



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.06.2017 Patentblatt 2017/25

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

(21) Anmeldenummer: **16197719.4**

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

(30) Priorität: **17.12.2015 DE 102015225744**

(54) **KRAFTSTOFFINJEKTOR**

(57) Die Erfindung betrifft einen Kraftstoffinjektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, umfassend einen hydraulischen Koppler (1) mit einem Kopplerkolben (2), der über ein Kopplerspaltvolumen (3) mit einem weiteren Kolben (4) hydraulisch gekoppelt ist, wobei das Kopplerspaltvolumen (3) über ein Rückschlagventil (5) mit einem Niederdruckbereich (6) des Kraftstoffinjektors verbindbar ist. Erfindungsgemäß ist der Kopplerkolben (2) oder der weitere Kolben (4) zur Ausbildung des Rückschlagventils (5) mehrteilig ausgeführt und umfasst ein einen Ventilsitz (7) ausbildendes Kolbenteil (8) sowie ein als Ventilschließelement dienendes und das Kopplerspaltvolumen (3) begrenzendes, scheibenförmiges Teil (9), das elastisch verformbar ist.

Fig. 2a

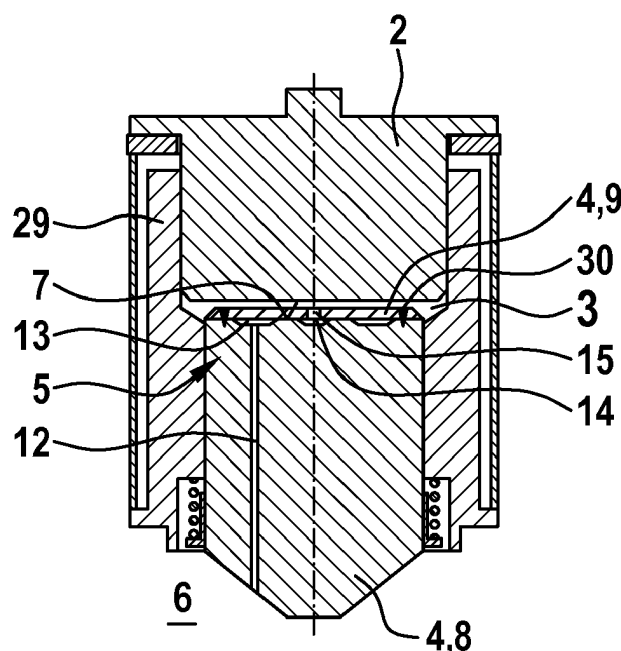
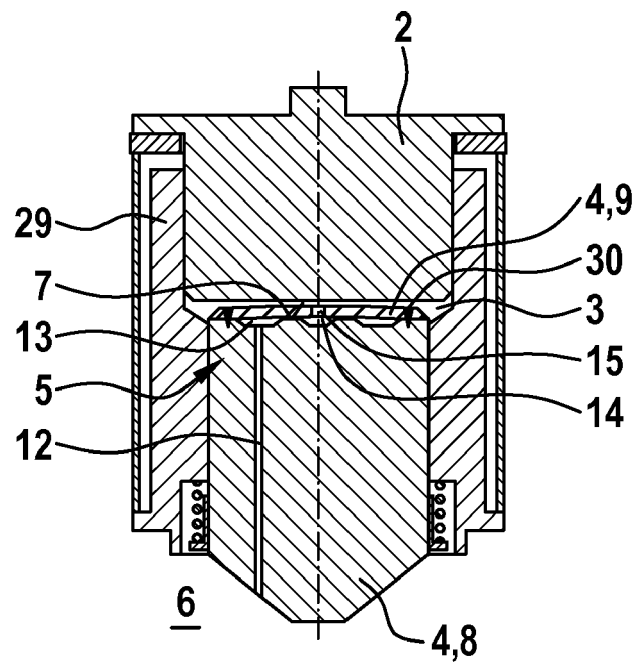


Fig. 2b



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Kraftstoffinjektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Aus dem Stand der Technik sind Kraftstoffinjektoren mit piezoelektrischen Aktuatoren bekannt, die zum Ausgleich von Längentoleranzen und unterschiedlichen Wärmeausdehnungen einen hydraulischen Koppler aufweisen. Der hydraulische Koppler überträgt die Kraft und Bewegung des Aktuators auf ein Ventilielglied, wobei es sich bei einem direkt betätigbaren Kraftstoffinjektor um das Einspritzventilielglied oder bei einem indirekt betätigbaren Kraftstoffinjektor um ein Ventilielglied eines Steuerventils handeln kann. Die Kraftübertragung erfolgt über einen mit Kraftstoff gefüllten Kopplerspalt zwischen einem dem Aktuator zugeordneten Kopplerkolben und einem weiteren Kolben, der dem Ventilielglied zugeordnet ist oder durch das Ventilielglied selbst gebildet wird. Beide Kolben, das heißt der Kopplerkolben und der weitere Kolben, sind in einem Gehäuse axial verschiebbar geführt, so dass die Kolben gemeinsam mit dem Gehäuse den Kopplerspalt umschließen. Über Führungsspalte ist das Kopplerspaltvolumen an die ebenfalls mit Kraftstoff gefüllte Umgebung angebunden, der üblicherweise unter Niederdruck steht. Bei schnellen Bewegungen des piezoelektrischen Aktuators kann der Kopplerspalt als dicht abgeschlossen betrachtet werden. Bei langsamen Längenänderungen, wie sie beispielsweise durch thermische Vorgänge ausgelöst werden, wird jedoch die Änderung des Kopplerspaltvolumens durch eine Leckage über die Führungsspiele der beiden Kolben kompensiert. Das heißt, dass es zu keinem Druckaufbau oder sogar zu einem Druckabbau im Kopplerspalt kommt.

[0003] Tatsächlich entweicht bei jeder Betätigung des Aktuators aufgrund des Überdrucks im Kopplerspalt gegenüber der Umgebung eine kleine Kraftstoffmenge über die Führungsspiele aus dem Kopplerspalt. In den Ansteuerpausen erfolgt die Wiederbefüllung des Kopplerspalt ebenfalls über die Führungsspiele. Dies setzt jedoch voraus, dass die Ansteuerpausen ausreichend lang sind, um die fehlende Menge vollständig auszugleichen. Ist dies nicht der Fall, entweicht immer mehr Kraftstoff aus dem Kopplerspalt, bis der Koppler nicht mehr in der Lage ist, die Kraft und die Bewegung des Aktuators auf das Ventilielglied zu übertragen. Erschwerend kommt hinzu, dass die Führungsspalte während der Ansteuerung aufgrund des hohen Drucks im Kopplerspalt zusätzlich aufgeweitet werden, in den Ansteuerpausen jedoch nicht.

[0004] Um ein Leerlaufen des Kopplerspaltvolumens und damit den Ausfall des Kraftstoffinjektors zu verhindern, wurde bereits in der DE 10 2008 055 178 A1 vorgeschlagen, eine zusätzliche Anbindung des Koppler-

spaltvolumens an einen Niederdruckbereich über ein Rückschlagventil zu schaffen. Das Rückschlagventil umfasst hierzu ein im Kopplerkolben verschiebbar geführtes Ventilelement, das mit einem im Kopplerkolben ausgebildeten Ventilsitz zusammenwirkt, an den sich mindestens ein in Verbindung mit dem Niederdruckbereich stehender Kanal anschließt. An seinem dem Ventilsitz zugewandten Ende besitzt das Ventilelement eine Dichtkontur, andernfalls ist das Ventilelement vom Druck im Kopplerspaltvolumen beaufschlagt. Der während einer Ansteuerung im Kopplerspaltvolumen ansteigende Druck und die Bewegung des Kopplerkolbens halten das Ventilelement in Anlage mit dem Ventilsitz. Während einer Ansteuerung ist demnach das Rückschlagventil geschlossen. In den Ansteuerpausen wird der Kopplerkolben zurückgestellt, dabei löst er sich vom Ventilelement und das Kopplerspaltvolumen wird über den offenen Dichtsitz zusätzlich mit Kraftstoff befüllt. Das Rückschlagventil kommt auf diese Weise ohne Ventildfeder aus.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Wiederbefüllung eines Kopplerspaltvolumens eines hydraulischen Kopplers in einem Kraftstoffinjektor unter Zuhilfenahme eines Rückschlagventils weiter zu optimieren. Insbesondere soll ein sehr schnell schaltendes Rückschlagventil mit minimalem Hub geschaffen werden, um stets eine ausreichende Wiederbefüllung zu gewährleisten.

[0006] Zur Lösung der Aufgabe wird der Kraftstoffinjektor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vorgeschlagen. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Offenbarung der Erfindung

[0007] Der zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine vorgeschlagene Kraftstoffinjektor umfasst einen hydraulischen Koppler mit einem Kopplerkolben, der über ein Kopplerspaltvolumen mit einem weiteren Kolben hydraulisch gekoppelt ist. Das Kopplerspaltvolumen ist über ein Rückschlagventil mit einem Niederdruckbereich des Kraftstoffinjektors verbindbar, um in den Ansteuerpausen eine Wiederbefüllung des Kopplerspaltvolumens und damit den Ausgleich einer über Führungsspiele entwichenen Leckagemenge zu ermöglichen. Erfindungsgemäß ist der Kopplerkolben oder der weitere Kolben zur Ausbildung des Rückschlagventils mehrteilig ausgeführt und umfasst ein Kolbenteil, das einen Ventilsitz ausbildet, sowie ein als Ventilschließelement dienendes und das Kopplerspaltvolumen begrenzendes, scheibenförmiges Teil, das elastisch verformbar ist.

[0008] Dadurch, dass das scheibenförmige Teil elastisch verformbar und vom hydraulischen Druck im Kopplerspaltvolumen beaufschlagt ist, kann die Ausbildung des Rückschlagventils vereinfacht werden. Zum Einen ist ein scheibenförmiges Teil einfach und kostengünstig herzustellen. Zum Anderen kann eine Ventildfeder entfal-

len, die das Ventilschließelement gegen den Ventilsitz drückt. Denn das Öffnen und Schließen des Ventilschließelements erfolgt in Abhängigkeit vom Druck im Kopplerspaltvolumen, und zwar in der Weise, dass das Rückschlagventil während einer Ansteuerung geschlossen und in den Ansteuerpausen geöffnet ist. Über das geöffnete Rückschlagventil wird ein zusätzlicher Zuströmquerschnitt zur Wiederbefüllung des Kopplerspaltvolumens bereitgestellt, so dass die zuvor im Wege der Leckage entwichene Menge ausgeglichen wird.

[0009] Ferner kann der Hub des Ventilschließelements auf ein Minimum reduziert werden. Vorzugsweise beträgt er nur wenige Mikrometer. Auf diese Weise wird ein sehr schnell schaltendes Rückschlagventil geschaffen, so dass die notwendige Dauer der Ansteuerpausen zur Sicherstellung einer ausreichenden Wiederbefüllung des Kopplerspaltvolumens gesenkt werden kann. Auf diese Weise wird ein Kraftstoffinjektor bereitgestellt, der künftige Anforderungen an Einspritzdruck, Drehzahl und/oder Anzahl der Einspritzungen pro Arbeitsspiel leicht zu erfüllen vermag.

[0010] Zur Realisierung des vorgeschlagenen Kraftstoffeinspritzventils kann sowohl der Kopplerkolben des hydraulischen Kopplers, als auch der mit diesem gekoppelte weitere Kolben mehrteilig ausgeführt sein. Insofern bestehen große Freiräume in der Umsetzung. Bei dem weiteren Kolben kann es sich insbesondere um einen weiteren Kopplerkolben, einen Ventilkolben eines Steuerventils oder ein nadelförmiges Einspritzventilglied des Kraftstoffinjektors handeln.

[0011] Bevorzugt sind das Kolbenteil und das scheibenförmige Teil des mehrteilig ausgeführten Kolbens unmittelbar oder mittelbar über ein Befestigungsteil kraft-, form- und/oder stoffschlüssig miteinander verbunden. Die Verbindung kann beispielsweise über eine Press-, Schraub-, Schweiß- oder Klebeverbindung zwischen dem scheibenförmigen Teil und dem Kolbenteil oder dem Befestigungsteil und dem Kolbenteil realisiert werden. Die Verbindung des scheibenförmigen Teils mit dem Befestigungsteil kann durch einfaches Einlegen oder Einpressen bewirkt werden, wenn beispielsweise das Befestigungsteil als Bundhülse ausgeführt ist. Der Vorteil der Verwendung eines zusätzlichen Befestigungsteils besteht darin, dass im Falle einer Schweißverbindung ein Verziehen des scheibenförmigen Teils sicher vermieden wird.

[0012] Die unmittelbare oder mittelbare Verbindung des scheibenförmigen Teils mit dem Kolbenteil ist in der Weise auszuführen, dass das scheibenförmige Teil weiterhin elastisch verformbar bleibt, um das Öffnen und Schließen des Rückschlagventils zu ermöglichen. Bevorzugt erfolgt die Fixierung im Bereich des Außenumfangs des scheibenförmigen Teils bzw. in einem radial außen angeordneten Bereich.

[0013] Des Weiteren bevorzugt sind das Kolbenteil und das scheibenförmige Teil des mehrteilig ausgeführten Kolbens axial aneinandergesetzt. Das scheibenförmige Teil kann demnach vollständig zum Kopplerspalt

hin orientiert werden. Vorzugsweise entspricht der Außendurchmesser des scheibenförmigen Teils dem des Kolbenteils oder ist geringfügig kleiner.

[0014] Der Ventilsitz des Rückschlagventils ist vorzugsweise im Bereich einer dem scheibenförmigen Teil zugewandten Stirnfläche des Kolbenteils ausgebildet. Das Öffnen und Schließen des Rückschlagventils kann somit in einfacher Weise durch eine elastische Verformung des scheibenförmigen Teils bewirkt werden. Der Ventilsitz kann durch eine ebene Dichtfläche oder eine Dichtkontur gebildet werden, die beispielsweise ringförmig ist.

[0015] Ferner wird vorgeschlagen, dass im Kolbenteil mindestens ein an den Niederdruckbereich angebundener Kanal ausgebildet ist. Der mindestens eine Kanal wird über das am Ventilsitz anliegende scheibenförmige Teil während einer Ansteuerung verschlossen und in einer Ansteuerpause freigegeben, so dass Kraftstoff aus dem Niederdruckbereich zwischen das scheibenförmige Teil und das Kolbenteil und von dort in das Kopplerspaltvolumen gelangt. Der Kanal kann als Bohrung oder als Nut ausgeführt sein. In der Ausführung als Bohrung kann diese zentral oder dezentral im Kolbenteil ausgebildet sein. Ferner kann der Kanal durch eine Längsnut gebildet werden, die außenumfangseitig im Kolbenteil ausgebildet und durch das scheibenförmige Teil vom Kopplerspaltvolumen getrennt ist.

[0016] Vorteilhafterweise mündet der Kanal in eine Kammer, die zwischen dem Kolbenteil und dem scheibenförmigen Teil ausgebildet ist. Das heißt, dass die Kammer durch das Kolbenteil und das scheibenförmige Teil begrenzt wird. Entsprechend kann die Kammer durch eine stirnseitige Ausnehmung im Kolbenteil oder im scheibenförmigen Teil ausgebildet werden. Die Kammer dient als Sammelraum für den aus dem Niederdruckbereich zuströmenden Kraftstoff. Liegt das scheibenförmige Teil am Ventilsitz des Kolbenteils an, ist keine Verbindung der Kammer mit dem Kopplerspaltvolumen hergestellt. Wird jedoch das scheibenförmige Teil aufgrund eines Druckabfalls im Kopplerspaltvolumen elastisch verformt, so dass es vom Ventilsitz abhebt, vermag Kraftstoff aus der Kammer in das Kopplerspaltvolumen zu strömen.

[0017] In Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Kammer über den Ventilsitz mit mindestens einer weiteren Kammer verbindbar ist, die an das Kopplerspaltvolumen angebunden ist. Die weitere Kammer wird vorzugsweise ebenfalls durch eine stirnseitige Ausnehmung im Kolbenteil oder im scheibenförmigen Teil ausgebildet. Vorzugsweise sind die Ausnehmungen zur Ausbildung der Kammern gemeinsam im Kolbenteil oder gemeinsam im scheibenförmigen Teil ausgebildet, so dass sich lediglich der Herstellungsaufwand eines Bauteils geringfügig erhöht. Die Stirnfläche des jeweils anderen Bauteils kann demgegenüber flach bzw. eben ausgeführt werden.

[0018] Sind die zur Ausbildung der Kammern vorgesehenen Ausnehmungen im scheibenförmigen Teil ausgebildet, kann durch diese die Biegesteifigkeit des schei-

benförmigen Teils weiter herabgesetzt werden, so dass noch kürzere Schaltzeiten des Rückschlagventils realisierbar sind.

[0019] Bevorzugt ist mindestens eine stirnseitig im Kolbenteil oder im scheibenförmigen Teil ausgebildete Ausnehmung zur Ausbildung einer Kammer zentral angeordnet. Diese kann über einen im Kolbenteil ausgebildeten Kanal an den Niederdruckbereich oder über eine im scheibenförmigen Teil ausgebildete Öffnung an das Kopplerspaltvolumen angebunden sein.

[0020] Vorausgesetzt, dass der Kanal in die zentrale Ausnehmung zur Ausbildung einer Kammer mündet, muss über den Ventilsitz eine Verbindung zu einer weiteren Kammer herstellbar sein, die an das Kopplerspaltvolumen angebunden ist. Die der Ausbildung der weiteren Kammer dienende Ausnehmung ist radial außen in Bezug auf die zentrale Ausnehmung angeordnet und kann demzufolge als radial verlaufende Nut in der Stirnfläche des Kolbenteils oder des scheibenförmigen Teils ausgebildet sein. Erstreckt sich die Nut bis ganz nach radial außen, kann auf eine zusätzliche Öffnung im scheibenförmigen Teil zur Verbindung der weiteren Kammer mit dem Kopplerspaltvolumen verzichtet werden. Alternativ oder ergänzend kann eine Öffnung im scheibenförmigen Teil vorgesehen werden, um die weitere Kammer an das Kopplerspaltvolumen anzubinden.

[0021] Darüber hinaus kann die stirnseitig im Kolbenteil oder im scheibenförmigen Teil ausgebildete und zentral angeordnete Ausnehmung der Ausbildung einer Kammer dienen, die über eine Öffnung im scheibenförmigen Teil mit dem Kopplerspaltvolumen verbunden ist. Mindestens eine stirnseitig im Kolbenteil oder im scheibenförmigen Teil ausgebildete Ausnehmung zur Ausbildung einer Kammer ist daher bevorzugt über mindestens eine Öffnung im scheibenförmigen Teil mit dem Kopplerspaltvolumen verbunden. Um die zentrale Kammer und damit das Kopplerspaltvolumen mit Kraftstoff aus dem Niederdruckbereich zu befüllen, muss bei geöffnetem Ventilsitz eine Verbindung der zentralen Kammer mit dem mindestens einen an den Niederdruckbereich angebundenen Kanal hergestellt sein. Vorzugsweise erfolgt die Verbindung mittelbar über eine weitere Kammer, in die der mindestens eine Kanal mündet.

[0022] Vorteilhafterweise ist mindestens eine weitere Ausnehmung zur Ausbildung einer Kammer ringförmig ausgebildet und konzentrisch zur zentralen Ausnehmung angeordnet, so dass zwischen den Ausnehmungen ein den Ventilsitz ausbildender ringförmiger Steg verbleibt. Der als Ventilsitz dienende ringförmige Steg fördert ein gleichmäßiges Zuströmen von Kraftstoff von radial außen nach radial innen oder umgekehrt, je nachdem, ob der mindestens eine an den Niederdruckbereich angebundene Kanal in die durch die ringförmige Ausnehmung gebildete Kammer oder in die durch die zentrale Ausnehmung gebildete Kammer mündet.

[0023] In Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass der Steg mindestens eine abfallende Flanke aufweist. Die abfallende Flanke wirkt strömungslenkend,

so dass die Strömung in Richtung des Kopplerspaltvolumens optimiert wird. Zugleich kann die Dichtfläche des Ventilsitzes reduziert werden, so dass eine hohe Dichtkraft erzielbar ist. Beispielsweise kann der Steg eine ringförmige Dichtkontur aufweisen, die nach Art einer Beißkante ausgebildet ist. Alternativ oder ergänzend wird vorgeschlagen, dass der Steg gegenüber der Stirnfläche des Kolbenteils oder einer Stirnfläche des scheibenförmigen Teils zurückgesetzt ist. Im druckausgeglichene Zustand bildet sich dann ein Verbindungspalt zwischen dem scheibenförmigen Teil und dem Kolbenteil aus, der sich jedoch sehr schnell schließt, sobald der Druck im Kopplerspaltvolumen ansteigt. Beispielsweise kann der Steg gegenüber der jeweiligen Stirnfläche um ein Maß von etwa 1 µm zurückgesetzt sein.

[0024] Der Kopplerkolben des hydraulischen Kopplers ist vorzugsweise einem piezoelektrischen Aktuator zugeordnet, mittels dessen der Kraftstoffinjektor betätigbar ist. Piezoelektrische Aktuatoren weisen den Vorteil auf, dass hohe Kräfte realisierbar sind. Diese werden über den Kopplerkolben auf den weiteren Kolben übertragen, der über das Kopplerspaltvolumen mit dem Kopplerkolben hydraulisch gekoppelt ist. Bei dem weiteren Kolben handelt es sich vorzugsweise um einen Ventilkolben eines Steuerventils, das der Beeinflussung eines Steuerdrucks dient, der ein Einspritzventilglied des Kraftstoffinjektors in Schließrichtung beaufschlagt. In Offenstellung des Steuerventils wird der Steuerdruck abgesenkt und das Einspritzventilglied vermag zu öffnen. In Schließstellung des Steuerventils baut sich der Steuerdruck erneut auf und führt zum Schließen des Einspritzventilgliedes.

[0025] Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der beigelegten Zeichnungen näher erläutert. Diese zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektor,

Fig. 2 einen schematischen Längsschnitt durch den hydraulischen Koppler des Kraftstoffinjektors der Fig. 1, a) während einer Ansteuerung, b) während einer Ansteuerpause,

Fig. 3 einen schematischen Längsschnitt durch einen Kolben des hydraulischen Kopplers der Fig. 2, a) vor der Montage, b) nach der Montage,

Fig. 4 einen schematischen Längsschnitt durch einen modifizierten Kolben eines hydraulischen Kopplers für einen erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektor, a) vor der Montage, b) nach der Montage und

Fig. 5 einen schematischen Längsschnitt durch einen weiteren modifizierten Kolben eines hydraulischen Kopplers für einen erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektor, a) vor der Montage, b) nach der Montage.

Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

[0026] Der erfindungsgemäße Kraftstoffinjektor der Fig. 1 umfasst einen Düsenkörper 20, in dem eine als Einspritzventilglied dienende Düsennadel 21 hubbeweglich aufgenommen ist. An den Düsenkörper 20 ist eine Drosselplatte 22 axial angesetzt, an die sich ein weiterer Körperbauteil 23 zur Aufnahme eines Steuerventils 24 anschließt. Das Steuerventil 24 öffnet oder schließt eine in der Drosselplatte 22 ausgebildete Ablaufdrossel, so dass hierüber ein die Düsennadel 21 in Schließrichtung beaufschlagender Steuerdruck beeinflussbar ist. Die Betätigung des Steuerventils 24 erfolgt über einen piezoelektrischen Aktuator 19, der in einem Haltekörper 25 des Kraftstoffinjektors aufgenommen und über einen hydraulischen Koppler 1 mit einem Ventilkolben des Steuerventils 24 hydraulisch gekoppelt ist. Zur Stromversorgung des piezoelektrischen Aktuators 19 weist der Kraftstoffinjektor ein Anschlussstück 26 auf. Der unter hohem Druck stehende Kraftstoff wird über einen seitlich angeordneten Hochdruckkanal 27 in Richtung des Düsenkörpers 20 geführt. Zur Rückführung der Absteuermenge des Steuerventils 24 ist ein Rücklaufanschluss 28 vorgesehen.

[0027] Wie den Fig. 2a) und 2b) zu entnehmen ist, umfasst der hydraulische Koppler 1 einen dem piezoelektrischen Aktuator 19 zugeordneten Kopplerkolben 2, der über ein Kopplerspaltvolumen 3 mit einem weiteren Kolben 4 verbunden ist, wobei es sich vorliegend um den Ventilkolben des Steuerventils 24 handelt. Beide Kolben 2 und 4 sind in einem Gehäuse 29 axial verschiebbar geführt, so dass die Kolben 2, 4 und das Gehäuse 29 das Kopplerspaltvolumen 3 begrenzen. Um eine im Weg der Leckage über die Führungsspiele aus dem Kopplerspaltvolumen 3 entweichende Kraftstoffmenge auszugleichen, ist in den weiteren Kolben 4 ein Rückschlagventil 5 integriert, das einen zusätzlichen Zuströmquerschnitt zur Wiederbefüllung des Kopplerspaltvolumens 3 zur Verfügung stellt.

[0028] Das Rückschlagventil 5 wird durch ein scheibenförmiges Teil 9 des Kolbens 4 gebildet, das über eine radial außen liegende, umlaufende Schweißnaht 30 mit einem Kolbenteil 8 des Kolbens 4 in der Weise verbunden ist, dass das scheibenförmige Teil 9 an einer Stirnfläche 11 des Kolbenteils 8 anliegt (siehe Fig. 3b). Die Stirnfläche 11 weist eine zentrale Ausnehmung und eine ringförmige Ausnehmung zur Ausbildung von Kammern 13, 14 auf, die durch einen ringförmigen Steg 16 getrennt werden (siehe Fig. 3a). In die durch die ringförmige Ausnehmung gebildete Kammer 13 mündet ein Kanal 12, der die Kammer 13 mit einem Niederdruckbereich 6 verbindet. Die durch die zentrale Ausnehmung gebildete Kammer 14 ist über eine zentrale Öffnung 15 im scheibenförmigen Teil 9 an das Kopplerspaltvolumen 3 angebunden. Der die beiden Kammern 13, 14 trennende Steg 16 dient zugleich als Ventilsitz 7 (siehe Fig. 2a und 2b).

[0029] Wird der piezoelektrische Aktuator 19 bestromt, dehnt er sich aus und drückt den Kopplerkolben 2 in Rich-

tung des weiteren Kolbens 4, so dass das Kopplerspaltvolumen 3 verringert wird (siehe Fig. 2a). Zugleich steigt der Druck im Kopplerspaltvolumen 3 an. Da das scheibenförmige Teil 9 des Kolbens 4 elastisch verformbar ist, wird es über den im Kopplerspaltvolumen 3 herrschenden hohen Druck gegen den Ventilsitz 7 gedrückt. Das heißt, dass keine Verbindung zwischen den beiden Kammern 13, 14 hergestellt ist bzw. das Rückschlagventil 5 geschlossen ist.

[0030] Wird die Bestromung des piezoelektrischen Aktuators 19 beendet, zieht er sich wieder zusammen, wobei der Kopplerkolben 2 der Bewegung des Aktuators 19 folgt. Dabei vergrößert sich das Kopplerspaltvolumen 3 wieder, was mit einem Druckabfall einhergeht. Aufgrund der elastischen Verformbarkeit des scheibenförmigen Teils 9 des Kolbens 4 wird dieses derart verformt, dass es vom Ventilsitz 7 abhebt und einen Zuströmquerschnitt freigibt, über den nun Kraftstoff aus der Kammer 13 in die Kammer 14 strömen kann. Da die Kammer 14 über die Öffnung 15 an das Kopplerspaltvolumen 3 angebunden ist, kann auf diese Weise dessen Wiederbefüllung sichergestellt werden (siehe Fig. 2b).

[0031] Der den Ventilsitz 7 ausbildende Steg 16 weist abfallende Flanken 17 auf, so dass er leicht umströmbar ist. Ferner wird die Ventilsitzfläche verkleinert, wodurch sich die Dichtkraft erhöht (siehe Fig. 3a und 3b), wenn das scheibenförmige Teil 9 über den Druck im Kopplerspaltvolumen 3 gegen den Ventilsitz 7 gedrückt wird.

[0032] In der Fig. 4 ist ein modifizierter Kolben 4 für einen hydraulischen Koppler 1 in einem erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektor dargestellt. Die Fig. 4a) zeigt den Kolben 4 wiederum vor der Montage, die Fig. 4b) nach der Montage. Die Kammer 13 wird hier durch eine zentrale Ausnehmung im Kolbenteil 8 gebildet. Entsprechend ist auch der in die Kammer 13 mündende Kanal 12 mittig angeordnet. Über einen weiteren Kanal 12, der radial verläuft, ist der Kanal 12 an den Niederdruckbereich 6 angebunden. Die zentrale Ausnehmung ist über einen Steg 16 von einer ringförmigen Ausnehmung getrennt, die der Ausbildung der Kammer 14 dient. Entsprechend ist die Öffnung 15 nach radial außen gerückt, um die Kammer 14 mit dem Kopplerspaltvolumen 3 zu verbinden. Um eine gleichmäßige Wiederbefüllung des Kopplerspaltvolumens 3 zu fördern, sind mehrere Öffnungen 15 vorgesehen, die in gleichem Winkelabstand zueinander angeordnet sind (nicht dargestellt).

[0033] Eine weitere Modifizierung ist in der Fig. 5 dargestellt. Fig. 5a) zeigt den Kolben 4 vor der Montage, Fig. 5b) nach der Montage. Neben dem Kolbenteil 8 und dem scheibenförmigen Teil 9 weist der Kolben 4 ein Befestigungsteil 10 auf, das der Befestigung des scheibenförmigen Teils 9 am Kolbenteil 8 dient. Das scheibenförmige Teil 9 ist hierzu in das als Bundhülse ausgebildete Befestigungsteil 10 eingelegt und dieses ist über eine außenumfangsseitige Schweißnaht 30 mit dem Kolbenteil 8 verbunden. Da das scheibenförmige Teil 9 nicht direkt mit dem Kolbenteil 8 verschweißt wird, kann ein Verzug beim Setzen der Schweißnaht 30 verhindert wer-

den. Um eine flächenbündige Aufnahme des scheibenförmigen Teils 9 im Befestigungsteil 10 zu ermöglichen, ist das scheibenförmige Teil 9 stirnseitig ausgespart. Zur flächenbündigen Aufnahme des Befestigungsteils 10 ist das Kolbenteil 8 außenumfangseitig ausgespart. Im Übrigen ist der Kolben 4 der Fig. 5 entsprechend dem Kolben 4 der Fig. 3 ausgeführt, so dass auf die diesbezügliche Beschreibung verwiesen werden kann.

[0034] In den dargestellten Ausführungsformen sind die Ausnehmungen zur Ausbildung der Kammern 13, 14 stets in der Stirnfläche 11 des Kolbenteils 8 des Kolbens 4 angeordnet. Diese können jedoch auch in einer Stirnfläche 18 des scheibenförmigen Teils 9 des Kolbens 4 ausgebildet sein (nicht dargestellt).

[0035] Ferner muss nicht zwingend der Kolben 4 mehrteilig ausgeführt sein, um das Rückschlagventil 5 zu realisieren. Alternativ kann auch der Kopplerkolben 2 mehrteilig ausgeführt sein (nicht dargestellt).

[0036] Die Verbindung des scheibenförmigen Teils 9 oder des Befestigungsteil 10 mit dem Kolbenteil 8 muss zudem nicht zwingend über eine Schweißnaht 30 hergestellt sein. Die Teile können auch miteinander verklebt, verpresst und/oder verschraubt werden (nicht dargestellt).

[0037] Darüber hinaus ist die Anzahl der Kanäle 12 und/oder der Öffnungen 15 frei wählbar.

Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, umfassend einen hydraulischen Koppler (1) mit einem Kopplerkolben (2), der über ein Kopplerspaltvolumen (3) mit einem weiteren Kolben (4) hydraulisch gekoppelt ist, wobei das Kopplerspaltvolumen (3) über ein Rückschlagventil (5) mit einem Niederdruckbereich (6) des Kraftstoffinjektors verbindbar ist,
dadurch gekennzeichnet, dass der Kopplerkolben (2) oder der weitere Kolben (4) zur Ausbildung des Rückschlagventils (5) mehrteilig ausgeführt ist und ein einen Ventilsitz (7) ausbildendes Kolbenteil (8) sowie ein als Ventilschließelement dienendes und das Kopplerspaltvolumen (3) begrenzendes, scheibenförmiges Teil (9) umfasst, das elastisch verformbar ist.
2. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass das Kolbenteil (8) und das scheibenförmige Teil (9) unmittelbar oder mittelbar über ein Befestigungsteil (10), das vorzugsweise als Bundhülse ausgeführt ist, kraft-, form- und/oder stoffschlüssig miteinander verbunden sind.
3. **Kraftstoffinjektor** nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilsitz (7)

im Bereich einer dem scheibenförmigen Teil (9) zugewandten Stirnfläche (11) des Kolbenteils (8) ausgebildet ist.

4. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass im Kolbenteil (8) mindestens ein an den Niederdruckbereich (6) angebundener Kanal (12) ausgebildet ist, der vorzugsweise als Bohrung oder als Nut ausgeführt ist.
5. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass der Kanal (8) in eine Kammer (13) mündet, die vorzugsweise durch eine stirnseitige Ausnehmung im Kolbenteil (8) oder im scheibenförmigen Teil (9) ausgebildet wird.
6. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass die Kammer (13) über den Ventilsitz (7) mit mindestens einer weiteren Kammer (14) verbindbar ist, die an das Kopplerspaltvolumen (3) angebunden ist, wobei vorzugsweise die weitere Kammer (14) durch eine stirnseitige Ausnehmung im Kolbenteil (8) oder im scheibenförmigen Teil (9) ausgebildet wird.
7. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine stirnseitig im Kolbenteil (8) oder im scheibenförmigen Teil (9) ausgebildete Ausnehmung zur Ausbildung einer Kammer (13, 14) zentral angeordnet und/oder über mindestens eine Öffnung (15) im scheibenförmigen Teil (9) mit dem Kopplerspaltvolumen (3) verbunden ist.
8. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine weitere Ausnehmung zur Ausbildung einer Kammer (13, 14) ringförmig ausgebildet und konzentrisch zur zentralen Ausnehmung angeordnet ist, so dass zwischen den Ausnehmungen ein den Ventilsitz (7) ausbildender ringförmiger Steg (16) verbleibt.
9. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass der Steg (16) mindestens eine abfallende Flanke (17) aufweist und/oder gegenüber der Stirnfläche (11) des Kolbenteils (8) oder einer Stirnfläche (18) des scheibenförmigen Teils (9) zurückgesetzt ist.
10. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Kopplerkolben (2) des hydraulischen Kopplers (1) einem piezoelektrischen Aktuator (19) zur Betätigung des Kraftstoffinjektors zugeordnet ist.

Fig. 1

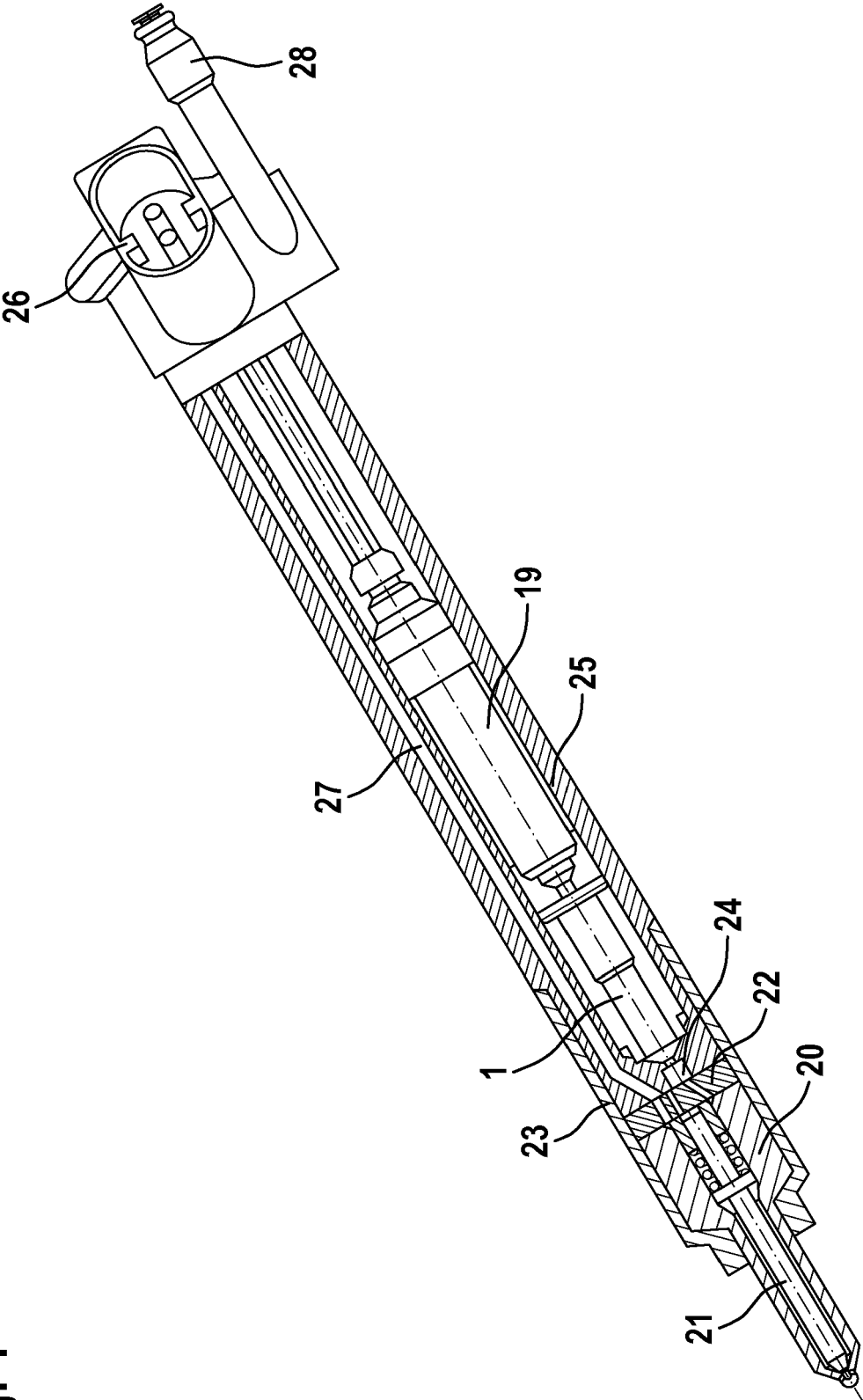


Fig. 2a

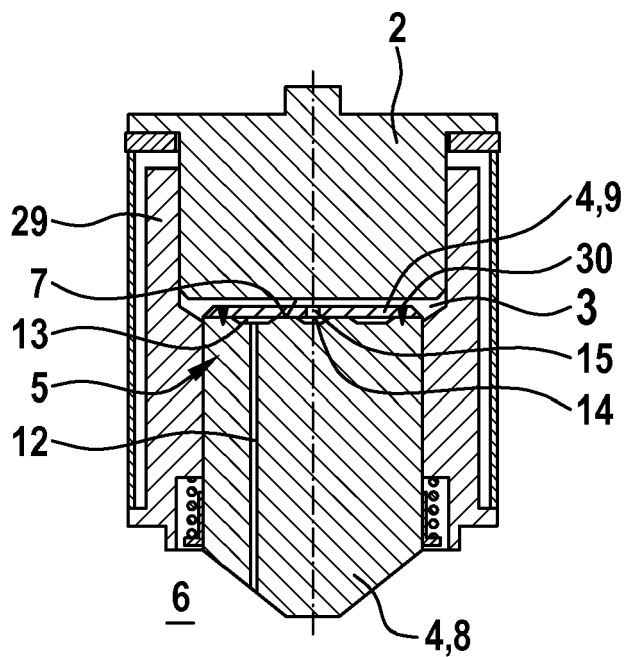


Fig. 2b

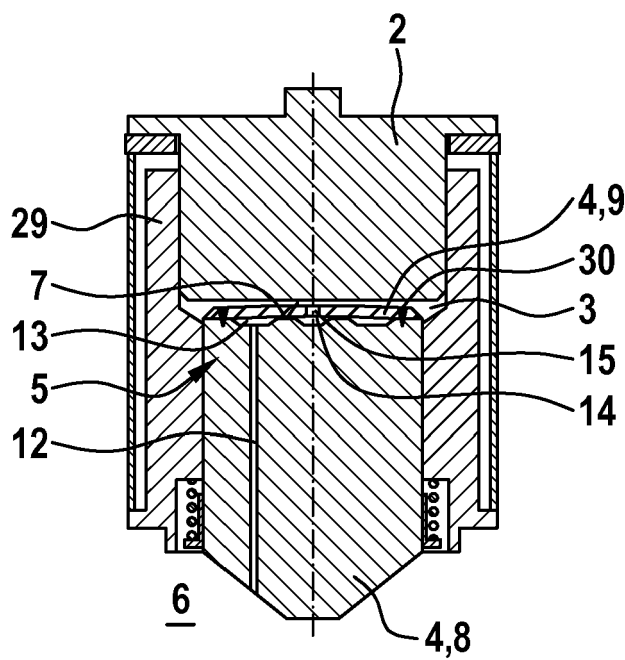


Fig. 3a

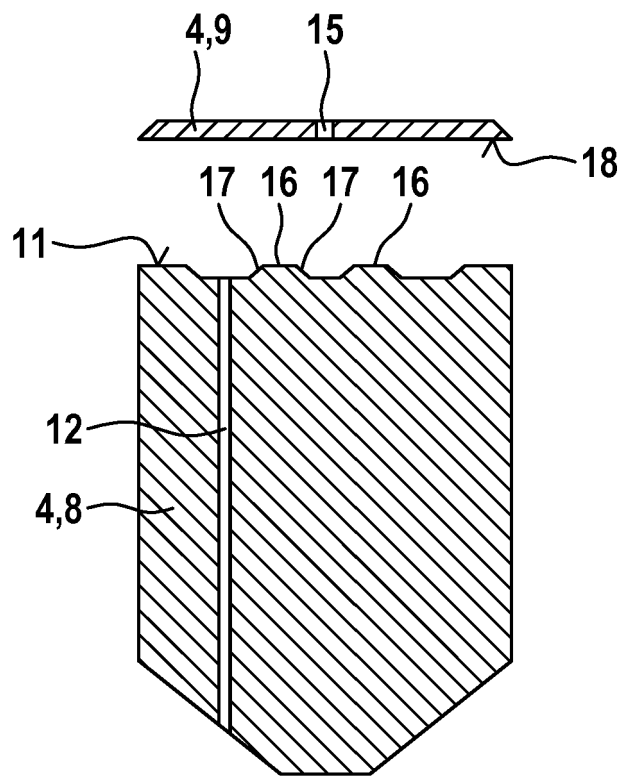


Fig. 3b

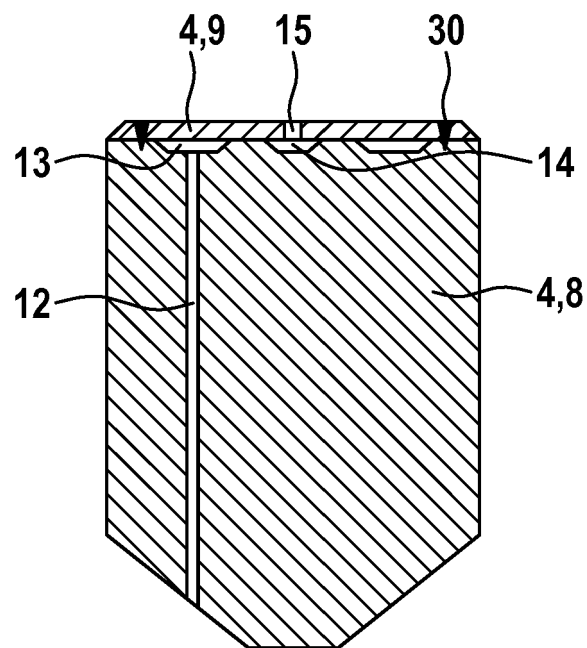


Fig. 4a

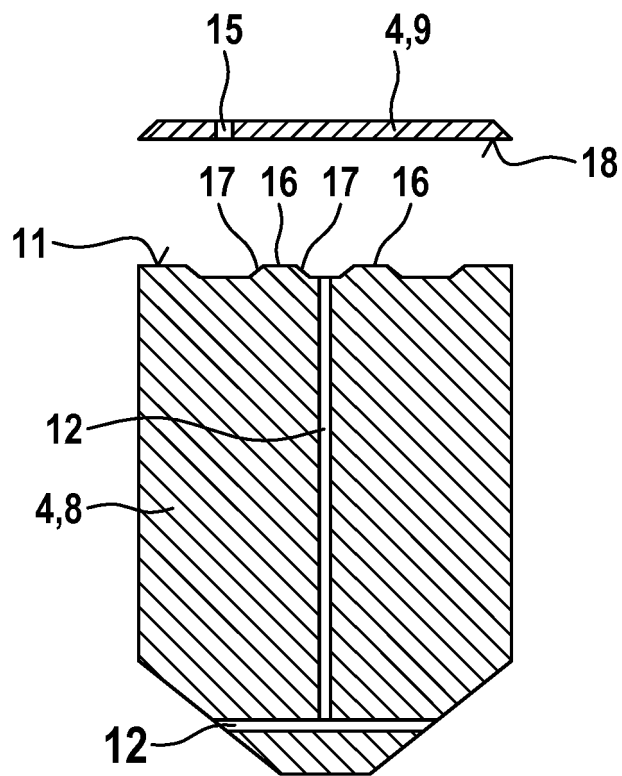


Fig. 4b

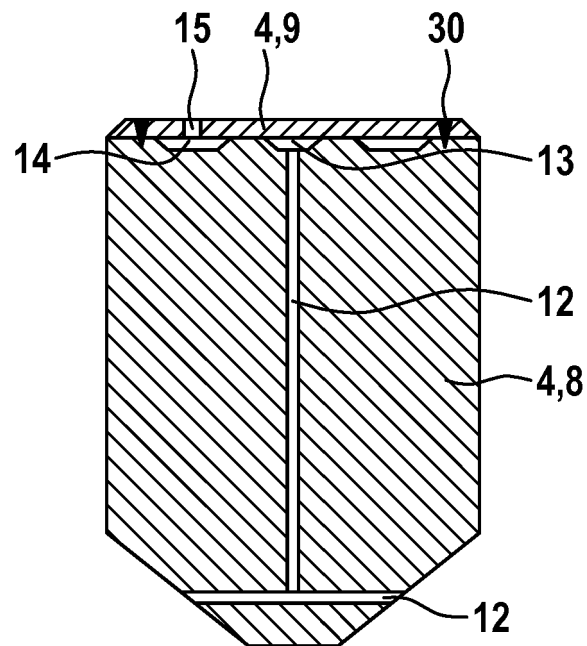


Fig. 5a

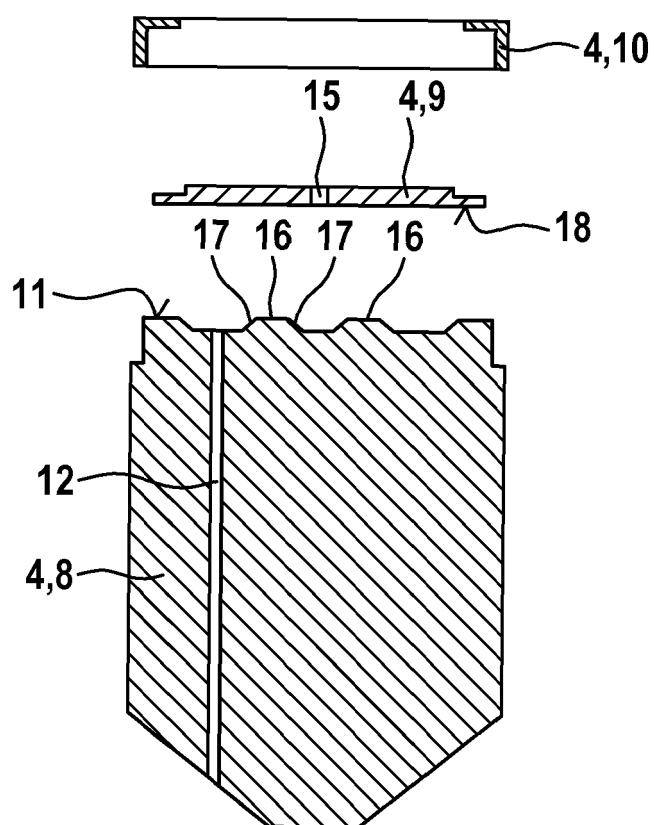
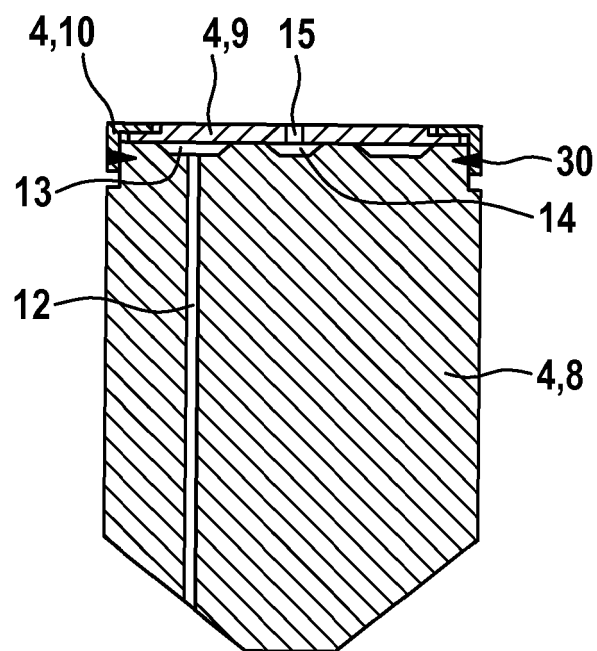


Fig. 5b





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 16 19 7719

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	DE 101 53 323 A1 (DENSO CORP [JP]) 11. Juli 2002 (2002-07-11) * Absätze [0043], [0044], [0057]; Abbildungen 1,2a-2c,4a,4b *	1-10	INV. F02M47/02 F02M63/00
Y	DE 102 46 618 A1 (ORANGE GMBH [DE]) 15. April 2004 (2004-04-15) * das ganze Dokument *	1-10	
A	EP 1 813 805 A1 (SIEMENS VDO AUTOMOTIVE SPA [IT]) 1. August 2007 (2007-08-01) * Absätze [0031], [0032]; Abbildung 4 *	1-4	
A	EP 2 273 099 A1 (DELPHI TECH INC [US]) 12. Januar 2011 (2011-01-12) * Absätze [0041] - [0046]; Abbildung 3 *	5-9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F02M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 13. April 2017	Prüfer Nobre Correia, S
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 16 19 7719

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.

13-04-2017

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 10153323	A1	11-07-2002	KEINE	

15	DE 10246618	A1	15-04-2004	KEINE	

	EP 1813805	A1	01-08-2007	KEINE	

20	EP 2273099	A1	12-01-2011	KEINE	

25					
30					
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 102008055178 A1 [0004]