



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.09.2010 Patentblatt 2010/36

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

(21) Anmeldenummer: **10150609.5**

(22) Anmeldetag: **13.01.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
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 SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

(30) Priorität: **02.03.2009 DE 102009001266**

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

(72) Erfinder:
• **Doehring, Jochen**
70439, Stuttgart-Stammheim (DE)
• **Haenel, Mathias**
70197, Stuttgart (DE)
• **Ellenschlaeger, Andreas**
70176, Stuttgart (DE)

(54) **Kraftstoff-Injektor mit piezoelektrischem Aktuator sowie hydraulischem Koppler**

(57) Die Erfindung betrifft einen Kraftstoff-Injektor (1), insbesondere Common-Rail-Injektor, zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit einem piezoelektrischen Aktuator (24) und einem diesem zugeordneten hydraulischen Koppler (25), umfassend einen mittels des piezoelektrischen Aktuators (24) betätigbaren Kopplerkolben (27) und einen mit dem

Kopplerkolben (27) über ein Kopplerspaltvolumen (29) gekoppelten Arbeitskolben (28), wobei das Kopplerspaltvolumen (29) über mindestens einen Füllkanal (38) mit Kraftstoff wiederbefüllbar ist. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der Füllkanal (38) mittels des Kopplerkolbens (27) oder des Arbeitskolbens (28) öffnbar und verschließbar ist

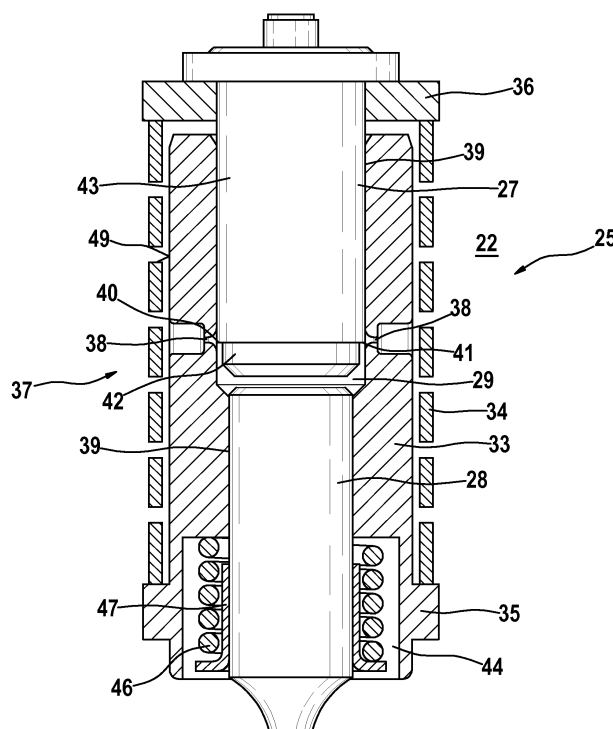


Fig. 2

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft einen Kraftstoff-Injektor, insbesondere einen Common-Rail-Injektor, zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Bekannt sind Kraftstoff-Injektoren mit einem piezoelektrischen Aktuator zum Betätigen eines Steuerventils, wobei der piezoelektrische Aktuator über einen hydraulischen Koppler, umfassend einen Kopplerkolben und einen Arbeitskolben, mit dem Steuerventilelement gekoppelt ist. Bei der Betätigung des hydraulischen Kopplers mittels des piezoelektrischen Aktuators kommt es über Führungsspiele zwischen den Kolben und einem Führungskörper (Kopplerkörper) zu einer unvermeidbaren Leckage. Die Wiederbefüllung des Kopplerspaltvolumens erfolgt ebenfalls über diese Führungsspiele. Nachteilig bei derartigen Kraftstoff-Injektoren ist es, dass es zu einem Leerlaufen des Kopplervolumens und damit zu einem Ausfall des Kraftstoff-Injektors kommen kann. Dies ist darauf zurückzuführen, dass bei sehr langen bzw. vielen kurzen Schaltzeiten die Leckage aus dem Kopplerspaltvolumen größer ist, als die Wiederbefüllmenge, da die Wiederbefüllung bei einer wesentlich geringeren Druckdifferenz stattfindet.

[0003] Aus der DE 100 37 527 A1 ist es bekannt, das Kopplerspaltvolumen des hydraulischen Kopplers über ein Rückschlagventil wiederzubefüllen, wobei sich das von einer Ventildfeder betätigte, kugelförmige Ventilelement des Rückschlagventils in einer stirnseitigen Ausnehmung des auf das Steuerventilelement wirkenden Arbeitskolbens befindet. Die Ventildfeder des Rückschlagventils ist bestrebt, den mit dem piezoelektrischen Aktuator gekoppelten Kopplerkolben und den Arbeitskolben voneinander weg zu bewegen. Der bekannte Kraftstoff-Injektor scheint im Hinblick auf eine Minimierung der Schaltzeit, so wie im Hinblick auf die Erzielung eines exakten Schaltspiels verbesserungsbedürftig. Nachteilig erscheint zudem der vergleichsweise komplexe Aufbau.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Kraftstoff-Injektor mit piezoelektrischem Aktuator und hydraulischem Koppler bereitzustellen, der zum einen hinsichtlich eines einfachen Aufbaus und zum anderen hinsichtlich einer verbesserten Wiederbefüllungssteuerung zum Ermöglichen einer erhöhten Anzahl von Einspritzungen je Arbeitstakt optimiert ist.

[0005] Diese Aufgabe wird mit einem Kraftstoff-Injektor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben. In den Rahmen der Erfindung fallen sämtliche Kombinationen aus zumindest zwei von in der Beschreibung, den Ansprüchen und/oder den Figuren offenbarten Merkmalen.

[0006] Zur Bereitstellung eines sich durch einen einfachen Aufbau auszeichnenden hydraulischen Kopplers, dessen Kopplerspaltvolumen zur Vermeidung von Ausfällen eines mit dem hydraulischen Koppler ausgestatteten Kraftstoff-Injektors über mindestens einen Füllkanal wiederbefüllbar ist, wird vorgeschlagen, dass der Arbeitskolben und/oder der Kopplerkolben des hydraulischen Kopplers einen Bestandteil eines die Wiederbefüllung des Kopplerspaltvolumens steuernden Ventils bildet. Anders ausgedrückt wird auf ein im Stand der Technik notwendiges, federkraftunterstütztes, von dem Kolben separates Ventilelement verzichtet, wobei die Funktion des Ventilelementes, nämlich einen Füllkanal zu sperren bzw. freizugeben, unmittelbar vom Kopplerkolben und/oder Arbeitskolben übernommen wird. Bei einem erfindungsgemäßen Kraftstoff-Injektor schließt und öffnet mindestens ein Kolben des hydraulischen Kopplers in Abhängigkeit seiner Axialposition mindestens einen Füllkanal, wodurch auf überraschend einfache Weise eine optimale Steuerung der Wiederbefüllung des Kopplerspaltvolumens sichergestellt wird. Insgesamt resultiert aus der Erfindung eine Minimierung der Wiederbefüllzeit, wodurch die Drehzahl, d.h. die Taktzahl des Kraftstoff-Injektors und damit die Einspritzanzahl pro Zeiteinheit erhöht wird. Insgesamt verbessert sich somit die Performance des Kraftstoff-Injektors in sämtlichen Betriebszuständen und es ergibt sich ein erweiterter Bereich (Kennfeld), der mit einer erhöhten Einspritzzahl angesteuert werden kann. Insgesamt wird der technische Wirkungsgrad des hydraulischen Kopplers und damit des Kraftstoff-Injektors verbessert.

[0007] In Weiterbildung der Erfindung ist mit Vorteil vorgesehen, dass der mindestens eine Füllkanal zum Rückbefüllen des Kopplerspaltvolumens nicht wie im Stand der Technik in den Arbeitskolben eingebracht ist, sondern dass der Füllkanal in einen Kopplerkörper eingebracht ist. Bei dem Kopplerkörper handelt es sich bevorzugt um einen Führungskörper für den Kopplerkolben und den Arbeitskolben. Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform des Kraftstoff-Injektors ragen der Kopplerkolben und der Arbeitskolben axial von zwei einander entgegengesetzten Seiten in den Kopplerkörper hinein und begrenzen axial zwischen sich das Kopplerspaltvolumen, welches radial außen bevorzugt von dem Kopplerkörper begrenzt ist.

[0008] Um die Wiederbefüllzeit auf ein absolutes Minimum zu reduzieren, ist in Weiterbildung der Erfindung nicht nur ein Füllkanal (Rückbefüllkanal) für das Kopplerspaltvolumen vorgesehen, sondern mehrere, vorzugsweise gleichmäßig über den Umfang des Kopplerkörpers verteilt angeordnete, Füllkanäle. Dabei ist es weiter bevorzugt, wenn sich sämtliche Füllkanäle auf einer axialen Höhe befinden und somit gleichzeitig vom Kopplerkolben geöffnet bzw. geschlossen werden.

[0009] Besonders zweckmäßig ist es, wenn der mindestens eine Füllkanal nicht (ausschließlich) als Schrägbohrung, sondern, zumindest abschnittsweise, als Radialbohrung ausgeführt ist, die senkrecht zur Längsmittel-

achse des hydraulischen Kopplers verläuft. Noch weiter bevorzugt sind die Kanten des Füllkanals im Ausmündungsbereich abgerundet ausgebildet.

[0010] Ganz besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform des Kraftstoff-Injektors, bei der das Kopplerspaltvolumen ausschließlich über den Niederdruckbereich des Kraftstoff-Injektors wiederbefüllt wird. Hierzu verbindet der mindestens eine Füllkanal im geöffneten Zustand den Niederdruckbereich des Kraftstoff-Injektors mit dem Kopplerspaltvolumen. Ganz besonders bevorzugt befindet sich der piezoelektrische Aktuator in dem an einen Injektor-Rücklaufanschluss angeschlossenen Niederdruckbereich des Kraftstoff-Injektors.

[0011] Besonders zweckmäßig ist eine Ausführungsform, bei der am Kopplerkolben eine Schaltkante zum Zusammenwirken mit einer Ausmündungsöffnung des Füllkanals ausgebildet ist. Das Vorsehen einer derartigen Schaltkante gewährleistet einen definierten Öffnungs- bzw. Schließzeitpunkt und gewährleistet im geschlossenen Zustand des Füllkanals eine ausreichende Kraftstoffdichtigkeit, um zu verhindern, dass während der Kompressionsphase Kraftstoff aus dem Kopplerspaltvolumen durch den Füllkanal in den Niederdruckbereich gedrückt wird. Besonders zweckmäßig ist es, wenn die Schaltkante als umlaufende Kante, also als Ringkante am Außenumfang des Kopplerkolbens ausgebildet ist.

[0012] In Weiterbildung der Erfindung ist mit Vorteil vorgesehen, dass die Schaltkante eine Ringschulter des Kopplerkolbens begrenzend ausgebildet und angeordnet ist. Anders ausgedrückt ist die Schaltkante bevorzugt im Bereich eines Durchmessersprungs des Kopplerkolbens angeordnet.

[0013] Zur Gewährleistung einer optimalen Funktionsfähigkeit des hydraulischen Kopplers und damit des Kraftstoff-Injektors ist eine Ausführungsform bevorzugt, bei der der Hub des Kopplerkolbens bei einem Einspritzvorgang größer ist als der Durchmesser der Ausmündungsöffnung des mindestens einen Füllkanals. Ganz besonders bevorzugt ist der Hub des Kopplerkolbens größer als der minimale Durchmesser des Füllkanals.

[0014] Grundsätzlich kann es sich bei dem Kraftstoff-Injektor um einen Injektor handeln, bei dem der Arbeitskolben das einteilige Einspritzventilelement oder einen Teil des mehrteiligen Einspritzventilelementes zum Verschließen und Freigeben mindestens einer Einspritzöffnung bildet. Ganz besonders bevorzugt handelt es sich jedoch um einen Kraftstoff-Injektor mit Servokreislauf, bei dem mittels des hydraulischen Kopplers ein Steuerventil (Servoventil) betätigbar ist, um eine von dem ein- oder mehrteiligen Einspritzventilelement begrenzte Steuerkammer mit einem Niederdruckbereich des Kraftstoff-Injektors zu verbinden. Dabei kann das Steuerventilelement des Steuerventils entweder unmittelbar von dem Arbeitskolben des hydraulischen Kopplers oder von einem mittels des Arbeitskolbens betätigbaren, von diesem separaten Bauteil gebildet werden. Bevorzugt ist eine Ausführungsform des Steuerventils als 3/2-Wegeventil, wobei auch ein 2/2-Wegeventil realisierbar ist.

[0015] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnungen.

5 **[0016]** Diese zeigen in:

Fig. 1: einen Common-Rail-Injektor mit piezoelektrischem Aktuator und hydraulischem Koppler,

10 Fig. 2: eine vergrößerte Darstellung des hydraulischen Kopplers, und

Fig. 3: eine vergrößerte Darstellung eines Details des hydraulischen Kopplers gemäß Fig. 1 und 2.

15 **[0017]** In den Figuren sind gleiche Bauteile und Bauteile mit gleicher Funktion mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0018] In Fig. 1 ist ein als Common-Rail-Injektor ausgebildeter Kraftstoff-Injektor 1 zum Einspritzen von Kraftstoff in einen nicht gezeigten Brennraum einer ebenfalls nicht gezeigten Brennkraftmaschine dargestellt. Eine Hochdruckpumpe 2 fördert Kraftstoff aus einem Vorratsbehälter 3 in einen Kraftstoff-Hochdruckspeicher 4 (Rail). In diesem ist Kraftstoff, insbesondere Diesel, unter hohem Druck, von in diesem Ausführungsbeispiel über 2000bar, gespeichert. An den Kraftstoff-Hochdruckspeicher 4 ist der Kraftstoff-Injektor 1 neben anderen, nicht gezeigten, Kraftstoff-Injektoren über eine Versorgungsleitung 5 angeschlossen. Die Versorgungsleitung 5 mündet in einen zum Hochdruckbereich des Kraftstoff-Injektors 1 gehörenden, axialen Versorgungskanal 6, durch den Kraftstoff in einen Druckraum 7 strömt. Der Kraftstoff strömt bei einem Einspritzvorgang aus dem Druckraum 7 in axialer Richtung an einem einteiligen Einspritzventilelement 8 (Düsennadel) vorbei durch Düsenbohrungen einer Düsenlochanordnung 16 in den Brennraum der Brennkraftmaschine. Der Kraftstoff-Injektor 1 ist über einen Injektorrücklaufanschluss 9 an eine Rücklaufleitung 10 angeschlossen. Über die Rücklaufleitung 10 kann eine später noch zu erläuternde Steuermenge an Kraftstoff von dem Kraftstoff-Injektor 1 zum Vorratsbehälter 3 abfließen und von dort aus dem Hochdruckkreislauf wieder zugeführt werden.

45 **[0019]** Wie sich aus Fig. 1 ergibt, ist das in diesem Ausführungsbeispiel einteilige Einspritzventilelement 8 innerhalb einer Stufenbohrung 11 eines Düsenkörpers 12 axial verstellbar geführt. Der Düsenkörper 12 ist im Verbund mit einer Drosselplatte und einem Ventilkörper gegen einen Haltekörper 13 mittels einer Düsenspannmutter verspannt. Die Düsenspannmutter wird mittels einer Kupferscheibe in Richtung Brennraum abgedichtet, in den die Düsenkörperspitze hineinragt.

50 **[0020]** Das Einspritzventilelement 8 weist an seiner Spitze 15 eine Schließfläche (Dichtfläche) auf, mit welcher das Einspritzventilelement 8 in eine dichte Anlage an einen innerhalb des Düsenkörpers 12 ausgebildeten Einspritzventilelementsitz bringbar ist. Wenn das Ein-

spritzventilelement 8 an seinem Einspritzventilelement-sitz anliegt, d.h. sich in einer Schließstellung befindet, ist der Kraftstoffaustritt aus einer Düsenlochanordnung 16 gesperrt. Ist es dagegen von seinem Einspritzventilelement-sitz abgehoben, kann Kraftstoff aus dem Druckraum 7, im Wesentlichen unter Raildruck stehend, an dem Einspritzventilelement-sitz vorbei in den Brennraum strömen.

[0021] Von einer in der Zeichnungsebene oberen Stirnseite des Einspritzventilelementes 8 wird eine Steuerkammer 17 (Servokammer) begrenzt, die über eine Zulaufdrossel 18 mit unter Hochdruck stehendem Kraftstoff aus dem Versorgungskanal 6 versorgt wird. Gleichzeitig wird ein Druckraum 14, aus dem Kraftstoff bei geöffnetem Einspritzventilelement 8 in den Brennraum strömen kann, mit Kraftstoff aus dem Versorgungskanal 6 versorgt. Der Druckraum 14 umschließt dabei eine die Steuerkammer 17 begrenzende, federkraftbeaufschlagte Hülse 32 radial außen. Die in der Hülse 32 ausgebildete Steuerkammer 17 ist über eine Ablaufdrossel 19 mit einer Steuerventilkammer 20 verbunden, die mittels eines axial verstellbaren Steuerventilelementes 21 (Ventilbolzen) mit einem Niederdruckbereich 22 und damit mit dem Injektor-Rücklaufanschluss 9 verbindbar ist. Das Steuerventilelement 21 ist Teil eines als 3/2-Wegeventil ausgebildeten Steuerventils 23 (Servoventil). Bei in einer ersten (unteren) Schaltstellung befindlichem Steuerventilelement 21 kann Kraftstoff aus der Steuerkammer 17 über die Ablaufdrossel 19 und die Steuerventilkammer 20 in den Niederdruckbereich 22 zum Injektor-Rücklaufanschluss 9 strömen. Gleichzeitig ist ein aus dem Druckraum 14 ausmündender und in die Steuerventilkammer 20 einmündender Bypass 45 von dem Steuerventilelement 21 gesperrt. Bei in einer zweiten (oberen) Schaltstellung befindlichem Steuerventilelement 21 ist die Verbindung zwischen der Steuerventilkammer 20 und dem Niederdruckbereich 22 gesperrt und der Bypass 45 ist freigegeben, so dass die Steuerkammer 17 über den Bypass 45, die Steuerventilkammer 20 und die Ablaufdrossel 19 schnell auf Hochdruck gebracht wird.

[0022] Zum Verstellen des kolbenförmigen Steuerventilelementes 21 ist ein piezoelektrischer Aktuator 24 vorgesehen, der über einen hydraulischen Koppler 25 mit dem Steuerventilelement 21 gekoppelt ist. Bei einer alternativen, nicht gezeigten, Ausführungsform kann das Steuerventil 23 unmittelbar vom hydraulischen Koppler 25, genauer von einem später noch zu erläuternden Arbeitskolben 28 (Ventilkolben) des hydraulischen Kopplers 25 gebildet werden. Zum Öffnen des Steuerventils 23, also zum Bewegen des Steuerventilelementes 21 in der Zeichnungsebene nach unten, weg von seinem oberen Steuerventilsitz 26, wird der piezoelektrische Aktuator 24 bestromt und dehnt sich aus. Hierdurch wird ein in der Zeichnungsebene oberer, beweglicher Kopplerkolben 27 des hydraulischen Kopplers 25 in der Zeichnungsebene nach unten bewegt, wodurch wiederum der Arbeitskolben 28 des hydraulischen Kopplers 25, der über ein Kopplerspaltvolumen 29 mit dem Kopplerkolben

27 hydraulisch gekoppelt ist, in der Zeichnungsebene nach unten bewegt wird. Der Arbeitskolben 28 drückt auf das Steuerventilelement 21, welches in der Folge entgegen der Kraft einer Steuerschließfeder 30 (Schaltventilfeder) von seinem oberen Steuerventilsitz 26 weg bewegt wird und somit den Kraftstofffluss aus der Steuerkammer 17 hin zum Injektor-Rücklaufanschluss 9 freigibt und gleichzeitig den Bypass 45 sperrt. Die Durchflusquerschnitte der Zulaufdrossel 18 und der Ablaufdrossel 19 sind dabei derart aufeinander abgestimmt, dass in der unteren Schaltstellung des Steuerventils 23 ein Nettoabfluss von Kraftstoff aus der Steuerkammer 17 resultiert. Hierdurch sinkt der Druck in der Steuerkammer 17 rapide ab, wodurch das Einspritzventilelement 8 von seinem Einspritzventilelement-sitz abhebt, so dass Kraftstoff aus dem Druckraum 7 durch die Düsenlochanordnung 16 ausströmen kann.

[0023] Zum Beenden des Einspritzvorgangs wird die Bestromung des piezoelektrischen Aktuators 24 unterbrochen, wodurch sich der Piezokristallstapel des Aktuators 24 zusammenzieht und der Kopplerkolben 27, unterstützt durch die Federkraft einer Rohrfeder 34, in der Zeichnungsebene nach oben bewegt wird. Der Arbeitskolben 28 drückt, unterstützt durch die Steuerschließfeder 30, in der Zeichnungsebene nach unten gegen das Steuerventilelement 21. Zwischen Arbeitskolben 28 und Steuerventilelement 21 ist somit ein ständiger Kontakt gewährleistet. Der Arbeitskolben 28 und das Steuerventilelement 21 werden bei nicht bestromtem Aktuator 24 nach oben in die obere Schaltstellung bewegt, in der das Steuerventilelement 21 an seinem oberen Steuerventilsitz 26 anliegt und die hydraulische Verbindung aus der Steuerkammer 17 zum Injektor-Rücklaufanschluss 9 sperrt. Der durch die Zulaufdrossel 18 sowie über den Bypass 45 in die Steuerkammer 17 nachströmende Kraftstoff sorgt für eine schnelle Druckerhöhung in der Steuerkammer 17 und damit für eine auf das Einspritzventilelement 8 wirkende hydraulische Schließkraft. Die daraus resultierende Schließbewegung des Einspritzventilelementes 8 wird von einer Schließfeder 31 unterstützt, die sich mit einem Ende am Einspritzventilelement 8 und mit dem andere Ende an einer die Steuerkammer 17 begrenzenden Hülse 32 abstützt.

[0024] Im Folgenden wird der Aufbau des hydraulischen Kopplers 25 anhand der Fig. 2 und 3 im Detail erläutert. Zu erkennen ist der unmittelbar mit dem piezoelektrischen Aktuator 24 zusammenwirkende, in der Zeichnungsebene obere Kopplerkolben 27 und der in der Zeichnungsebene darunter, mit Abstand dazu angeordnete Arbeitskolben 28. Der Kopplerkolben 27 und der Arbeitskolben 28 begrenzen axial zwischen sich innerhalb eines Kopplerkörpers 33 ein hydraulisches Kopplerspaltvolumen 29 (Kraftstoffvolumen). Radial außen wird das Kopplerspaltvolumen 29 begrenzt vom Innenumfang des Kopplerkolbens 27, genauer gesagt, zumindest abschnittsweise, von einem sich konisch verjüngenden Innenhohlabschnitt des Kopplerkörpers 33. Zu erkennen ist, dass der Durchmesser des Arbeitskolbens

28 geringer bemessen ist als der Durchmesser des Kopplerkolbens 27, um hierdurch eine Kraft-Weg-Übersetzung zu realisieren.

[0025] Aus Fig. 2 ist weiter zu entnehmen, dass radial außerhalb des Kopplerkörpers 33 die Rohrfeder 34 angeordnet ist, welche sich mit ihrem axialen unteren Ende an einem Umfangsbund 35 des Kopplerkörpers 33 und mit ihrem axial oberen Ende an einer Platte 36 abstützt, die zentrisch von dem Kopplerkolben 27 durchsetzt ist. Die Rohrfeder 34 sorgt für die Vorspannung des in Fig. 2 nicht dargestellten piezoelektrischen Aktuators.

[0026] Der Kopplerkolben 27 bildet bei dem gezeigten hydraulischen Koppler 25 ein axial verstellbares Ventilelement eines Rückbefüllventils 37. Bestandteil dieses Rückbefüllventils 37 ist auch eine Anzahl von gleichmäßig über den Umfang des Kopplerkörpers 33 angeordneten Füllkanälen 38, über die bei geöffnetem Rückbefüllventil 37 Kraftstoff aus dem Niederdruckbereich 22 in das Kopplerspaltvolumen 29 einströmen kann, um Leckageverluste, die beim Kompressionsvorgang, d.h. bei bestromtem piezoelektrischen Aktuator unvermeidlich über Führungsspalte 39 auftreten, auszugleichen.

[0027] Immer dann, wenn die Bestromung des piezoelektrischen Aktuators 24 unterbrochen wird und in der Folge der Kopplerkolben 27 mittels der Rohrfeder 34 in der Zeichnungsebene nach oben verstellt wird, gibt eine als Ringkante ausgebildete Schaltkante 40 am Außenumfang des Kopplerkolbens 27 die Füllkanäle 38 frei. Wird der piezoelektrische Aktuator 24 wieder bestromt, wird der Kopplerkolben 27 mindestens so weit nach in der Zeichnungsebene unten verstellt, bis dieser (als Bestandteil des Rückbefüllventils 37) die Füllkanäle 38 wieder schließt und somit eine Kompression des Kopplerspaltvolumens 29, d.h. einen Druckaufbau des Kraftstoffs im Kopplerspaltvolumen 29 ermöglicht, aufgrund derer der Arbeitskolben 28 in der Zeichnungsebene nach unten verstellt wird. Wie sich weiter aus Fig. 2 ergibt, begrenzt die umlaufende Schaltkante 40 eine innere Ringschulter 41 des Kopplerkolbens 27 radial außen. Die Ringschulter 41 ist ausgebildet zwischen einem unteren, durchmesserreduzierten Abschnitt 42 des Kopplerkolbens 27 und einem oberen Führungsabschnitt 43, an dessen Außenumfang der Kopplerkolben 27 innerhalb der Stufenbohrung des Kopplerkörpers 33 geführt ist.

[0028] Ferner ist Fig. 2 zu entnehmen, dass innerhalb eines unteren, stirnseitig offenen Ausnehmungsabschnittes 44 des Kopplerkolbens 27 eine Druckfeder 46 angeordnet ist, die sich mit ihrem axial oberen Ende am Kopplerkörper 33 und mit ihrem axial unteren Ende an einer Bundhülse 47 abstützt, die auf den Arbeitskolben 28 aufgedrückt oder aufgeschumpft ist.

[0029] Fig. 3 zeigt ein weiteres Detail des hydraulischen Kopplers 25. Zu erkennen ist ein sich stufenförmig nach innen verjüngender Füllkanal 38, der den Niederdruckbereich 22 bei geöffnetem Rückbefüllventil 37 mit dem Kopplerspaltvolumen 29 hydraulisch verbindet. Fig. 3 ist weiter die kreisrund konturierte Ausmündungsöffnung 48 des Füllkanals 38 zu entnehmen. Zu erkennen

ist, dass der Füllkanal 38 exakt in radialer Richtung verläuft und einen radial äußeren Einmündungsabschnitt 49 sowie einen daran anschließenden Verbindungsabschnitt 50 aufweist, der den Einmündungsabschnitt 49 mit dem Kopplerspaltvolumen 29 verbindet. Wesentlich ist, dass der Durchmesser des Verbindungsabschnittes 50 (deutlich) kleiner ist als der Durchmesser des Einmündungsabschnittes 49. Um ein Verschließen des Füllkanals mittels des Kopplerkolbens 27 zu gewährleisten, ist der maximale Hub ΔH des Kopplerkolbens 27 so ausgelegt, dass der maximale Hub ΔH kleiner ist als der Durchmesser D der Ausmündungsöffnung 48 in einem radial inneren Bereich.

Patentansprüche

1. Kraftstoff-Injektor, insbesondere Common-Rail-Injektor, zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit einem hydraulischen Koppler (25), umfassend einen beweglichen Kopplerkolben (27) und einen mit dem Kopplerkolben (27) über ein Kopplerspaltvolumen (29) gekoppelten Arbeitskolben (28), wobei das Kopplerspaltvolumen (29) über mindestens einen Füllkanal (38) mit Kraftstoff befüllbar ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Füllkanal (38) mittels des Kopplerkolbens (27) öffnbar und verschließbar ist.
2. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass dem hydraulischen Koppler (25) ein piezoelektrischer Aktuator (24) zugeordnet ist, wobei der Kopplerkolben (27) mittels des piezoelektrischen Aktuator (24) betätigbar ist.
3. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Füllkanal (38) in einem den Kopplerkolben (27) führenden Kopplerkörper (33) vorgesehen ist.
4. Kraftstoff-Injektor nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass mehrere, gleichmäßig über den Umfang des Kopplerkörpers (33) verteilt angeordnete Füllkanäle (38) vorgesehen sind.
5. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Füllkanal (38) einen Radialbohrungsabschnitt umfasst.
6. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

dass das Kopplerspaltvolumen (29) über den Füllkanal (38) mit einem Niederdruckbereich (22) des Kraftstoff-Injektors (1) verbindbar ist.

7. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 6, 5
dadurch gekennzeichnet,
dass am Kopplerkolben (27) eine, vorzugsweise umlaufende Schaltkante (40) zum Zusammenwirken mit einer Ausmündungsöffnung (48) des Füllkanals (38) ausgebildet ist. 10

8. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 7, 15
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schaltkante (40) an einer Ringschulter (41) des Kopplerkolbens (27) oder des Arbeitskolbens (28) ausgebildet ist.

9. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 20
dadurch gekennzeichnet,
dass der mindestens eine Füllkanal (38) als Ausnehmung ausgebildet ist.

10. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 9, 25
dadurch gekennzeichnet,
dass die Axialerstreckung der Ausmündungsöffnung (48) des mindestens einen Füllkanals (38) kleiner ist als der Hub des Kopplerkolbens (27).

11. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 30
dadurch gekennzeichnet,
dass mittels des hydraulischen Kopplers (25) ein Steuerventil (23) betätigbar ist, mit dem eine von einem Einspritzventilelement (8) begrenzte Steuerkammer (17) mit einem Niederdruckbereich (22) des Kraftstoff-Injektors (1) verbindbar ist. 35

40

45

50

55

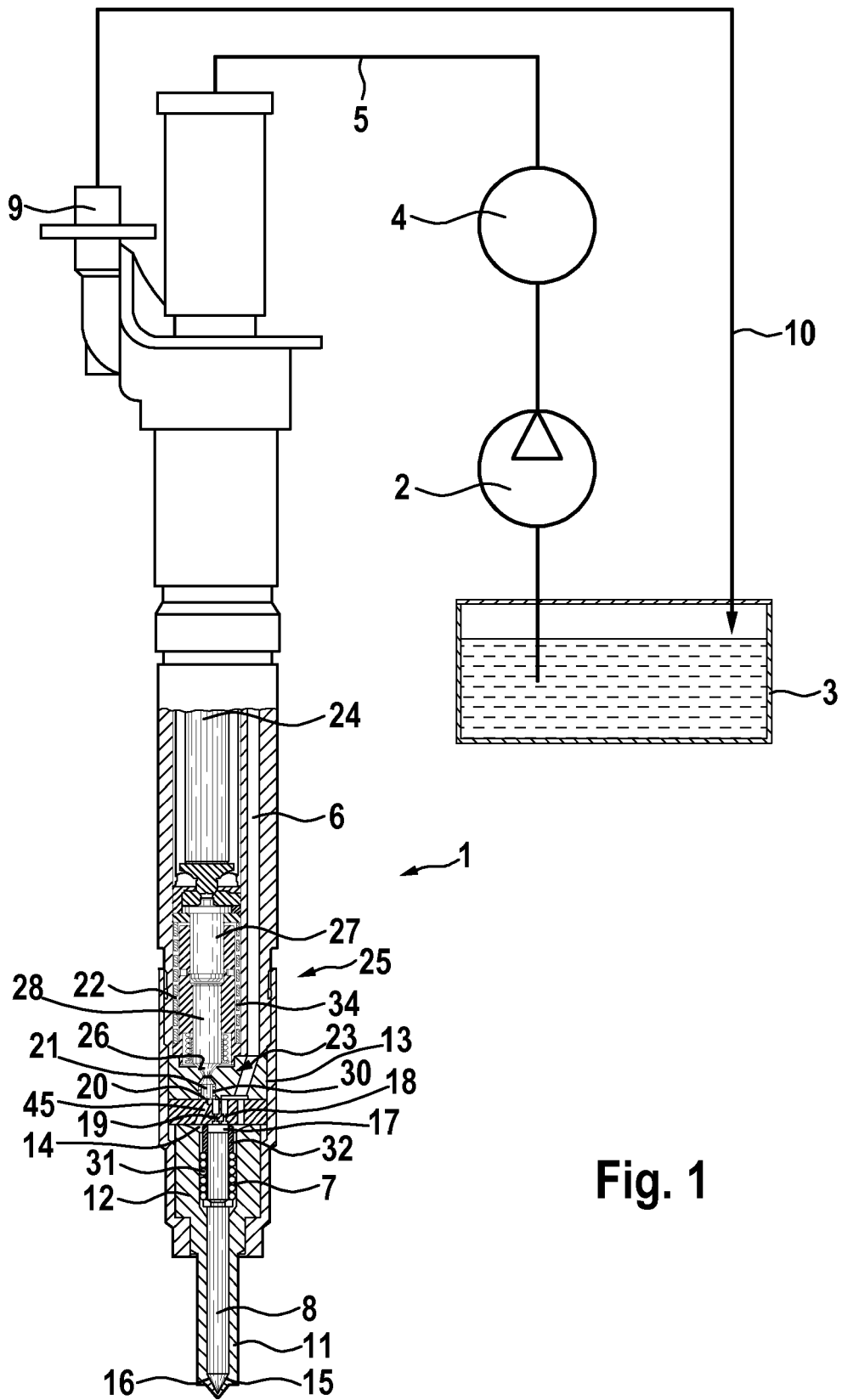


Fig. 1

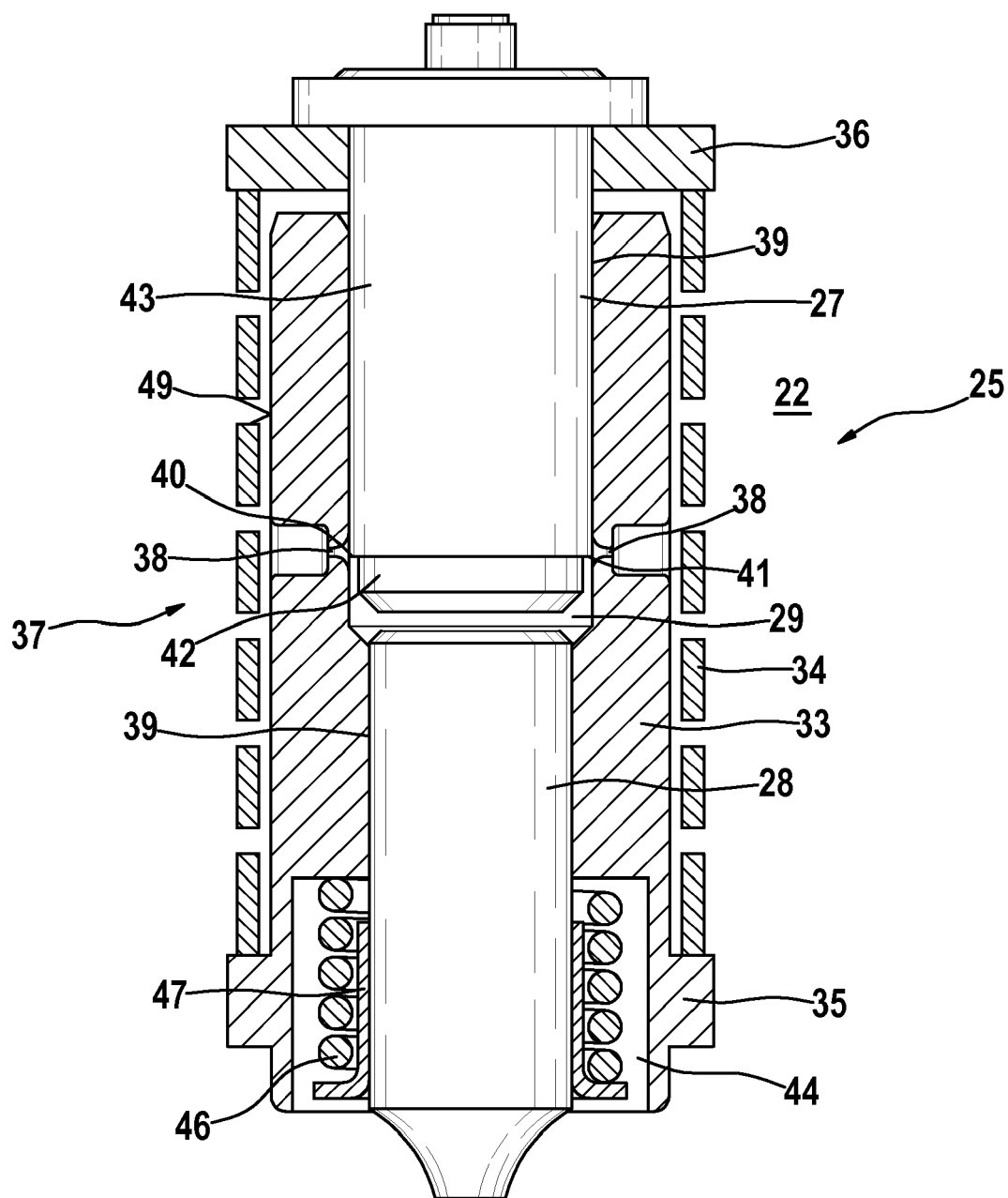


Fig. 2

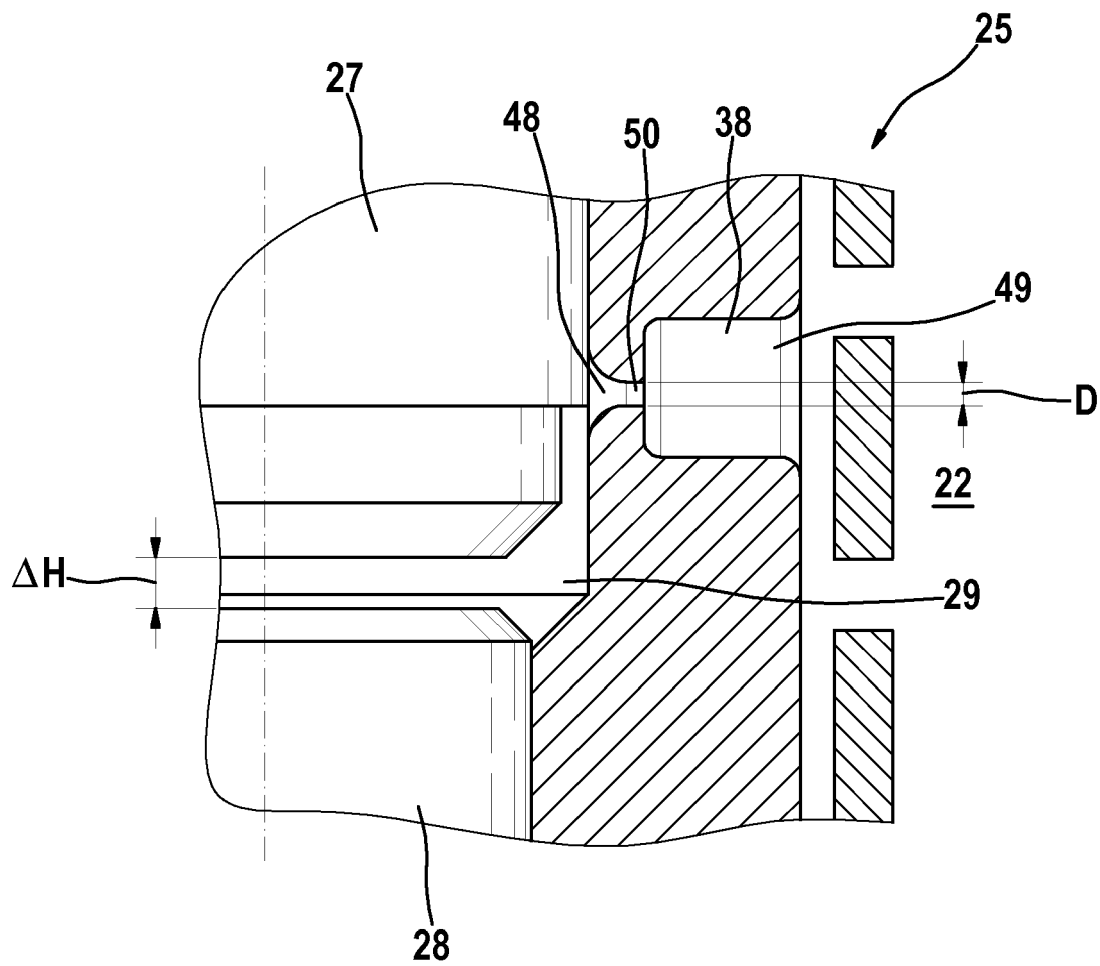


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 10 15 0609

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 103 26 045 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 30. Dezember 2004 (2004-12-30)	1-5,7-10	INV. F02M63/00
Y	* Absätze [0036], [0038], [0041], [0051], [0053], [0068] *	6,11	
X	& EP 1 636 480 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 22. März 2006 (2006-03-22)	1-5,7-10	
Y	* Abbildungen 2,3 *	6,11	
Y	DE 100 37 527 A1 (DENSO CORP [JP]) 15. Februar 2001 (2001-02-15) * Spalte 5, Zeilen 16-38; Abbildung 1 *	6,11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F02M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 22. Juni 2010	Prüfer Boye, Michael
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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			

 4
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 10 15 0609

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.

22-06-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10326045 A1	30-12-2004	WO 2004111429 A1	23-12-2004
		EP 1636480 A1	22-03-2006
		JP 2006510851 T	30-03-2006
		KR 20060021352 A	07-03-2006
		US 2006289681 A1	28-12-2006

DE 10037527 A1	15-02-2001	JP 4038941 B2	30-01-2008
		JP 2001041125 A	13-02-2001

EPO FORM P0481

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 10037527 A1 [0003]