben, zwischen denen ein hydraulischer Arbeitsraum ausgebildet ist.

Durch die Bewegung des Primärkolbens, die durch die Bewegung des Piezoaktors geschieht, wird der Kraftstoff im hydraulischen Arbeitsraum komprimiert oder entspannt und überträgt so die Längsbewegungen des Primärkolbens auf den Sekundärkolben, der wiederum ein Steuerventilelement bewegt. Da das Volumen des hydraulischen Arbeitsraums variabel ist, kann über die Größe des hydraulischen Arbeitsraums ein Längenausgleich erreicht werden, so dass auch bei langsam thermischen Ausdehnungen der beteiligten Komponenten, beispielsweise von Primärkolben und Sekundärkolben, nach wie vor eine problemlose Übertragung des Hubs des Piezoaktors auf das Steuerventilelement erfolgt.

[0003] Für eine einwandfreie Funktion ist es unerlässlich, dass der hydraulische Arbeitsraum stets mit einem flüssigen Fluid gefüllt ist. Gasförmige Fluide sind in aller Regel nicht geeignet, da sie zu kompressibel sind, während weitgehend inkompressible Flüssigkeiten die Längsbewegung des Primärkolbens auf den Sekundärkolben in der Regel problemlos übertragen können. Es muss also in jedem Fall verhindert werden, dass der hydraulische Arbeitsraum leerläuft oder nur teilweise mit Flüssigkeit gefüllt ist, was bei dem bekannten hydraulischen Koppler durch Leckagespalte erreicht wird. Diese Leckagespalte sind beispielsweise zwischen einer umgebenden Hülse und dem Primärkolben ausgebildet und so bemessen, dass der hydraulische Arbeitsraum dann, wenn hydraulische Koppler nicht betrieben wird, durch Zu- oder Abfluss von Kraftstoff durch diese Drosselspalte mit Kraftstoff gefüllt oder entleert werden kann und so immer gerade mit Kraftstoff bzw. einem flüssigen Arbeitsmedium gefüllt ist.

[0004] Die Drosselspalte haben die Eigenschaft, dass deren Durchflusswiderstand bei gegebener Druckdifferenz zwischen beiden Seiten des Drosselspaltes mit der dritten Potenz der Höhe des Drosselspaltes skaliert. Der Durchfluss durch den Drosselspalt ist entsprechend empfindlich auf geometrische Schwankungen, also auf Fertigungstoleranzen oder auch auf Änderungen in Folge thermischer Ausdehnung. Darüber hinaus muss der Drosselspalt ganz bestimmte Eigenschaften erfüllen: Einerseits darf er nicht zu groß sein, damit während des Arbeitshubs des hydraulischen Kopplers möglichst kein Kraftstoff aus dem hydraulischen Arbeitsraum verdrängt wird, denn nur so überträgt der hydraulische Koppler die Bewegung des Piezoaktors unmittelbar auf das zu bewegende Bauteil. Andererseits dürfen die Drosselspalte nicht zu klein sein, damit der hydraulische Arbeitsraum während der Betriebspausen des hydraulischen Kopplers schnell und effektiv wieder mit dem flüssigen Fluid befüllt werden muss. Da, wie schon erwähnt, der Durchflusswiderstand durch den Drosselspalt sehr empfindlich auf geometrische Änderungen ist, ist die exakte Fertigung eines solchen hydraulischen Kopplers aufwendig und damit kostenintensiv.

Vorteile der Erfindung

[0005] Die erfindungsgemäße hydraulische Kopplereinrichtung zur Übertragung einer Bewegung eines elektrischen Aktors auf ein bewegliches Bauteil weist demgegenüber den Vorteil auf, dass der hydraulische Koppler günstig zu fertigen ist und dabei der Zu- und Abfluss aus dem hydraulischen Arbeitsraum zuverlässig kontrolliert. Dazu weist die hydraulische Kopplereinrichtung einen Kolben auf, der an einer Führungsfläche mit einem Führungsabschnitt geführt ist, so dass zwischen der Führungsfläche und dem Kolben ein Drosselspalt verbleibt. Darüber hinaus ist ein mit einem Fluid befüllbarer Arbeitsraum vorhanden, der durch eine Stirnseite des Kolbens begrenzt wird und in den der Drosselspalt mündet. An dem Führungsabschnitt des Kolbens und/oder an der Führungsfläche ist eine Nut ausgebildet, die in den Arbeitsraum mündet.

[0006] Durch die Ausbildung der Nut, die in einfacher Weise hergestellt werden kann, lässt sich so ein bestimmter Zuflussquerschnitt zur Verfügung stellen, dessen Durchflussquerschnitt über die Tiefe und Form der Nut leicht variiert

werden kann. Über die Nut lässt sich der hydraulische Arbeitsraum befüllen oder entleeren, wobei dieser Durchflussquerschnitt unabhängig vom Drosselspalt des Kopplers ist. Der Drosselspalt, der zwischen dem Kolben und der Führungsfläche ausgebildet ist, kann entsprechend so eng wie möglich gewählt werden, damit der Zu- bzw. Abfluss von flüssigem Fluid in den hydraulischen Arbeitsraum ausschließlich oder zumindest überwiegend durch die Nut geschieht.

5 [0007] In einer ersten vorteilhaften Ausgestaltung verbindet die Nut den hydraulischen Arbeitsraum mit einem Fluidraum, so dass ein Zu- bzw. Abfluss von flüssigem Fluid aus dem hydraulischen Arbeitsraum ermöglicht wird. Dadurch ist die stetige Befüllung des hydraulischen Arbeitsraums zuverlässig gewährleistet.

10 [0008] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist der hydraulische Arbeitsraum zusätzlich von der Stirnseite eines weiteren Kolbens begrenzt. Dadurch wird die Bewegung des Kolbens, der das flüssige Fluid im hydraulischen Arbeitsraum komprimiert, zuverlässig auf einen weiteren Kolben übertragen, der wiederum entweder das zu bewegende Bauteil darstellt oder der ein weiteres Bauteil bewegt, welches mit dem weiteren Kolben verbunden ist.

15 [0009] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist der weitere Kolben mit einem Führungsabschnitt an einer weiteren Führungsfläche geführt, wobei ein zwischen dem weiteren Kolben und der weiteren Führungsfläche verbleibender Drosselspalt in den Arbeitsraum mündet. Auf diese Weise lässt sich der hydraulische Arbeitsraum zusätzlich über diesen Drosselspalt mit Fluid befüllen.

20 [0010] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist im Führungsabschnitt des weiteren Kolbens oder in der weiteren Führungsfläche zusätzlich oder an Stelle der Nut eine weitere Nut ausgebildet, die in den Arbeitsraum mündet. Dadurch lässt sich der hydraulische Arbeitsraum über eine weitere Nut mit flüssigem Fluid befüllen, so dass der Querschnitt der ersten Nut klein gehalten werden kann. Auch hier trennt in vorteilhafterweise der Führungsabschnitt des weiteren Kolbens den Arbeitsraum von einem Fluidraum, wobei die weitere Nut den Fluidraum und den hydraulischen Arbeitsraum verbindet.

25 [0011] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung sind die Führungsfläche und die weitere Führungsfläche als Bohrungen in derselben Hülse ausgebildet. Die Hülse dient weiterhin der Aufnahme des Kolbens und des weiteren Kolbens, so dass der hydraulische Arbeitsraum durch die Hülse, die Stirnseite des Kolbens und eine weitere Stirnseite des weiteren Kolbens begrenzt wird. Auf diese Weise lässt sich ein kompakter Aufbau des hydraulischen Kopplers erreichen, insbesondere ein geringer Außendurchmesser.

30 [0012] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist die Nut oder die weitere Nut zumindest abschnittsweise mäandrförmig ausgebildet, wobei auch beide Nuten diese Form aufweisen können. Über die Länge der Nut lässt sich der Durchflusswiderstand der Nut einstellen, da bei einer direkten Verbindung in Längsrichtung des Kolbens bzw. des weiteren Kolbens der Durchflusswiderstand zu gering sein kann. Um die Länge der Nuten zu erhöhen, können diese auch zumindest abschnittsweise schraubenförmig ausgebildet sein und den Kolben bzw. den weiteren Kolben umgeben. Dabei kann die Nut oder die weitere Nut mittels eines Lasers hergestellt sein, der eine Oberflächenbearbeitung mit der notwendigen Präzision und mit niedrigen Kosten erlaubt.

35 [0013] Weiterhin ist ein erfindungsgemäßer Kraftstoffinjektor zur Kraftstoffhochdruckeinspritzung vorgesehen, der eine Düsenadel zum Öffnen und Schließen wenigstens einer Einspritzöffnung aufweist und der einen mit Kraftstoff befüllbaren Steuerraum aufweist, wobei der Druck im Steuerraum zumindest mittelbar eine Schließkraft auf die Düsenadel ausübt. Weiterhin ist ein Steuerventil zur Verbindung des Steuerraums mit einem Fluidraum vorhanden, wobei das Steuerventil ein bewegliches Steuerventilelement umfasst. Und es ist ein elektrischer Aktor vorhanden, der mit einer hydraulischen Kopplereinrichtung gemäß Anspruch 1 so zusammenwirkt, dass die Bewegung des elektrischen Aktors auf das Steuerventilelement zumindest mittelbar übertragen wird. Durch das Vorsehen der hydraulischen Kopplereinheit im Kraftstoffinjektor lässt sich eine zuverlässige Funktion des Steuerventils gewährleisten und damit eine einwandfreie Funktion des Kraftstoffeinspritzventils über die gesamte Lebensdauer.

Zeichnung

45 [0014] In der Zeichnung ist eine erfindungsgemäße hydraulische Kopplereinrichtung dargestellt, und ein erfindungsgemäßer Kraftstoffinjektor. Dazu zeigt

50 Figur 1 ein erfindungsgemäßer Kraftstoffinjektor mit den wesentlichen Anbaukomponenten, welches eine hydraulische Kopplereinrichtung aufweist,
 Figur 2 eine vergrößerte Darstellung der in Figur 1 gezeigten hydraulischen Kopplereinrichtung,
 Figur 3 eine alternative Ausgestaltung der erfindungsgemäßen hydraulischen Kopplereinrichtung und
 Figur 4, Figur 5 und Figur 6 weitere Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Kopplereinrichtung.

55 Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0015] In Figur 1 ist ein erfindungsgemäßer Kraftstoffinjektor mit einer erfindungsgemäßen hydraulischen Kopplerein-

richtung dargestellt. Der Kraftstoffinjektor 1 dient zur Einspritzung von Kraftstoff unter hohem Druck in einen in der Zeichnung nicht dargestellten Brennraum einer Brennkraftmaschine. Dazu ist ein Kraftstofftank 3 vorgesehen, von dem eine Kraftstoffleitung 4 ausgeht, über die Kraftstoff einer Kraftstoffhochdruckpumpe 5 zugeführt wird. Die Kraftstoffhochdruckpumpe 5 verdichtet den Kraftstoff und leitet ihn über eine Hochdruckleitung 7 einem Kraftstoffhochdruckspeicher 8 zu, in dem der verdichtete Kraftstoff gespeichert wird. Der Kraftstoffinjektor 1 weist ein Gehäuse 10 auf, das eine Ventilplatte 20, eine Drosselplatte 30, und einen Düsenkörper 40 umfasst, die in dieser Reihenfolge aneinander anliegen und durch eine Spannmutter 42 flüssigkeitsdicht gegeneinander verspannt sind. Eine vom Kraftstoffhochdruckspeicher 8 ausgehende Hochdruckleitung 9 mündet in einen im Gehäuse 10 ausgebildeten Hochdruckkanal 12, wobei auch mehrere Kraftstoffinjektoren an den Kraftstoffhochdruckspeicher angeschlossen sein können. Der Kraftstoffhochdruckkanal 12 mündet innerhalb des Düsenkörpers 40 in einen Druckraum 18, der als Längsbohrung im Düsenkörper 40 ausgebildet ist. Innerhalb des Druckraums 18 ist eine längsbewegliche kolbenförmige Düsenadel 17 längsbeweglich aufgenommen, die mit einem im Düsenkörper 40 ausgebildeten Düsensitz 19 zusammenwirkt und durch ihre Längsbewegung eine oder mehrere Einspritzöffnungen 22 öffnet und schließt. Mit ihrem dem Düsensitz 19 abgewandten Ende ist die Düsenadel 17 in einer Führungshülse 23 geführt, zwischen der und einem Absatz der Düsenadel 17 eine Düsenfeder 21 unter Druckvorspannung angeordnet ist, die einerseits die Düsenadel 17 gegen den Düsensitz 19 vorspannt und andererseits die Führungshülse 23 gegen die Drosselplatte 30.

[0016] Zur Steuerung der Längsbewegung der Düsenadel 17 dient der Druck in einem Steuerraum 25, der von der düsensitzabgewandten Stirnseite der Düsenadel 17, der Führungshülse 23 und der Drosselplatte 30 begrenzt wird. Der Steuerraum 25 ist über eine Zulaufdrossel 29, die in der Drosselplatte 30 ausgebildet ist, mit dem Hochdruckkanal 12 verbunden, so dass stets eine Verbindung zum Hochdruck besteht. Zur Entlastung des Steuerraums 25 dient ein Steuerventil 26, das innerhalb der Ventilplatte 20 angeordnet ist und das ein Steuerventilelement 27 umfasst, welches beweglich angeordnet ist. Durch die Bewegung des Steuerventilelements 27 wird eine Ablaufdrossel 28 geöffnet oder geschlossen, durch die der Steuerraum 25 mit einem im Gehäuse 10 ausgebildeten Niederdruckraum 11 verbindbar ist, der über eine Rücklaufleitung 13 mit dem Kraftstofftank 3 verbunden ist, so dass im Niederdruckraum 11 immer ein niedriger Kraftstoffdruck herrscht.

[0017] Zur Bewegung des Steuerventilelements 27 dient ein elektrischer Aktor, der hier als Piezoaktor 14 ausgebildet ist und der innerhalb des Niederdruckraums 11 angeordnet ist. Zur Übertragung der Längenausdehnung des Piezoaktors 14 auf das Steuerventilelement 27 dient eine hydraulische Kopplereinrichtung 15, welche zwischen dem Piezoaktor 14 und dem Steuerventilelement 27 angeordnet ist. Die in Figur 2 nochmals vergrößert dargestellte hydraulische Kopplereinheit 15 umfasst dabei einen Kolben 32, welcher direkt mit dem Piezoaktor verbunden ist, so dass er durch die Längenausdehnung des Piezoaktors 14 in seiner Längsrichtung bewegt wird. Der Kolben 32 ist in einer Hülse 35 geführt, wobei der Kolben 32 einen Führungsbereich 132 aufweist, mit der er in der Hülse 35 geführt ist, wobei die Hülse 35 an ihrer Innenseite eine Führungsfläche 39 ausbildet, in der der Führungsabschnitt 132 geführt ist. Zwischen der Führungsfläche 39 und dem Kolben 32 ist ein Drosselspalt 54 ausgebildet, da der Kolben 32 einen geringfügig kleineren Durchmesser aufweist als die Führungsfläche 39, die hier als Bohrung in der Hülse 35 ausgebildet ist. Die Hülse 35 weist darüber hinaus eine zweite Führungsfläche 41 auf, in der ein weiterer Kolben 34 längsbeweglich geführt ist.

[0018] Durch die Stirnseite 47 des Kolbens 32 und die weitere Stirnseite 48 des weiteren Kolbens 34 wird ein hydraulischer Arbeitsraum 37 begrenzt, der radial nach außen von der Hülse 35 umschlossen wird. Zur Lagefixierung der Hülse 35 dient eine Federhülse 38, die unter Vorspannung zwischen einem Absatz der Hülse 35 und einer Stützplatte 36 angeordnet ist, die sich wiederum an einem Absatz des Kolbens 32 abstützt, so dass durch die Vorspannung der Federhülse 38 einerseits der Kolben 32 gegen den Piezoaktor 14 gedrückt wird und andererseits die Hülse 35 gegen einen Absatz im Gehäuse 11 des Kraftstoffinjektors 1. Weiterhin ist eine den weiteren Kolben 34 umgebende Schließfeder 43 vorgesehen, die sich an der Hülse 35 mit einem Ende abstützt und deren anderes Ende an einer Stützhülse 45 anliegt, wobei die Stützhülse 45 fest mit dem weiteren Kolben 34 verbunden ist. Diese Schließfeder 43 dient dazu, den weiteren Kolben 34 wieder an seine Ausgangsposition zu drücken, wenn nach Beendigung der Einspritzung das Volumen des hydraulischen Arbeitsraums 37 verändert ist.

[0019] Der hydraulische Arbeitsraum 37 ist mit Kraftstoff unter niedrigem Druck befüllt, der auch die gesamte Hülse 35 umgibt, ebenso wie den Piezoaktor 14. Die Befüllung des hydraulischen Arbeitsraums 37 geschieht dabei einerseits über die Drosselspalte 54 bzw. 56, wobei letzterer Drosselspalt zwischen der Hülse 35 und dem weiteren Kolben 34 ausgebildet ist. Zur zuverlässigen Befüllung des hydraulischen Arbeitsraums 37 mit Kraftstoff dient jedoch hauptsächlich eine Nut 52, welche im Kolben 32 vorgesehen ist und die hier in Längsrichtung des Kolbens 32 verläuft. Diese Nut 52 bildet eine hydraulische Verbindung zwischen dem Niederdruckraum 11 und dem hydraulischen Arbeitsraum 37. Alternativ oder zusätzlich kann auch eine Nut 152 vorgesehen sein, die nicht im Kolben 32, sondern an der Führungsfläche 39 der Hülse 35 vorgesehen ist und die in der Figur 2 auf der rechten Seite eingezeichnet ist, wobei die Tiefe dieser Nut der Übersichtlichkeit halber deutlich überhöht dargestellt ist.

[0020] Funktionsweise des Kraftstoffeinspritzventils und der hydraulischen Kopplereinrichtung ist wie folgt: Im Kraftstoffinjektor 1 liegt in der Hochdruckbohrung 12 der hohe Kraftstoffdruck an, der durch den Kraftstoffhochdruckspeicher 8 zur Verfügung gestellt wird. Zu Beginn ist das Steuerventil 26 geschlossen, so dass im Steuerraum 25 - bedingt durch

die Verbindung über die Zulaufdrossel 29 mit dem Hochdruckkanal 12 - der hohe Kraftstoffdruck des Einspritzdrucks herrscht, durch den die Düsennadel 17 gegen den Düsensitz 19 gedrückt wird und die Einspritzöffnungen 22 verschließt. Soll eine Einspritzung von Kraftstoff geschehen, so wird der Piezoaktor 14 bestromt. Dadurch dehnt sich der Piezoaktor 14 in seiner Längsrichtung aus und drückt den Kolben 32 in Richtung des weiteren Kolbens 34 bzw. des Düsenkörpers

5 40, in der Figur 2 bzw. der Figur 1 nach unten. Dadurch wird der Kraftstoff im hydraulischen Arbeitsraum 37 komprimiert, und durch den erhöhten Kraftstoffdruck wird jetzt der weitere Kolben 34 in Richtung des Düsenkörpers 40 gedrückt. Der weitere Kolben 34 bewegt das Steuerventilelement 27 in Richtung der Drosselplatte 30 und öffnet dadurch eine Verbindung zwischen dem Steuerraum 25 und dem Niederdruckraum 11. Durch diese Verbindung fließt Kraftstoff aus dem Steuerraum 25 in den Niederdruckraum 11 ab und der Kraftstoffdruck im Steuerraum 25 erniedrigt sich. Dadurch verringert sich auch die hydraulische Schließkraft auf die Düsennadel 17, so dass die Düsennadel 17 - angetrieben durch den Kraftstoffdruck im Druckraum 18 - vom Düsensitz 19 abhebt und die Einspritzöffnungen 22 freigibt, worauf Kraftstoff aus dem Druckraum 18 über die Einspritzöffnungen 22 austritt. Der Kraftstoff wird dabei, bedingt durch den hohen Druck, zerstäubt und gelangt in den Brennraum einer Brennkraftmaschine, wo er verbrennt. Soll die Einspritzung beendet werden, so wird die Bestromung des Piezoaktors 14 unterbrochen, so dass er sich wieder zusammenzieht, wobei durch

10 15 die Federhülse 38 sichergestellt ist, dass der Piezoaktor stets unter Druckvorspannung bleibt. Auch der Kolben 32 bewegt sich wiederum in Längsrichtung nach oben und vergrößert das Volumen des hydraulischen Arbeitsraums 37. Entsprechend sinkt der Druck im hydraulischen Arbeitsraum 37, so dass der weitere Kolben 34 ebenfalls in Richtung des Kolbens 32 gedrückt wird, was durch ein Federelement 31 angetrieben ist, welches das Steuerventilelement 27 umgibt. Das Steuerventilelement 27 verschließt die Verbindung vom Steuerraum 25 zum Niederdruckraum 11 und es

20 kann sich im Steuerraum 25 wieder der hohe Kraftstoffdruck aufbauen, der zu Beginn der Einspritzung geherrscht hat, was die Düsennadel 17 zurück in ihre Schließstellung an den Düsensitz 19 drückt.

[0021] Im hydraulischen Koppler, wie in Figur 2 nochmals vergrößert dargestellt, wird die Kraftübertragung vom Kolben 32 auf den weiteren Kolben 34 durch den hydraulischen Druck im hydraulischen Arbeitsraum 37 vermittelt. Wird der Kraftstoffdruck im hydraulischen Arbeitsraum 37 durch die Bewegung des Kolbens 32 erhöht, so ergibt sich eine Druckdifferenz zwischen dem hydraulischen Arbeitsraum 37 einerseits und dem umgebenden Kraftstoff im Niederdruckraum 11, in dem der gesamte hydraulische Kopplereinheit schwimmt. Durch diesen Druckgradienten fließt etwas Kraftstoff aus dem hydraulischen Arbeitsraum 37 über den Drosselspalt 54 und den weiteren Drosselspalt 56 in den Niederdruckraum 11, so dass am Ende der Einspritzung, wenn die Düsennadel wieder geschlossen hat, das Volumen im hydraulischen Arbeitsraum 37 etwas geringer geworden ist. Um das entwichene Volumen wieder auszugleichen, fließt auf

25 30 demselben Weg etwas Kraftstoff wieder zurück in den hydraulischen Arbeitsraum 37, da der weitere Kolben 34 durch die Schließfeder 43 nach unten gedrückt wird, so dass ein Unterdruck im hydraulischen Arbeitsraum 37 gegenüber dem Niederdruckraum 11 entsteht. Da der Zufluss durch die Drosselspalte 54 oder 56 schwer fertigungstechnisch einstellbar ist, ist die Nut 52 vorgesehen, welche in Längsrichtung auf der Oberfläche des Kolbens 32 verläuft und die eine hydraulische Verbindung zwischen dem hydraulischen Arbeitsraum 37 und dem Niederdruckraum 11 herstellt. Durch die Tiefe 35 und die Breite dieser Nut 52, also den Durchflussquerschnitt, lässt sich der Durchflusswiderstand leicht einstellen. Es ist dabei essentiell, dass der Durchfluss in einem bestimmten Bereich liegt, da einerseits der Druckaufbau im hydraulischen Arbeitsraum 37 ermöglicht werden soll, um die Bewegung möglichst ohne Verluste vom Kolben 32 auf den weiteren Kolben 34 zu übertragen. Andererseits soll auch das Wiederbefüllen des hydraulischen Arbeitsraums 37 ermöglicht werden, wenn zwischen zwei Einspritzungen die hydraulische Kopplereinrichtung in Ruhe ist. Alternativ oder 40 zusätzlich kann auch an der Führungsfläche 39 eine Nut 152 ausgebildet sein, welche ebenfalls eine hydraulische Verbindung zwischen dem hydraulischen Arbeitsraum 37 und dem Niederdruckraum 11 herstellt. Der Durchflusswiderstand der Nut 52 kann dabei so bemessen werden, dass der Zu- und Abfluss von Kraftstoff in den hydraulischen Arbeitsraum 37 praktisch ausschließlich über diese Nut 52 geschieht, wenn gleichzeitig die Drosselspalte 54, 56 sehr eng ausgeführt sind.

45 **[0022]** In Figur 3 ist eine alternative Ausgestaltung der hydraulischen Kopplereinrichtung dargestellt. Der Kolben 32' ist hier mit einer Bohrung versehen, welche die Führungsfläche 39' bildet und in der der weitere Kolben 34' aufgenommen ist. Der hydraulische Arbeitsraum 37 ist dadurch innerhalb des Kolbens 32' ausgebildet und wird auch hier durch den Kolben 32' und den weiteren Kolben 34' begrenzt. Zur weiteren Führung des weiteren Kolbens 34' dient eine Kopplerhülse 46, welche im unteren Bereich der hydraulischen Kopplereinrichtung und zwischen dem Kolben 32' und dem weiteren 50 Kolben 34 angeordnet ist. Zwischen der Kopplerhülse 46 und dem Kolben 32 ist die Federhülse 38 unter Druckvorspannung angeordnet. In diesem Ausführungsbeispiel ist die Nut 52' am weiteren Kolben 34' ausgebildet, verläuft in Längsrichtung des weiteren Kolbens 34' und verbindet den hydraulischen Arbeitsraum 37 mit dem Niederdruckraum 11. Der zwischen der Stirnseite der Kopplerhülse 46 und dem Kolben 32' verbleibende Ringraum ist über eine Querbohrung 50 mit dem Niederdruckraum 11 verbunden, um hier keine Druckpolster entstehen zu lassen. Die Funktion des Kopplers ist identisch mit der hydraulischen Kopplereinrichtung nach Fig. 2, wobei bei der in Fig. 3 dargestellten hydraulischen Kopplereinrichtung keine Wegübersetzung zwischen dem Kolben 32' und dem weiteren Kolben 34' erfolgt, d.h. dass die Längsbewegung des Kolbens 32' in eine genau so große Längsbewegung des weiteren Kolbens 34' übersetzt wird. Demgegenüber ist bei der in der Figur 2 dargestellten hydraulischen Kopplereinrichtung der Durchmesser des Kolbens

32 größer als der Durchmesser des weiteren Kolbens 34, so dass es hier zu einer Wegverstärkung kommt, d.h. dass der Kolben 32 bei seiner Längsbewegung mehr Kraftstoff aus dem hydraulischen Arbeitsraum 37 verdrängt als der weitere Kolben 34 bei einer gleich großen Längsbewegung, so dass der weitere Kolben 34 eine größere Strecke in Längsrichtung zurücklegt als der Kolben 32. Auf diese Weise lässt sich der Hub des Piezoaktors verstärken, da der weitere Kolben 34 eine größere Strecke zurücklegt als die Längung des Piezoaktors, wenn dieser bestromt wird.

[0023] In Figur 4 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen hydraulischen Kopplereinrichtung dargestellt, wobei sich diese Ausführungsbeispiele der Figuren 4, 5 und 6 von dem der Fig. 2 nur in der Ausbildung der Nut bzw. Nuten 52, 52' und in den Abmessungen des Kolbens 32 und des weiteren Kolbens 34 unterscheidet, die hier den gleichen Durchmesser aufweisen. In Figur 4 ist ein Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem die Nut 52 nicht parallel zur Längsachse des Kolbens 32 verläuft, sondern einen gezackten Verlauf aufweist. Dadurch weist die Nut 52 eine größere Länge auf als die Länge des Kolbens 32, so dass der Strömungswiderstand des Kraftstoffs durch die Nut 52 erhöht ist. Wie bereits erwähnt, ist es für ein einwandfreies Funktionieren der hydraulischen Kopplereinheit wichtig, dass der Strömungswiderstand durch die Nut 52 genau den richtigen Wert hat, um den hydraulischen Kopplerraum 37 weder völlig abzudichten noch zu stark gegenüber dem Niederdruckraum 11 zu öffnen. In dem Ausführungsbeispiel der Fig. 15 4 ist darüber hinaus eine weitere Nut 52' im weiteren Kolben 34 eingezeichnet, die alternativ oder zusätzlich zur Nut 52 vorhanden sein kann. Auch ist es möglich, dass in der weiteren Führungsfläche 41, die durch eine weitere Bohrung im weiteren Kolben 34 gebildet wird und an der der weitere Kolben 34 geführt ist, eine weitere Nut 152' ausgebildet ist, die alternativ oder zusätzlich zur weiteren Nut 52 vorhanden sein kann.

[0024] Figur 5 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, das sich von dem der Fig. 4 nur durch den Verlauf der Nut 52 bzw. 52' unterscheidet. Die Nut 52, 52' ist hierzu zumindest abschnittsweise mäanderförmig ausgebildet, um die Länge zu erhöhen und damit den Strömungswiderstand zu erhöhen. Eine sehr flache Nut ist mit den notwendigen geringen Toleranzen nur schwer herstellbar, während eine relativ tiefe Nut, deren Strömungswiderstand über die Länge eingestellt wird, leicht und kostengünstig herstellbar ist.

[0025] Figur 6 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen hydraulischen Kopplereinrichtung, wo-25 bei die Nut 52 bzw. 52' hier schraubenförmig ausgebildet ist und den Kolben 32 bzw. den weiteren Kolben 34 schrau-26 benförmig umgibt. Auch hier stellt die Nut 52 bzw. 52' eine hydraulische Verbindung zwischen dem hydraulischen 27 Arbeitsraum 37 und dem Niederdruckraum 11 her. Mit dieser Ausbildung der Nut 52 bzw. 52' lässt sich eine nahezu 28 beliebige Länge der Nut realisieren, was eine größere Freiheit bei der konstruktiven Umsetzung erlaubt.

30 Patentansprüche

1. Hydraulische Kopplereinrichtung zur Übertragung einer Bewegung eines elektrischen Aktors (14) auf ein bewegliches Bauteil mit einem Kolben (32), der an einer Führungsfläche (39; 39') mit einem Führungsabschnitt (132) geführt ist, so dass zwischen der Führungsfläche (39; 39') und dem Kolben (32) ein Drosselspalt (54) verbleibt, und mit einem mit einem Fluid befüllbaren Arbeitsraum (37), der durch eine Stirnseite des Kolbens (47) begrenzt wird und in den der Drosselspalt (54) mündet,
dadurch gekennzeichnet, dass
an dem Führungsabschnitt (132) des Kolbens (32) und/oder an der Führungsfläche (39; 39') eine Nut (52; 152) ausgebildet ist, die in den Arbeitsraum (37) mündet.
2. Hydraulische Kopplereinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Führungsabschnitt (132) des Kolbens (32) den Arbeitsraum (37) von einem Fluidraum (11) trennt, wobei die Nut (52) den Fluidraum (11) und den hydraulischen Arbeitsraum (37) hydraulisch verbindet.
3. Hydraulische Kopplereinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der hydraulische Arbeitsraum (37) zusätzlich von der Stirnseite (48; 48') eines weiteren Kolbens (34) begrenzt wird.
4. Hydraulische Kopplereinrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der weitere Kolben (34) mit einem Führungsabschnitt (134) an einer weiteren Führungsfläche (41; 41') geführt ist und ein zwischen dem weiteren Kolben (34) und der weiteren Führungsfläche (41; 41') verbleibende Drosselspalt (56) in den Arbeitsraum (37) mündet.
5. Hydraulische Kopplereinrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der im Führungsabschnitt (134) des weiteren Kolbens (34) oder in der weiteren Führungsfläche (41; 41') zusätzlich oder statt der Nut (52) eine weitere Nut (52'; 152') ausgebildet ist, die in den Arbeitsraum (37) mündet.
6. Hydraulische Kopplereinrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Führungsabschnitt (134)

des weiteren Kolbens (34) den Arbeitsraum (37) von einem Fluidraum (11) trennt, wobei die weitere Nut (52) den Fluidraum (11) und den Arbeitsraum (37) hydraulisch verbindet.

- 5 7. Hydraulische Kopplereinrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Führungsfläche (39) und die weitere Führungsfläche (41) als Bohrungen in derselben Hülse (35) ausgebildet sind.
8. Hydraulische Kopplereinrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hülse (35) den Arbeitsraum (37) begrenzt.
- 10 9. Hydraulische Kopplereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nut (52) und/oder die weitere Nut (52) zumindest abschnittsweise mäanderförmig ausgebildet ist.
- 15 10. Hydraulische Kopplereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nut (52) und/oder die weitere Nut (52; 52') zumindest abschnittsweise schraubenförmig ausgestaltet ist.
11. Hydraulische Kopplereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nut (52) und/oder die weitere Nut (52; 52') mittels eines Lasers hergestellt ist.
12. Kraftstoffeinspritzventil zur Kraftstoff-Hochdruckeinspritzung mit einer Düsennadel (17) zum Öffnen und Schließen wenigstens einer Einspritzöffnung (22), und mit einem mit Kraftstoff befüllbaren Steuerraum (25), wobei der Druck im Steuerraum (25) zumindest mittelbar eine Schließkraft auf die Düsennadel (17) ausübt, und mit einem Steuerventil (26) zur Verbindung des Steuerraums (25) mit einem Fluidraum (11), wobei das Steuerventil (26) ein bewegliches Steuerventilelement (27) umfasst, und mit einem elektrischen Aktor (14),
dadurch gekennzeichnet, dass
20 das Kraftstoffeinspritzventil (1) eine hydraulische Kopplereinrichtung (15) nach einem der Ansprüche 1 bis 11 umfasst, die die Bewegung des elektrischen Aktors (14) auf das Steuerventilelement (27) zumindest mittelbar überträgt.

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

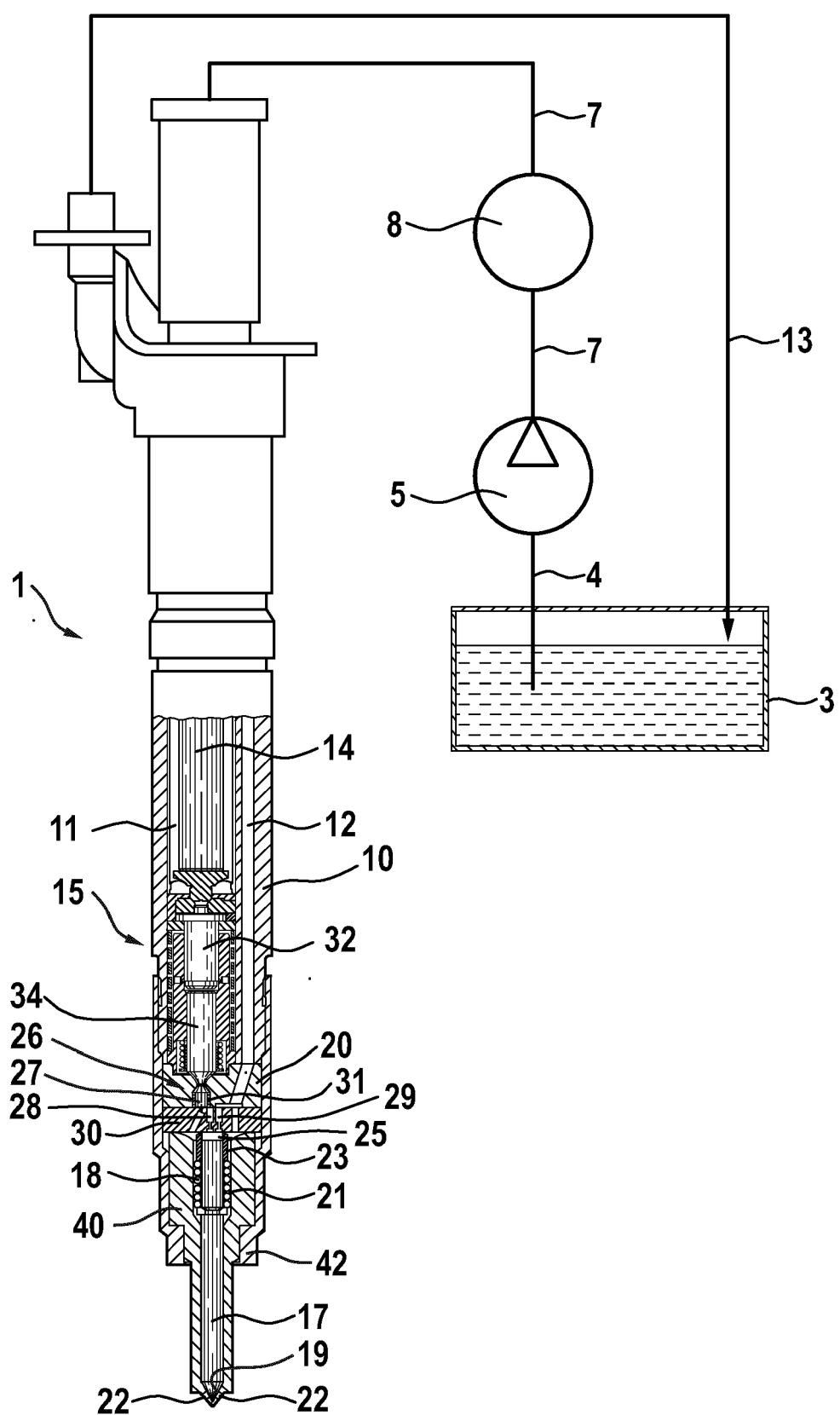


Fig. 2

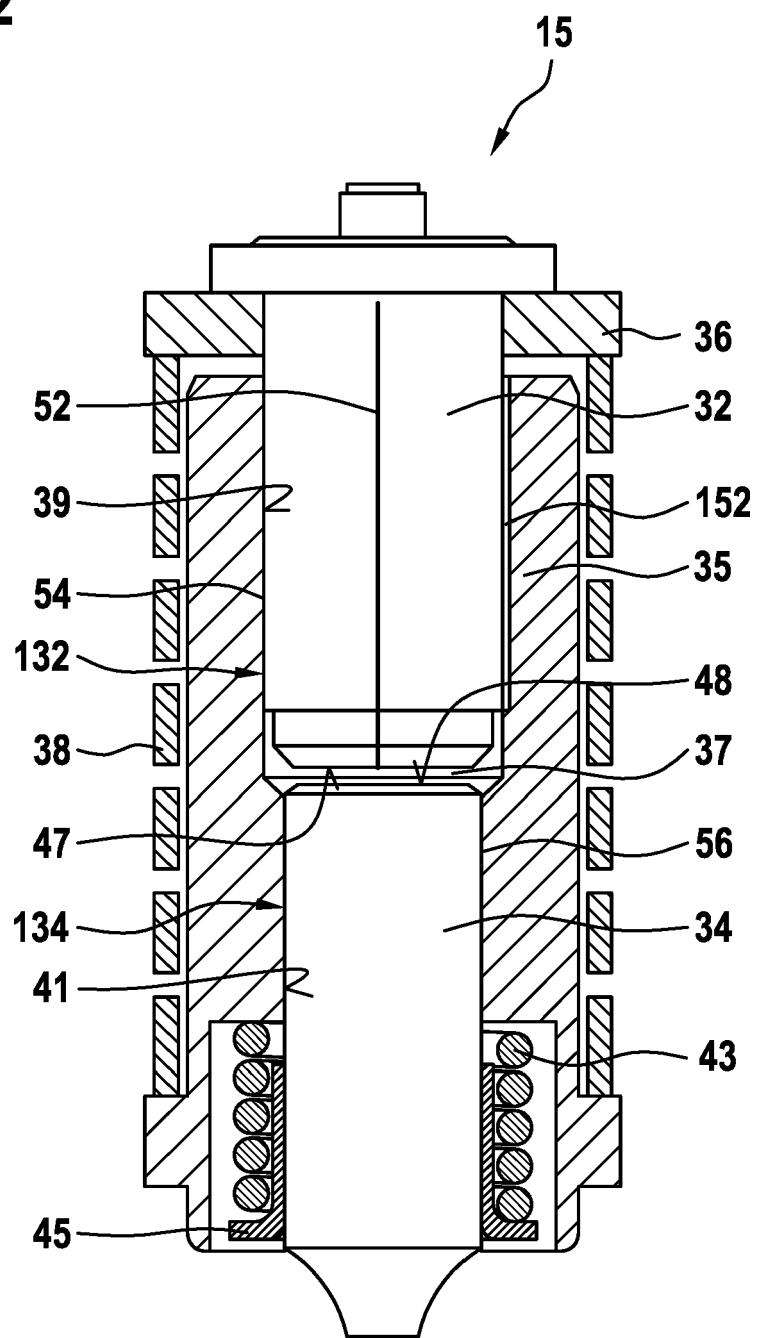


Fig. 3

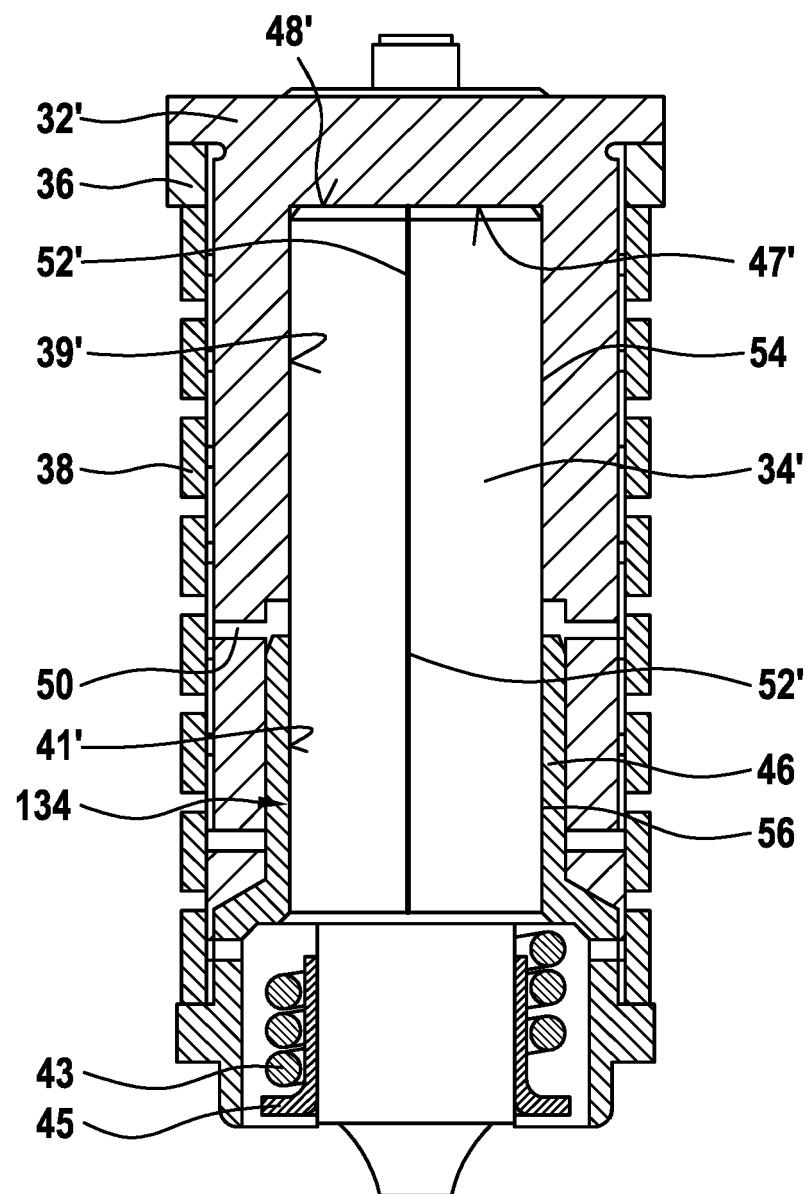


Fig. 4

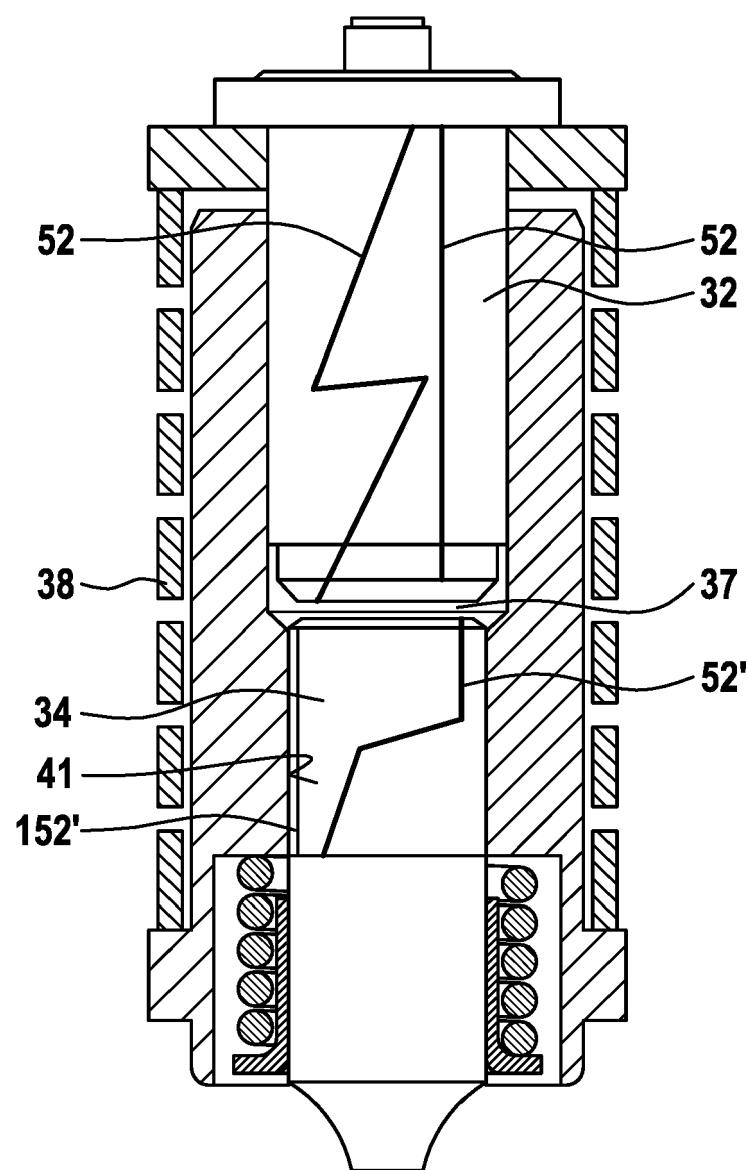


Fig. 5

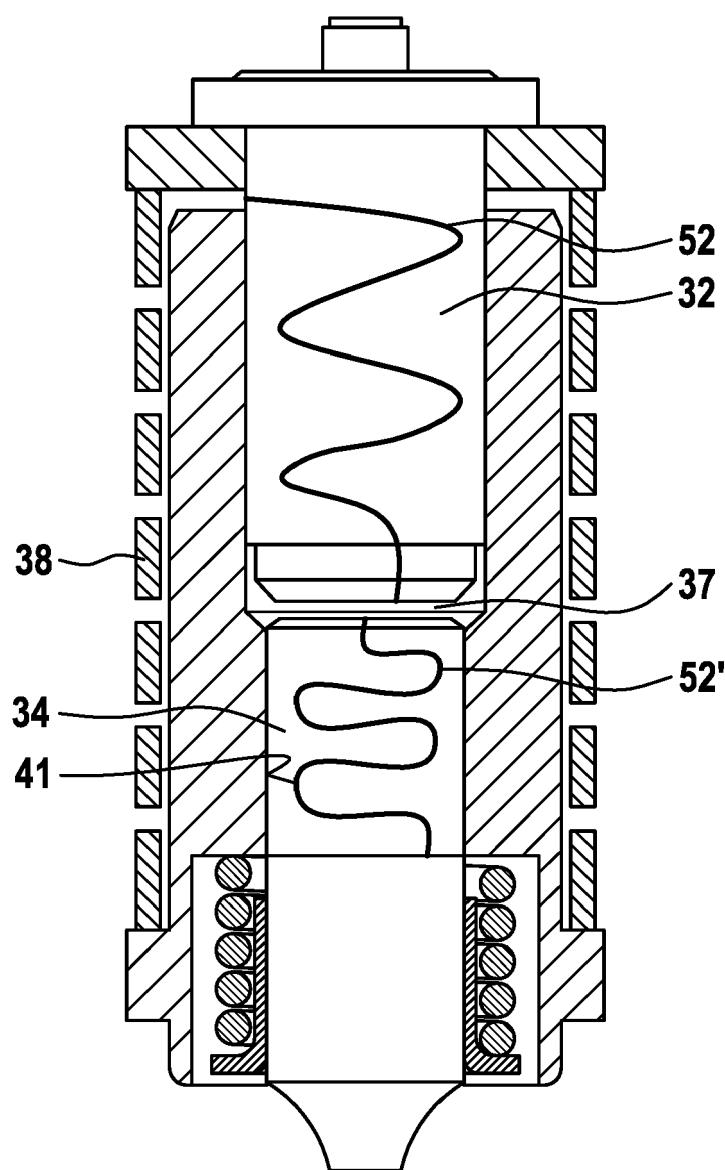
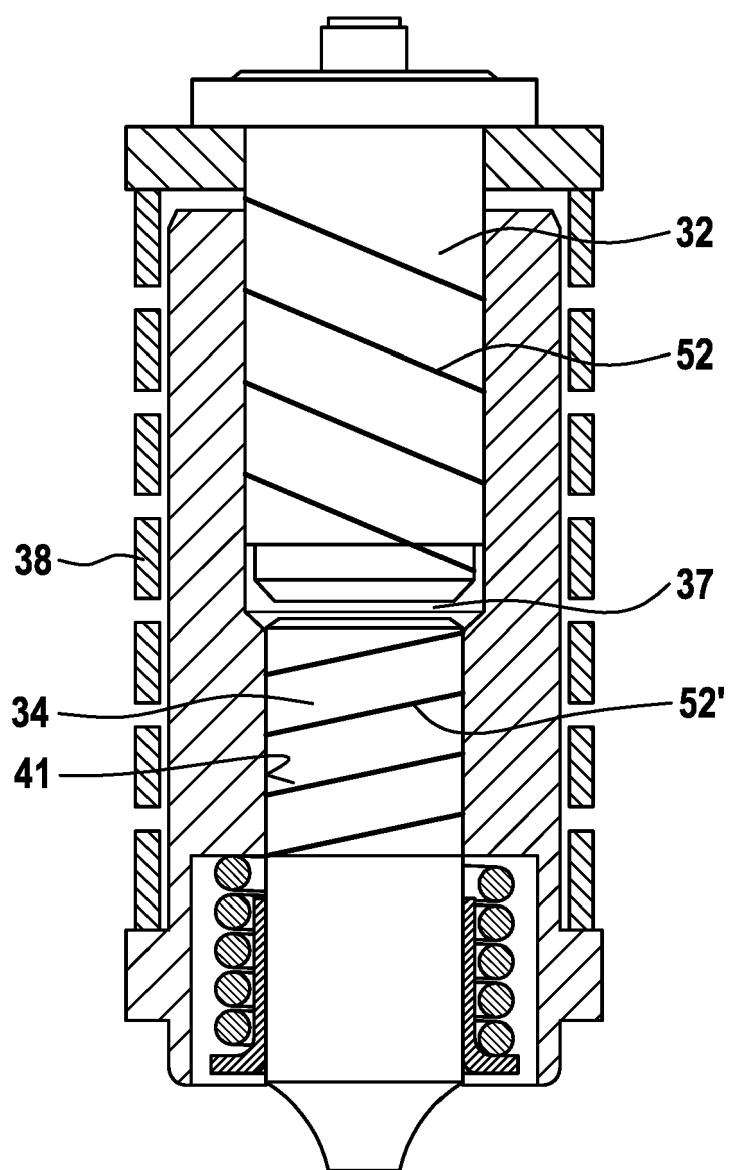


Fig. 6





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 16 19 7724

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrieff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10 X	DE 197 43 668 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 8. April 1999 (1999-04-08) * Spalte 3, Zeile 67 - Spalte 5, Zeile 64; Abbildungen 1-5 *	1-8,12	INV. F02M63/00 F02M47/02
15 Y	----- DE 101 02 234 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 25. Juli 2002 (2002-07-25) * Absätze [0012] - [0016]; Abbildungen 3,4 *	9,10	
20 Y	----- EP 1 195 515 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 10. April 2002 (2002-04-10) * Absätze [0012], [0030] *	11	
25 A	----- DE 10 2011 090148 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 4. Juli 2013 (2013-07-04) * das ganze Dokument *	10	
30			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
35			F02M
40			
45			
50 1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
55	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 18. April 2017	Prüfer Nobre Correia, S
	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
	X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 16 19 7724

5 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.

18-04-2017

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	DE 19743668 A1 08-04-1999	CN DE EP JP KR US WO	1241243 A1 0941400 A1 2001512547 A 20000069205 A 6168133 B1 9918347 A1	12-01-2000 08-04-1999 15-09-1999 21-08-2001 25-11-2000 02-01-2001 15-04-1999	
20	DE 10102234 A1 25-07-2002	DE EP JP PL US WO	10102234 A1 1356203 A1 2004518076 A 357212 A1 2004124286 A1 02064969 A1	25-07-2002 29-10-2003 17-06-2004 26-07-2004 01-07-2004 22-08-2002	
25	EP 1195515 A2 10-04-2002	DE EP JP	10049033 A1 1195515 A2 2002115625 A	18-04-2002 10-04-2002 19-04-2002	
30	DE 102011090148 A1 04-07-2013	DE EP US WO	102011090148 A1 2771563 A1 2015122918 A1 2013098163 A1	04-07-2013 03-09-2014 07-05-2015 04-07-2013	
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

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

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]