(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
8. Mai 2014 (08.05.2014)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/067720 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F02M 61/10 (2006.01) *F02M 63/00* (2006.01)
F02M 51/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/070073

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. September 2013 (26.09.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 219 867.9
30. Oktober 2012 (30.10.2012) DE

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **RAPP, Holger**; Birkenweg 22, 71254 Ditzingen (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title**: FUEL INJECTOR COMPRISING A PIEZOACTUATOR

(54) **Bezeichnung** : KRAFTSTOFFINJEKTOR MIT PIEZOAKTOR

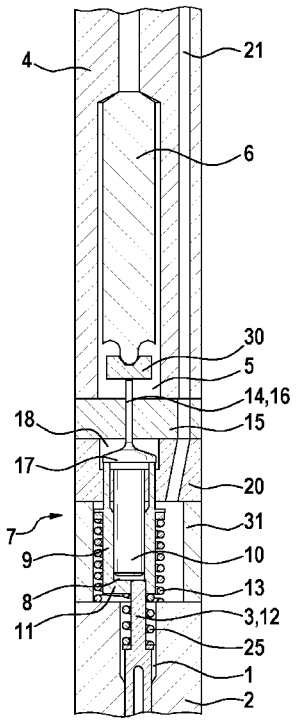


Fig. 1

(57) **Abstract**: The invention relates to a fuel injector for a fuel injection system, in particular a common rail injection system, comprising a nozzle needle (3) that is guided in a high-pressure bore (1) of the nozzle body (2) so as to be able to carry out a stroke movement, by means of which at least one injection opening can be released or closed, a piezoactuator (6), received in a low-pressure zone (5), for directly controlling the stroke movement of the nozzle needle (3), and a coupling mechanism (7) via which the piezoactuator (6) is hydraulically coupled to the nozzle needle (3). According to the invention, the coupling mechanism (7) comprises a coupling volume (8) which is formed inside a sleeve-shaped coupling piston (9), said coupling piston (9) being guided via an inner pin (10) that delimits the coupling volume (9) in an axial direction so as to be able to carry out a stroke movement, an end section (12) of the nozzle needle (3) extending into the coupling volume (8) or into a fuel volume connected to the coupling volume (8).

(57) **Zusammenfassung**: Die Erfindung betrifft einen Kraftstoffinjektor für ein Kraftstoffeinspritzsystem, insbesondere ein Common-Rail-Einspritzsystem, umfassend eine in einer Hochdruckbohrung (1) eines Düsenkörpers (2) hubbeweglich geführte Düsennadel (3) zum Freigeben und Verschließen wenigstens einer Einspritzöffnung, einen in einem Niederdruckbereich (5) aufgenommenen Piezoaktor (6) zur direkten Steuerung der Hubbewegung der Düsennadel (3) sowie eine Kopplungseinrichtung (7), über welche der Piezoaktor (6) mit der Düsennadel (3) hydraulisch gekoppelt ist. Erfindungsgemäß umfasst die Kopplungseinrichtung (7) ein Kopplervolumen (8), das innerhalb eines hülsenförmigen Kopplerkolbens (9) ausgebildet ist, wobei der Kopplerkolben (9) über einen das Kopplervolumen (8) in einer axialer Richtung begrenzenden Innenzapfen (10) hubbeweglich geführt ist und wobei ein Endab¬ schnitt (12) der Düsennadel (3) in das Kopplervolumen (8) oder in ein mit dem Kopplervolumen (8) verbundenes Kraftstoffvolumen hineinragt.

WO 2014/067720 A1

CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Beschreibung

Titel

Kraftstoffinjektor mit Piezoaktor

Die Erfindung betrifft einen Kraftstoffinjektor für ein Kraftstoffeinspritzsystem, insbesondere ein Common-Rail-Einspritzsystem, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

Ein solcher Kraftstoffinjektor umfasst eine in einer Hochdruckbohrung eines Düsenkörpers hubbeweglich geführte Düsennadel zum Freigeben und Verschließen wenigstens einer Einspritzöffnung, einen in einem Niederdruckbereich aufgenommenen Piezoaktor zur direkten Steuerung der Hubbewegung der Düsennadel sowie eine Kopplungseinrichtung, über welche der Piezoaktor mit der Düsennadel hydraulisch koppelbar ist.

Stand der Technik

Aus der Offenlegungsschrift DE 10 2009 001 131 A1 geht ein Kraftstoffinjektor mit einem in einem Niederdruckbereich des Injektors angeordneten Piezoaktor zur direkten Steuerung der Hubbewegung einer Düsennadel hervor, bei welchem die Düsennadel weitgehend druckausgeglichen angeordnet ist. Hierzu ist am düsenseitigen Ende der Düsennadel ein plungerartiger Fortsatz angeordnet, der in einer mit dem Brennraum kommunizierenden Führungsbohrung axial verschiebbar und dicht geführt ist. Der Piezoaktor ist über einen Kopplerraum mit der Düsennadel hydraulisch koppelbar. Die Kopplung erfolgt in der Weise, dass bei einer Bestromung des Piezoaktors die Düsennadel ihre Schließstellung einnimmt und zum Öffnen die Bestromung des Piezoaktors unterbrochen werden muss. Das heißt, dass der Aktor während der vergleichsweise langen Einspritzpausen geladen und nur während der vergleichsweise kurzen Einspritzungen entladen ist (sogenannte inverse Steuerung). Dadurch ist die Piezokeramik des Aktors während der Betriebsdauer längere Zeit einem starken elektrischen Feld ausgesetzt,

als dies bei nicht inverser Steuerung der Fall ist. Die Folge kann eine deutlich verkürzte Lebensdauer des Aktors sein.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Kraftstoffinjektor mit einem Piezoaktor zur direkten Steuerung der Hubbewegung einer Düsennadel anzugeben, der langlebig ist. Insbesondere soll ein Kraftstoffinjektor mit einem Piezoaktor angegeben werden, der die Düsennadel nicht invers ansteuert.

Die Aufgabe wird gelöst durch einen Kraftstoffinjektor mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindungen sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Offenbarung der Erfindung

Der vorgeschlagene Kraftstoffinjektor umfasst eine in einer Hochdruckbohrung eines Düsenkörpers hubbeweglich geführte Düsennadel zum Freigeben und Verschließen wenigstens einer Einspritzöffnung, einen in einem Niederdruckbereich aufgenommen Piezoaktor zur direkten Steuerung der Hubbewegung der Düsennadel sowie eine Kopplungseinrichtung, über welche der Piezoaktor mit der Düsennadel hydraulisch koppelbar ist. Erfindungsgemäß umfasst die Kopplungseinrichtung ein Kopplervolumen, das innerhalb eines hülsenförmigen Kopplerkolbens ausgebildet ist. Der Kopplerkolben ist dabei über einen das Kopplervolumen in einer axialen Richtung begrenzenden Innenzapfen hubbeweglich geführt. Des weiteren ragt ein Endabschnitt der Düsennadel in das Kopplervolumen oder in ein mit dem Kopplervolumen hydraulisch verbundenes Kraftstoffvolumen hinein, so dass der Druck im Kopplervolumen die Stirnfläche dieses Endabschnitts der Düsennadel mit einer in Schließrichtung wirkenden Axialkraft beaufschlagt. Die hydraulische Trennung zwischen dem mit dem Kopplervolumen verbundenen Teil der Düsennadel und dem unteren, von unter Hochdruck stehendem Kraftstoff umgebenen Teil der Düsennadel erfolgt über eine Führung mit geringem Spiel. Diese Führung kann entweder direkt in einem Bodenteil des Kopplerkolbens oder in einer unterhalb des Kopplerkolbens angeordneten Dichthülse angeordnet sein. Die Kopplungseinrichtung ermöglicht eine direkte Steuerung der Düsennadel, bei welcher eine Längung des Aktors das Öffnen der Düsennadel bewirkt. Um die Düsennadel aus ihrem Dichtsitz zu heben, wird der hülsenförmige Kopplerkolben gegenüber dem Innenzapfen in Rich-

tung des Dichtsitzes der Düsennadel verschoben, so dass sich das Kopplervolumen vergrößert. Die damit einhergehende Druckabnahme im Kopplervolumen bewirkt, dass die Düsennadel in das Kopplervolumen oder in das mit dem Kopplervolumen verbundene, oberhalb des Endabschnitts der Düsennadel befindliche Kraftstoffvolumen hineingezogen wird. Dabei hebt die Düsennadel von ihrem Dichtsitz ab. Über die Kopplungseinrichtung wird demnach eine Richtungsumkehr bewirkt. Das heißt, dass der Piezoaktor nur dann geladen werden muss, wenn eine Einspritzung erfolgen soll. Während der Einspritzpausen ist der Piezoaktor entladen. Dadurch wird die Belastung des Piezoaktors derart verringert, dass die Lebensdauer des Aktors steigt. Dazu trägt ferner bei, dass der Piezoaktor in einem Niederdruckbereich des Kraftstoffinjektors angeordnet ist, dass heißt, dass er keiner Beaufschlagung durch Hochdruck ausgesetzt ist. Dies ermöglicht es zusätzlich, den Aktor in einem von einer Metallhülse umgebenen Aktormodul zu kapseln und so einen Kontakt zwischen Kraftstoff und Aktor sicher und vollständig zu vermeiden. Wird von dieser Möglichkeit Gebrauch gemacht, so muss korrekterweise statt von einem Aktor von einem Aktormodul gesprochen werden. Da diese Unterscheidung im Rahmen der vorliegenden Erfindung aber nicht relevant ist, werden im folgenden der Begriff „Aktor“ auch als Synonym für „Aktormodul“ verwendet. Die angegebene Kopplungseinrichtung ist zudem einfach aufgebaut und erfordert nur einen geringen Bauraum.

Bevorzugt ist der Kopplerkolben von der Federkraft einer Druckfeder beaufschlagt, die einerseits am Kopplerkolben und andererseits gehäuseseitig abgestützt ist. Die Federkraft der Druckfeder drückt den Kopplerkolben in Richtung des Piezoaktors und bewirkt auf diese Weise eine Rückstellung des Kopplerkolbens, wenn die Bestromung des Piezoaktors beendet wird und sich dieser zusammenzieht. Zudem sorgt die Federkraft der Druckfeder im Ruhezustand für eine Vorspannung des Aktors mit einer mechanischen Druckspannung. Dadurch wird vermieden, dass zumindest Teile der Aktorkeramik im Betrieb einer Zugspannung ausgesetzt werden, was zu einer Zerstörung des Aktors führen würde. Namentlich besteht diese Gefahr vor allem unmittelbar nach Ende des Ladevorgangs des Aktors sowie unmittelbar am Beginn des Entladevorgangs.

Zur Kraftübertragung ist weiterhin bevorzugt zwischen dem Piezoaktor und der Kopplungseinrichtung ein Kraftübertragungsglied angeordnet. Dieses umfasst vorzugsweise einen eine Druckplatte durchsetzenden, stiftförmigen Abschnitt und

einen tellerförmigen Abschnitt zur axialen Abstützung des hülsenförmigen Kopplerkolbens. Die Druckplatte, die von dem stiftförmigen Abschnitt des Kraftübertragungsgliedes durchsetzt wird, dient vorzugsweise der Trennung des Niederdruckbereiches von einem Hochdruckbereich des Kraftstoffinjektors. Der Durchmesser des stiftförmigen Abschnittes des Kraftübertragungsgliedes ist demnach bevorzugt möglichst klein und/oder das Führungsspiel der in der Druckplatte zur Aufnahme des stiftförmigen Abschnittes der vorgesehenen Bohrung möglichst eng gewählt. Alternativ oder ergänzend kann der stiftförmige Abschnitt des Kraftübertragungsgliedes im Hochdruckbereich von einer Dichthülse umgeben sein, welche vorzugsweise über eine Beißkante an der Druckplatte abgestützt ist. Wird zugleich das Führungsspiel in der Druckplatte groß ausgelegt, ermöglicht diese Ausgestaltung eine Verschiebung des Kraftübertragungsgliedes einschließlich Dichthülse in radialer Richtung und damit einen Ausgleich eines etwaigen Achsversatzes. Ferner wird über die Dichthülse eine sehr gute Abdichtung des Niederdruckbereiches gegenüber dem Hochdruckbereich bewirkt.

Gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Innenzapfen mit der Kopplerplatte einstückig ausgeführt.

Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der Innenzapfen in einer Bohrung einer Kopplerplatte verschwenkbar und/oder in radialer Richtung verschiebbar gelagert ist. Die Kopplerplatte dient dabei als weiteres Gehäuseteil und kann beispielsweise an die vorstehend erwähnte Druckplatte axial angesetzt sein. Um eine Verschiebung in radialer Richtung zu bewirken, muss die Bohrung der Kopplerplatte, in welcher der Innenzapfen aufgenommen ist, mit einem ausreichenden Spiel versehen sein. Des Weiteren ist vorzugsweise am Innenzapfen eine planebene oder sphärisch geformte Stützfläche ausgebildet, über welche sich der Innenzapfen an der Kopplerplatte abstützt. Beispielsweise kann am Innenzapfen ein stirnseitiger Bundbereich mit einer planebenen oder sphärisch geformten Stützfläche ausgebildet sein, über welche der Innenzapfen verschiebbar und/oder verschwenkbar gelagert ist.

Um eine radiale Verschiebung des Innenzapfens zu ermöglichen, ist die am Innenzapfen ausgebildete Stützfläche vorzugsweise planeben gestaltet und auf einer gegengleich ausgebildeten Stützfläche der Kopplerplatte abgestützt. Zur

verschwenkbaren Lagerung des Innenzapfens, weist dieser bevorzugt eine sphärisch geformte Stützfläche auf, über welche der Innenzapfen auf eine planebenen, konisch oder sphärisch geformten Stützfläche der Kopplerplatte abgestützt ist. Alternativ oder ergänzend kann aber auch ein Zwischenring zwischen dem Innenzapfen und der Kopplerplatte eingelegt werden, welcher vorzugsweise sowohl ein Verschwenken als auch eine radiale Verschiebung des Innenzapfens gegenüber der Kopplerplatte ermöglicht.

Vorzugsweise besitzt die Kopplerplatte wenigstens eine weitere als Zulaufbohrung und/oder als Durchführöffnung dienende Ausnehmung. Eine als Zulaufbohrung dienende Ausnehmung ist vorzugsweise seitlich angeordnet und setzt eine in einem Haltekörper ausgebildete und seitlich angeordnete Zulaufbohrung fort. Die Zulaufbohrung kann leicht schräg nach innen verlaufend ausgeführt sein, um die Zulaufbohrung des Haltekörpers mit der Hochdruckbohrung im Düsenkörper zu verbinden. Des Weiteren ist wenigstens eine weitere Ausnehmung als Durchführöffnung für den hülsenförmigen Kopplerkolben oder mit dem Kopplerkolben einstückig verbundene Kraftübertragungselemente vorgesehen. Derartige Kraftübertragungselemente können beispielsweise stiftförmig ausgebildet und in gleichem Winkelabstand zueinander in axialer Verlängerung des Kopplerkolbens angeordnet sein. Anstelle stiftförmiger Elemente können auch teilkreisförmige Wandstücke des Kopplerkolbens als Kraftübertragungselemente dienen. Die Ausnehmungen der Kopplerplatte sind vorzugsweise an den Querschnitt der Kraftübertragungselemente angepasst. Dabei muss jedoch gewährleistet sein, dass der Kopplerkolben axial verschiebbar bleibt.

Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass der Innenzapfen von der Federkraft einer Druckfeder beaufschlagt ist, welcher einerseits an der Kopplerplatte und andererseits an einem radial verlaufenden Absatz des Innenzapfens abgestützt ist. Dies gilt insbesondere, wenn der Innenzapfen verschwenkbar und/oder radial verschiebbar angeordnet ist. Ist der radial verlaufende Absatz am Innenzapfen zur Abstützung der Feder nach radial innen orientiert, kann die Feder konisch ausgeführt sein und mit ihrem sich verjüngenden Ende in der hierzu ausgebildeten Ausnehmung am Innenzapfen angreifen. Darüber hinaus kann die Feder aber auch zylindrisch ausgeführt sein und an einem radial verlaufenden Absatz abgestützt sein, welcher nach radial außen verläuft. Hierzu kann beispielsweise auf den Innenzapfen eine Hülse aufgepresst sein. Die Federkraft der Feder hält

den Innenzapfen in Anlage mit der Kopplerplatte, selbst wenn beim Schließvorgang im Kopplervolumen auftretende dynamische Überdruckpeaks den Innenzapfen in Richtung des Piezoaktors drücken.

Des Weiteren bevorzugt ist auch die Düsennadel von der Federkraft einer Druckfeder beaufschlagt, wobei diese Feder einerseits unmittelbar am Kopplerkolben oder mittelbar über eine Dichthülse am Kopplerkolben und andererseits an der Düsennadel abgestützt ist.

Des Weiteren kann der Endabschnitt der Düsennadel direkt in einer Bohrung im Bereich eines Bodenteils des Kopplerkolbens hubbeweglich geführt sein.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Endabschnitt der Düsennadel in einer Dichthülse hubbeweglich geführt, die von der Federkraft einer Druckfeder in Richtung des Kopplerkolbens beaufschlagt und vorzugsweise unterhalb des Kopplerkolbens angeordnet ist. Weiterhin vorzugsweise ist die Dichthülse zwischen dem Kopplerkolben und der Druckfeder angeordnet, so dass die Dichthülse durch die Federkraft der Druckfeder in Kontakt mit der unteren Stirnfläche des Kopplerkolbens gehalten wird. Die Dichthülse, der Endabschnitt der Düsennadel und der Kopplerkolben begrenzen vorzugsweise ein Kraftstoffvolumen, das mit dem Kopplervolumen verbunden ist. Die Verbindung kann dadurch bewerkstelligt sein, dass der Endabschnitt der Düsennadel oberhalb seiner Führung in der Dichthülse durch eine Bohrung im Bodenteil des Kopplerkolbens bis in das Kopplervolumen hinein ragt und dass zwischen der Bohrung im Bodenteil des Kopplerkolbens und dem Endabschnitt der Düsennadel ein großes Durchmesserspiel besteht. Eine weitere Möglichkeit, das von der Dichthülse umschlossene Kraftstoffvolumen mit dem Kopplervolumen zu verbinden, besteht darin, die Düsennadel nur so lang auszuführen, dass die obere Stirnfläche ihres Endabschnitts im Bereich der Dichthülse unterhalb der unteren Stirnfläche des Kopplerkolbens liegt und das von der Dichthülse, dem Endabschnitt der Düsennadel und der unteren Stirnfläche des Kopplerkolbens begrenzte Volumen über einen Durchlass im Bodenteil des Kopplerkolbens mit dem vom Kopplerkolben und dem Innenzapfen umschlossenen, ursprünglichen Kopplervolumen verbunden ist. Der Durchlass ist dabei vorzugsweise als Bohrung ausgeführt, wobei deren Durchmesser nun kleiner sein kann als der Durchmesser des Endabschnitts der Düsennadel. In einer Weiterbildung dieser Aus-

führungsform ist der Durchlass als Drosselstelle ausgeführt. Eine solche Ausführung des Durchlasses als Drosselstelle wirkt der Anregung von hydraulischen und/oder mechanischen Schwingungen im Bereich der Düsennadel entgegen.

Die Ausführungsformen, bei welchen die Düsennadel in einer Dichthülse geführt ist, erlauben den Ausgleich von Achsversatztoleranzen zwischen dem Kopplerkolben und der Düsennadel, wobei zugleich über den Führungsspalt zwischen Dichthülse und Düsennadel das Kopplervolumen gegenüber dem Hochdruckbereich abgedichtet wird.

In diesem Zusammenhang wird angemerkt, dass die Kopplungseinrichtung eigensicher ist. Denn im Fehlerfall, beispielsweise bei versehentlich permanent geladenem Aktor, füllt sich das Kopplervolumen allmählich und bewirkt so das Schließen der Düsennadel. Das die Kopplungseinrichtung umgebende Hochdruckvolumen kann zugleich als zusätzlicher Druckspeicher (sogenanntes „Minirail“) dienen.

Des Weiteren bevorzugt ist eine definierte Drosselstelle im Strömungsbereich zwischen der Düsennadel und der Hochdruckbohrung vorgesehen, so dass im offenen Zustand stets eine schließende Kraft auf die Düsennadel wirkt. Denn bei offener Düse ist der Druck am Düsensitz dann aufgrund der Drosselstelle stets etwas kleiner als im Bereich der Kopplungseinrichtung. Eine solche Drosselstelle wirkt ferner hydraulischen und mechanischen Schwingungen im Bereich der Düsennadel entgegen beziehungsweise dämpft solche. Ferner wird auf diese Weise einem Druckanstieg im Kopplervolumen über den Systemdruck hinaus entgegengewirkt.

Vorteilhafterweise ist das Kraftübertragungsglied von der Federkraft einer Druckfeder beaufschlagt, welche einerseits unmittelbar oder mittelbar über eine Dichthülse an der Druckplatte und andererseits an dem tellerförmigen Abschnitt des Kraftübertragungsgliedes abgestützt ist. Bei Anordnung einer Dichthülse um den stiftförmigen Abschnitt des Kraftübertragungsgliedes hält die Druckfeder die Dichthülse in Anlage mit der Druckplatte. Auf diese Weise wird eine optimierte Abdichtung bewirkt. Ferner ermöglicht die Anordnung einer Dichthülse bei gleichzeitiger Ausbildung eines ausreichend groß bemessenen Führungsspiels zwischen dem Kraftübertragungsglied und der Druckplatte eine radiale Verschie-

bung des Kraftübertragungsgliedes gegenüber der Druckplatte. Somit ist über diese Anordnung ebenfalls ein etwaiger Achsversatz ausgleichbar.

Als weiterbildende Maßnahme wird vorgeschlagen, dass zwischen dem Kraftübertragungsglied und dem Piezoaktor ein Einstellstück angeordnet ist. Über die Höhe des Einstellstücks kann die Höhe des Kopplervolumens beeinflusst werden. Ferner wird über das Einstellstück die Aktorkraft gleichmäßig auf das Kraftübertragungsglied übertragen. Alternativ kann ein solches Einstellstück auch zwischen dem Kraftübertragungsglied und dem Kopplerkolben angeordnet sein.

Darüber hinaus wird vorgeschlagen, dass zwischen der Kopplerplatte und dem Düsenkörper ein hülsenförmiges Gehäuseteil angeordnet ist, das die Kopplungseinrichtung zumindest teilweise aufnimmt. Das hülsenförmige Gehäuseteil ist demnach von Hochdruck beaufschlagt, welcher die Kopplungseinrichtung umgibt. In Abhängigkeit von der Größe des innerhalb des hülsenförmigen Gehäuseteils ausgebildeten Druckraums, kann dieser als sogenanntes „Minirail" dienen.

Ein erfindungsgemäßer Kraftstoffinjektor besitzt den Vorteil einer hohen Lebensdauer. Denn einerseits ist der Piezoaktor im Niederdruckbereich angeordnet, andererseits über einen richtungsumkehrenden Koppler mit der Düsennadel koppelbar ist, so dass er nur geladen wird, wenn eine Einspritzung erfolgen soll. Während der Einspritzpausen ist der Piezoaktor dagegen entladen. Die zur Realisierung einer Richtungsumkehr vorgesehene Kopplungseinrichtung ist einfach aufgebaut und erfordert nur wenig Bauraum. Aufgrund der Anordnung der Kopplungseinrichtung im Hochdruckbereich, wobei der unter hohem Druck stehende Kraftstoff die Kopplungseinrichtung umgibt, wird einer Führungsspielaufweitung in einem Führungsbereich der Kopplungseinrichtung entgegengewirkt. Dadurch wird ferner der druck- und temperaturabhängige Funktionseinfluss der Kopplerleckage reduziert. Mittels einfacher Maßnahmen kann zudem der Ausgleich etwaiger Achsversätze realisiert werden.

Je nach Bedarf beziehungsweise Fertigungsvoraussetzungen kann zwischen einstückigem und modularem Aufbau der einzelnen Komponenten, wie beispielsweise Düsennadel, Kopplerkolben, Kraftübertragungsglied, gewählt werden. Das heißt, dass diese Bauteile an beliebigen Stellen in mehrere Bauteile

aufgetrennt sein können, wenn dies beispielsweise Vorteile für die Fertigung oder Montage bietet. Zum Beispiel können die Kraftübertragungselemente, welche die Kopplerplatte durchdringen, einstückig mit dem Kopplerkolben oder einstückig mit dem Kraftübertragungsglied ausgeführt sein. Ferner können sie als separate Bauteile vorliegen.

Der im Niederdruckbereich eines Haltekörpers aufgenommene Piezoaktor kann – wie in den nachfolgenden Zeichnungen dargestellt – gekapselt sein, oder alternativ mittels einer Membran gegenüber dem den Aktorraum ausfüllenden, unter Niederdruck stehenden Kraftstoff abgedichtet sein, wobei die Membran bevorzugt zwischen Aktorkopf und Innenwand des Haltekörpers dichtend eingefügt ist. Weiterhin bevorzugt kann der Zwischenraum zwischen dem Aktor und dem Haltekörper mit einer wärmeleitenden Vergussmasse ausgefüllt sein, um die Wärmeabfuhr zu optimieren.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Diese zeigen:

Figur 1 einen teilweisen Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektor,

Figur 2 einen vergrößerten Ausschnitt der Figur 1 im Bereich der Kopplungseinrichtung,

Figur 3 einen Querschnitt durch den Kraftstoffinjektor der Figur 1 im Bereich der Kopplerplatte,

Figur 4 den Kraftstoffinjektor der Figur 1 in Offenstellung, das heißt bei geladenem Piezoaktor,

Figur 5 einen Längsschnitt durch ein Kraftübertragungsglied eines weiteren erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektors,

Figur 6a einen teilweisen Längsschnitt durch eine Kopplungseinrichtung eines weiteren erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektors,

Figur 6b einen teilweisen Längsschnitt durch eine Kopplungseinrichtung, die eine alternative Ausführungsform zu der Kopplungseinrichtung gemäß Figur 6a darstellt,

Figur 7a-c jeweils einen Längsschnitt durch eine Kopplungseinrichtung eines erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektors im Bereich des Innenzapfens und

Figur 8a-c jeweils einen Längsschnitt durch eine Kopplungseinrichtung eines erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektors im Bereich eines Innenzapfens.

Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

Der Längsschnitt der Figur 1 zeigt den erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektor in Schließstellung. Dargestellt ist ein in einem Haltekörper 4 des Kraftstoffinjektors aufgenommener Piezoaktor 6, der über ein Einstellstück 30 an einem Kraftübertragungsglied 14 abgestützt ist. Das Kraftübertragungsglied 14 besitzt einen stiftförmigen Abschnitt 16, mit welchem es eine Druckplatte 15 durchsetzt, um in Anlage mit dem Einstellstück 30 zu gelangen. An seinem anderen Ende weist das Kraftübertragungsglied 14 einen tellerförmigen Abschnitt 17 auf, welcher mit einer Kopplungseinrichtung 7 zusammenwirkt. Der Durchmesser des stiftförmigen Abschnitts 16 ist deutlich kleiner als der des tellerförmigen Abschnitts gewählt, zugleich weist die den stiftförmigen Abschnitt 16 aufnehmende Bohrung der Druckplatte 15 einen engen Führungsspalt auf. Dadurch wird die Abdichtung zwischen einem Niederdruckbereich 5, in welchem der Piezoaktor 6 aufgenommen ist, und einem Hochdruckbereich 18, in welcher die Kopplungseinrichtung 7 aufgenommen ist, bewirkt und der Piezoaktor 6 vor Hochdruck geschützt. Die Kopplungseinrichtung 7 umfasst einen hülsenförmigen Kopplerkolben 9, innerhalb dessen ein Kopplervolumen 8 gebildet ist. Der Kopplerkolben 9 ist über einen Innenzapfen 10 axial verschiebbar geführt, so dass das Kopplervolumen 8 über eine axiale Verschiebung des Kopplerkolbens 9 veränderbar ist. In einem dem Innenzapfen 10 gegenüberliegenden Bodenteil 11 des Kopplerkolbens 9 ist eine Bohrung ausgebildet, in welcher ein Endabschnitt 12 einer Düsennadel 3 axial verschiebbar aufgenommen ist. Wird der Piezoaktor 6 bestromt und dehnt sich dabei aus, drückt er das Einstellstück 30 sowie das hieran anliegende Kraf-

tübertragungsglied 14 in Richtung eines Dichtsitzes (nicht dargestellt) der Düsennadel 3. Das Kraftübertragungsglied 14 bewegt dabei den hülsenförmigen Kopplerkolben 9 entgegen der Federkraft einer Druckfeder 13 in Richtung des Dichtsitzes. Dabei vergrößert sich das Kopplervolumen 8, was zur Folge hat, dass der Druck im Kopplervolumen 8 abnimmt und die Düsennadel 3 entgegen der Federkraft einer Druckfeder 25 öffnet. Wird die Bestromung des Piezoaktors 6 beendet, zieht sich dieser wieder zusammen, wobei die Druckfeder 13 den Kopplerkolben 9 und das Kraftübertragungsglied 14 in die jeweilige Ausgangsstellung zurückstellt. Das Kopplervolumen 8 verkleinert sich und der Druckanstieg im Kopplervolumen 8 sowie die Federkraft der Druckfeder 25 bewirken, dass die Düsennadel 3 in ihrem Dichtsitz zurückgestellt wird. Die Düsennadel 3 ist hierzu hubbeweglich in einer Hochdruckbohrung 1 des Düsenkörpers 2 angeordnet. Der Kraftstoffinjektor in Offenstellung ist in der Figur 4 dargestellt.

Der vergrößerte Ausschnitt der Figur 2 zeigt den Kraftstoffinjektor der Figur 1 im Bereich der Kopplungseinrichtung 7. Dargestellt sind der hülsenförmige Kopplerkolben 9, der Innenzapfen 10 sowie der Endabschnitt 12 der Düsennadel 3, welcher im Bodenteil 11 des Kopplerkolbens 9 geführt ist. Über das Kopplervolumen 8 ist die Düsennadel 3 mit dem Piezoaktor 6 hydraulisch gekoppelt. Hierzu ist das Kopplervolumen 8 sowie der im Kopplervolumen 8 herrschende Druck über eine axiale Verschiebung des Kopplerkolbens 9 veränderbar, wobei die axiale Verschiebung des Kopplerkolbens 9 über den Piezoaktor 6 bewirkt wird. Die Kraft des Piezoaktors 6 (siehe schwarze Pfeile in Figur 2) drückt den Kopplerkolben 9 in Richtung des Dichtsitzes der Düsennadel 3, wodurch der Druck im Kopplervolumen 8 abnimmt und die Düsennadel 3 entgegen der Kraftrichtung des Piezoaktors 6 öffnet. Über die in der Figur 2 dargestellte Kopplungseinrichtung 7 wird somit eine Richtungsumkehr bewirkt, welche dazu führt, dass bei einer Längung des Piezoaktors 6 sich die Düsennadel 3 auf den Piezoaktor 6 zubewegt.

Figur 3 zeigt einen Querschnitt durch den Injektor der Figur 1, wobei der Schnitt durch eine Kopplerplatte 20 gelegt ist. Der Durchmesserbereich des Innenzapfens 10, der hier einstückig mit der Kopplerplatte 20 ausgeführt ist, ist in der Fig. 3 gesondert gekennzeichnet. Dieser Durchmesserbereich des Innenzapfens 10 ist von Ausnehmungen umgeben, wobei zwei nierenförmige Ausnehmungen 22 als Durchführöffnungen für Kraftübertragungselemente 33 des Kopplerkolbens 9

und eine seitlich angeordnete Ausnehmung als Zulaufbohrung 21 dienen. In alternativen Ausführungsformen der Erfindung kann der Innenzapfen 10 auch als separates Bauteil ausgeführt und in einer Bohrung 19 der Kopplerplatte aufgenommen sein. Die Lagerung des Innenzapfens 10 in der Bohrung 19 der Kopplerplatte 20 kann dabei unterschiedlich ausgestaltet sein. Konkrete Ausführungsbeispiele hierfür sind den Figuren 7a-c sowie 8a-c zu entnehmen.

Die Figuren 7a-c zeigen Ausführungsformen, mittels welcher ein etwaiger Achsversatz ausgleichbar ist. Der Innenzapfen 10 ist hierzu in der Bohrung 19 der Kopplerplatte 20 radial verschiebbar (siehe Figur 7a) oder verschwenkbar (siehe Figur 7b) gelagert. Die radiale Verschiebbarkeit wird über planebene Stützflächen am Innenzapfen 10 und der Kopplerplatte 20 bewirkt, während sphärisch geformte Stützflächen (siehe Figur 7b) die Verschwenkbarkeit des Innenzapfens 10 gewährleisten. Eine Kombination beider Freiheitsgrade ist durch die Ausführungsform gemäß Figur 7c erzielbar, bei welcher zwischen dem Innenzapfen 10 und der Kopplerplatte 20 ein Zwischenring 32 angeordnet ist. Der Zwischenring 32 ermöglicht sowohl eine radiale Verschiebung des Innenzapfens 10 gegen den Zwischenring 32 und damit gegenüber der Kopplerplatte 20 als auch eine Verschwenkung des Zwischenrings 32 und damit des Innenzapfens 10 gegenüber der Kopplerplatte 20.

Entsprechend den Figuren 8a-c kann der Innenzapfen 10 ferner von der Federkraft einer Druckfeder 23 beaufschlagt sein, die einerseits an einem radialen Absatz 24 des Innenzapfens 10 und andererseits an der Kopplerplatte 20 abgestützt ist. Da der radiale Absatz 24 nach radial innen verläuft ist die Druckfeder 23 konisch geformt. Dies ist jedoch nicht zwingend erforderlich, da der radial verlaufende Absatz 24 auch nach radial außen verlaufen kann, so dass auch eine zylindrische Feder 23 zum Einsatz gelangen kann.

Eine alternative Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektors zeigt Figur 5, bei welchem das Kraftübertragungsglied 14 im Bereich seines stiftförmigen Abschnitts 16 von einer Dichthülse 29 umgeben ist. Die Dichthülse 29 ist an der Druckplatte 15 abgestützt und wird von der Federkraft einer Druckfeder 28 in Anlage mit der Druckplatte 15 gehalten. Hierzu ist die Druckfeder 28 einerseits an der Dichthülse 29 und andererseits an dem tellerförmigen Abschnitt 17 des Kraftübertragungsgliedes 14 abgestützt. Die den stiftförmigen Abschnitt 16

des Kraftübertragungsgliedes 14 aufnehmende Bohrung der Druckplatte 15 weist zudem ein größeres Führungsspiel auf, so dass eine radiale Verschiebung des Kraftübertragungsgliedes 14 zwecks Ausgleich eines etwaigen Achsversatzes möglich ist. Zugleich wird über die Dichthülse 29 eine Abdichtung des Niederdruckbereichs 5 gegenüber dem Hochdruckbereich 18 bewirkt. Neben dem möglichen Ausgleich eines Achsversatzes hat diese Ausführungsform den weiteren Vorteil, dass der im Hochdruckbereich 18 herrschende Druck eine Reduktion des Führungsspiels zwischen der Dichthülse 29 und dem Kraftübertragungsglied 14 bewirkt. Auf diese Weise wird dem normalerweise bei steigendem Hochdruck unvermeidlichen Anstieg der Leckage an der Führung des Kraftübertragungsglieds 14 in der Druckplatte 15 entgegen gewirkt.

Eine vergleichbare Anordnung kann - wie in Fig. 6a dargestellt - ferner zur Abdichtung des Kopplervolumens 8 gegenüber dem Hochdruckbereich 18 vorgesehen sein, wobei eine Dichthülse 26 den Endabschnitt 12 der Düsennadel 3 umgibt. Auch hier ist die Bohrung, in welcher der Endabschnitt 12 der Düsennadel 3 aufgenommen ist, mit ausreichendem Führungsspiel versehen, so dass über eine radiale Verschiebung der Düsennadel 3 und der Dichthülse 26 ein Ausgleich eines etwaigen Achsversatzes möglich ist. Die Dichthülse 26 ist wiederum über eine Druckfeder 25 gegenüber dem Kopplerkolben 9 axial vorgespannt, wobei die Druckfeder 25 einerseits an einem radial verlaufenden Absatz 27 der Düsennadel 3 und andererseits an der Dichthülse 26 abgestützt ist.

Eine Weiterbildung der in Fig. 6a dargestellten Ausführungsform zeigt Fig. 6b. Hier ist der in der Dichthülse 26 geführte Endabschnitt 12 der Düsennadel 3 derart ausgeführt, dass dessen obere Stirnfläche bereits in der Dichthülse 26, also untehalb der unteren Stirnfläche des Kopplerkolbens 9 angeordnet ist. Damit kann der Durchmesser der Bohrung im Bodenteil 11 des Kopplerkolbens 9 deutlich reduziert werden. Diese Bohrung muss nun nämlich nicht mehr die Düsennadel 3 aufnehmen, sondern nur noch eine hydraulische Verbindung zwischen dem eigentlichen Kopplervolumen 8 bzw. einem Kopplerteilvolumen A, das zwischen Kopplerkolben 9 und Innenzapfen 10 ausgebildet wird, und einem Kopplerteilvolumen B herstellen, das innerhalb der Dichthülse 26 ausgebildet wird. Besonders vorteilhaft ist es, die Bohrung im Bodenteil 11 des Kopplerkolbens 9 als Drosselstelle auszuführen. In diesem Fall entsteht bei jeder Bewegung des Kopplerkolbens 9 und/oder der Düsennadel 3 ein Druckabfall an

dieser Bohrung, welcher geeignet ist, hydraulische und/oder mechanische Schwingungen im Bereich der Düsennadel 3 zu dämpfen.

Die Bohrung im Bodenteil 11 des Kopplerkolbens 9 kann des weiteren, unabhängig davon, ob sie die den Endabschnitt 12 der Düsennadel 3 aufnimmt oder nicht, auch als Durchlasskanal mit nicht kreisförmigem Querschnitt ausgeführt sein.

Der die Kopplungseinrichtung 7 umgebende Hochdruck kann als zusätzlicher Druckspeicher dienen beziehungsweise als sogenanntes „Minirail“. Um diesen Druckspeicher auszubilden, ist vorliegend die Kopplungseinrichtung 7 von einem hülsenförmigen Gehäuseteil 31 umgeben, das zwischen der Kopplerplatte 20 und dem Düsenkörper 2 angeordnet ist. Sämtliche Gehäuseteile, insbesondere der Haltekörper 4, die Druckplatte 15, die Kopplerplatte 20, das Gehäuseteil 31 sowie der Düsenkörper 2, können über eine Spannmutter (nicht dargestellt) axial gegeneinander verspannt werden. Dadurch wird eine Abdichtung der Gehäuseteile gegeneinander erreicht.

Ansprüche

1. Kraftstoffinjektor für ein Kraftstoffeinspritzsystem, insbesondere ein Common-Rail-Einspritzsystem, umfassend eine in einer Hochdruckbohrung (1) eines Düsenkörpers (2) hubbeweglich geführte Düsennadel (3) zum Freigeben und Verschließen wenigstens einer Einspritzöffnung, einen in einem Niederdruckbereich (5) aufgenommenen Piezoaktor (6) zur direkten Steuerung der Hubbewegung der Düsennadel (3) sowie eine Kopplungseinrichtung (7), über welche der Piezoaktor (6) mit der Düsennadel (3) hydraulisch koppelbar ist, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Kopplungseinrichtung (7) ein Kopplervolumen (8) umfasst, das innerhalb eines hülsenförmigen Kopplerkolbens (9) ausgebildet ist, wobei der Kopplerkolben (9) über einen das Kopplervolumen (8) in einer axialer Richtung begrenzenden Innenzapfen (10) hubbeweglich geführt ist und wobei ein Endabschnitt (12) der Düsennadel (3) in das Kopplervolumen (8) oder in ein mit dem Kopplervolumen (8) verbundenes Kraftstoffvolumen hineinragt.

2. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass der Kopplerkolben (9) von der Federkraft einer Druckfeder (13) beaufschlagt ist, die einerseits am Kopplerkolben (9) und andererseits gehäuseseitig abgestützt ist.

3. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Piezoaktor (6) und der Kopplungseinrichtung (7) ein Kraftübertragungsglied (14) angeordnet ist, das vorzugsweise einen eine Druckplatte (15) durchsetzenden, stiftförmigen Abschnitt (16) und einen tellerförmigen Abschnitt (17) zur axialen Abstützung des hülsenförmigen Kopplerkolbens (9) umfasst, wobei vorzugsweise die Druckplatte (14) den Niederdruckbereich (5) von einem Hochdruckbereich (18) des Kraftstoffinjektors trennt.

4. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Innenzapfen (10) mit der Kopplerplatte (20) einstückig ausgeführt ist.

5. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,** dass der Innenzapfen (10) in einer Bohrung (19) einer Kopplerplatte (20) verschwenkbar und/oder in radialer Richtung verschiebbar gelagert ist.

6. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Kopplerplatte (20) wenigstens eine weitere als Zulaufbohrung (21) und/oder als Durchführöffnung (22) dienende Ausnehmung besitzt.

7. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet,** dass der Innenzapfen (10) von der Federkraft einer Druckfeder (23) beaufschlagt ist, welche einerseits an der Kopplerplatte (20) und andererseits an einem radial verlaufenden Absatz (24) des Innenzapfens (10) abgestützt ist.

8. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass der Endabschnitt (12) der Düsennadel (3) in einer Bohrung im Bereich eines Bodenteils (11) des Kopplerkolbens (9) hubbeweglich geführt ist.

9. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Endabschnitt (12) der Düsennadel (3) in einer Dichthülse (26) hubbeweglich geführt ist, die von der Federkraft einer Druckfeder (25) in Richtung des Kopplerkolbens (9) beaufschlagt ist, wobei vorzugsweise die Dichthülse (26), der Endabschnitt (12) der Düsennadel (3) und der Kopplerkolben (9) ein Kraftstoffvolumen begrenzen, das mit dem Kopplervolumen (8) verbunden ist.

10. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 3 bis 9, **dadurch gekennzeichnet,** dass das Kraftübertragungsglied (14) von der Federkraft einer Druckfeder (28) beaufschlagt ist, welche einerseits unmittelbar oder mittelbar über eine Dichthülse (29) an der Druckplatte (15) und andererseits an dem tellerförmigen Abschnitt (17) des Kraftübertragunggliedes (14) abgestützt ist.

11. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 3 bis 10, **dadurch gekennzeichnet,** dass zwischen dem Kraftübertragungsglied (14) und dem Piezoaktor (6) oder zwischen dem Kraftübertragungsglied (14) und dem Kopplerkolben (9) ein Einstellstück (30) angeordnet ist.

12. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 4 bis 11, **dadurch gekennzeichnet,** dass zwischen der Kopplerplatte (20) und dem Düsenkörper (2) ein hülsenförmiges Gehäuseteil (31) angeordnet ist, das die Kopplungseinrichtung (7) zumindest teilweise aufnimmt.

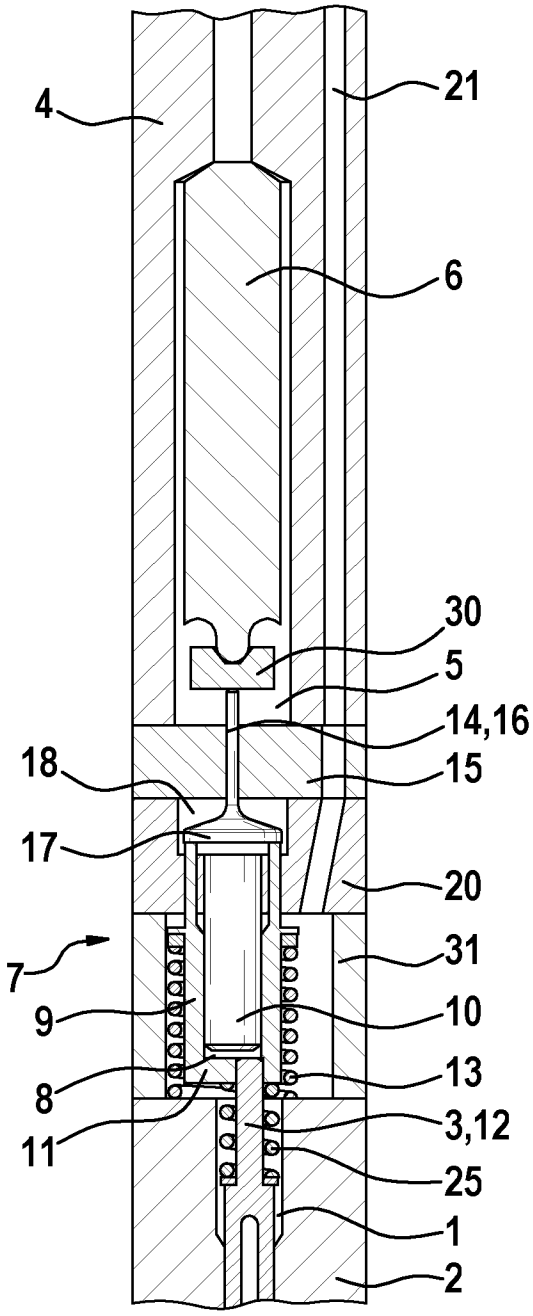

4
21
6
30
5
14,16
18
15
17
20
7
31
9
10
8
13
11
3,12
25
1
2

Fig. 1

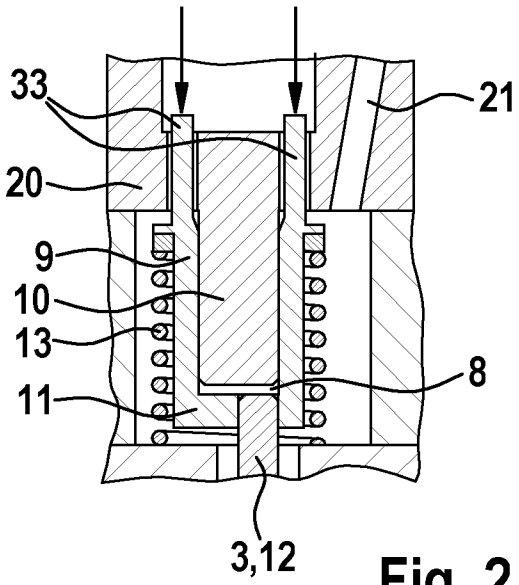

33
21
20
9
10
13
8
11
3,12

Fig. 2

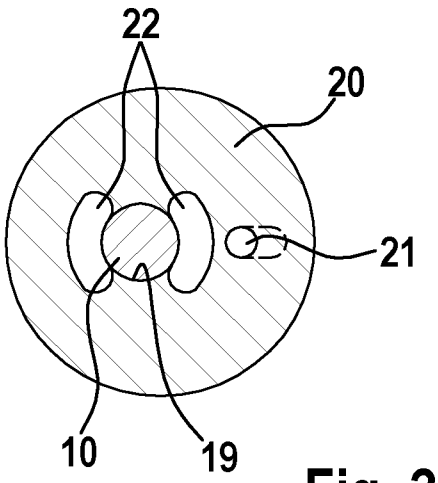


Fig. 3

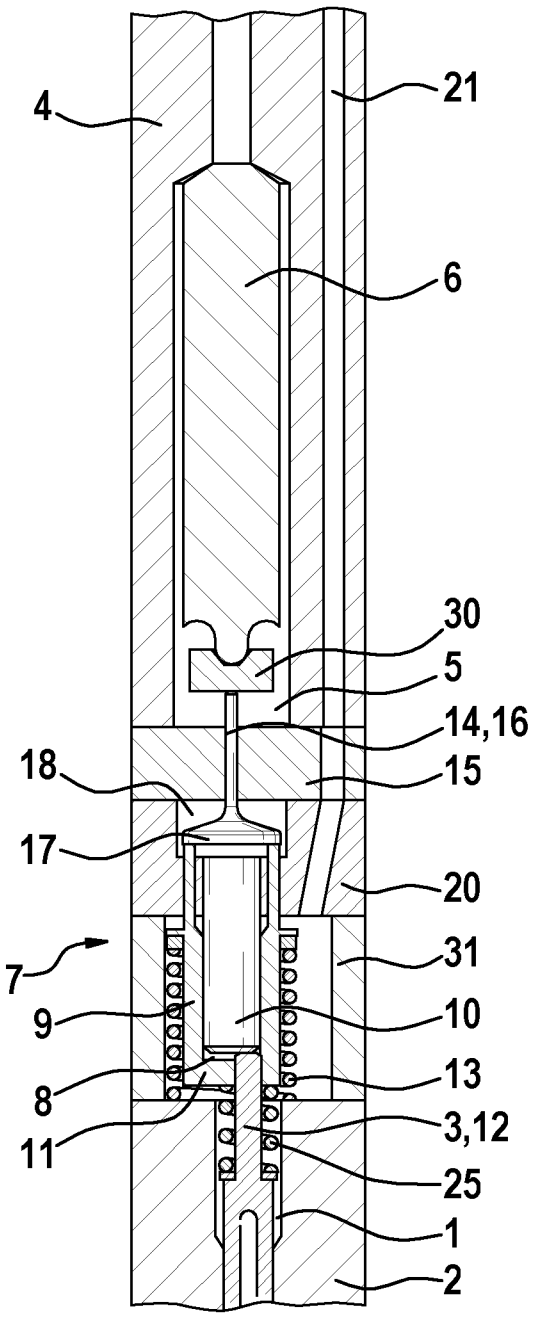


Fig. 4

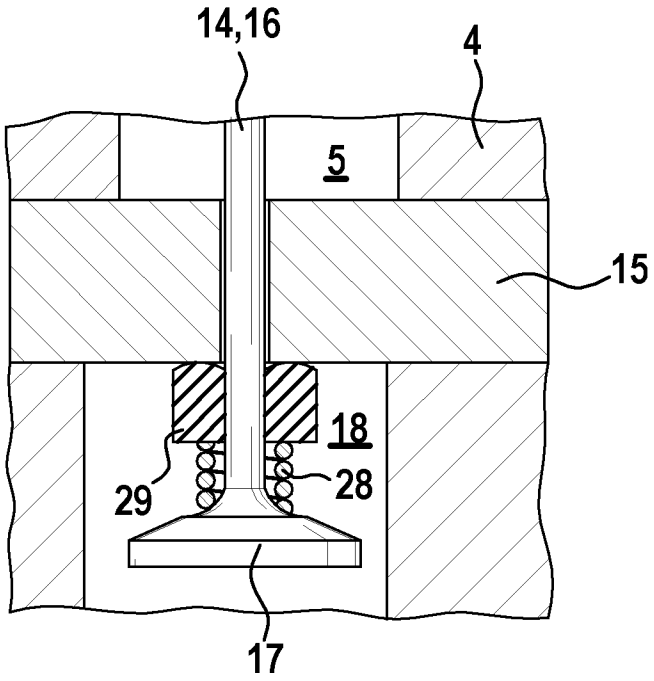


Fig. 5

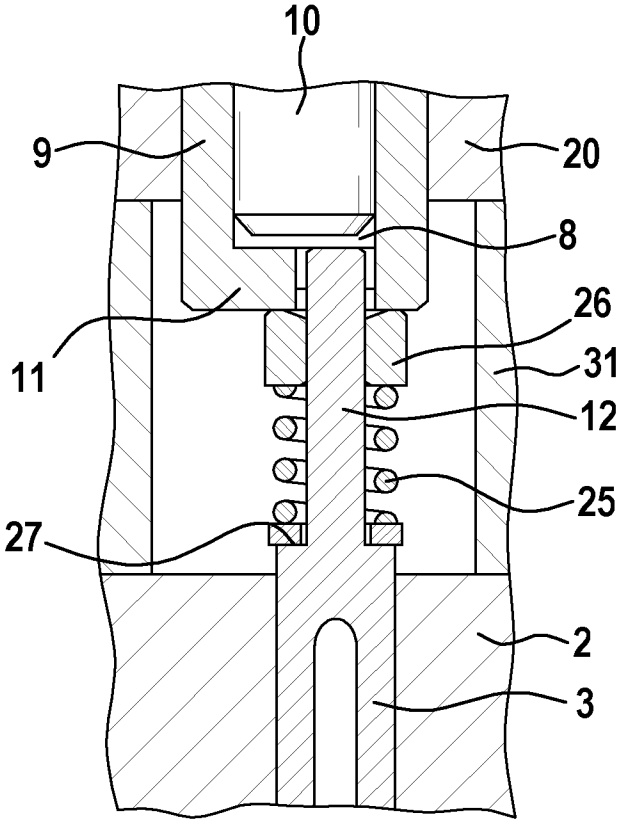


Fig. 6a

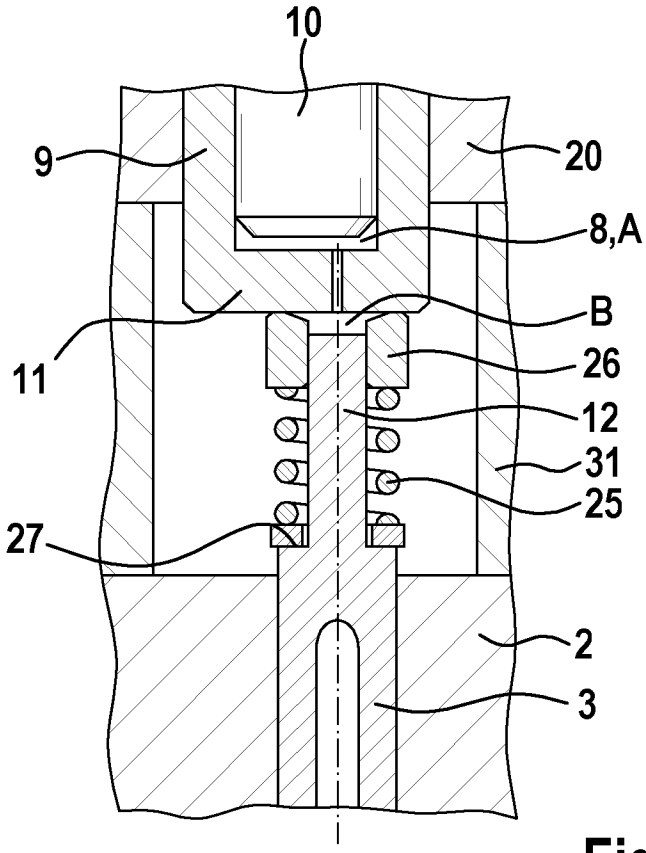


Fig. 6b

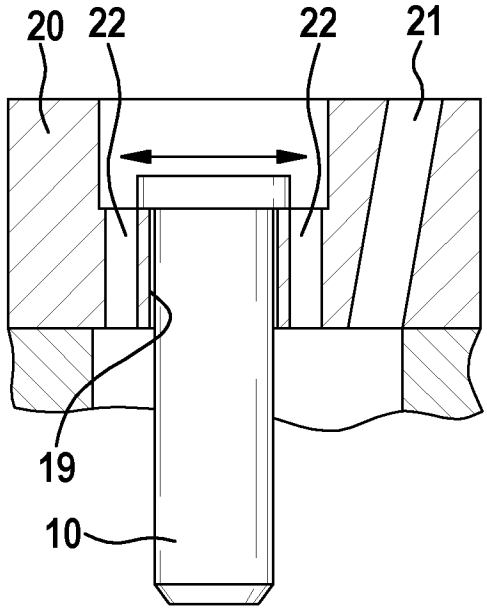


Fig. 7a

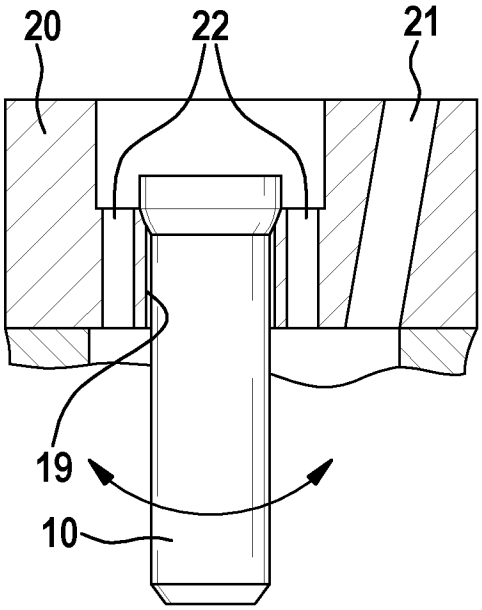


Fig. 7b

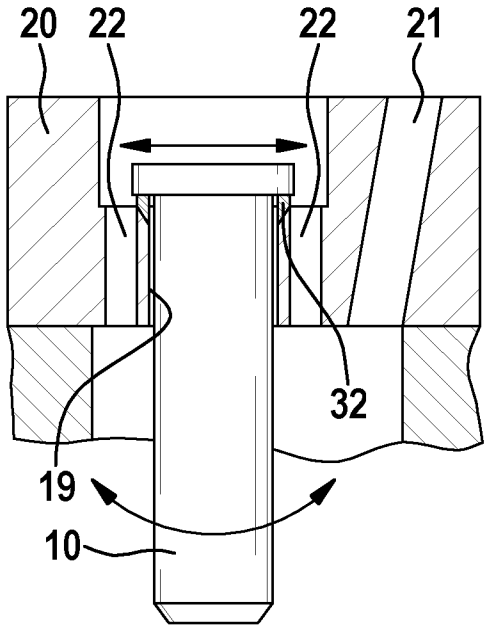


Fig. 7c

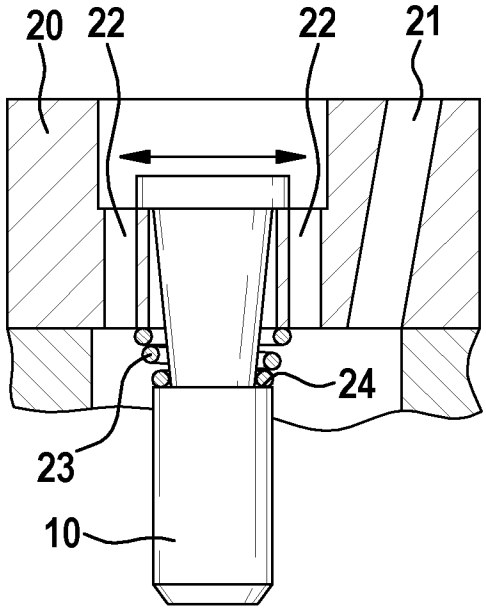


Fig. 8a

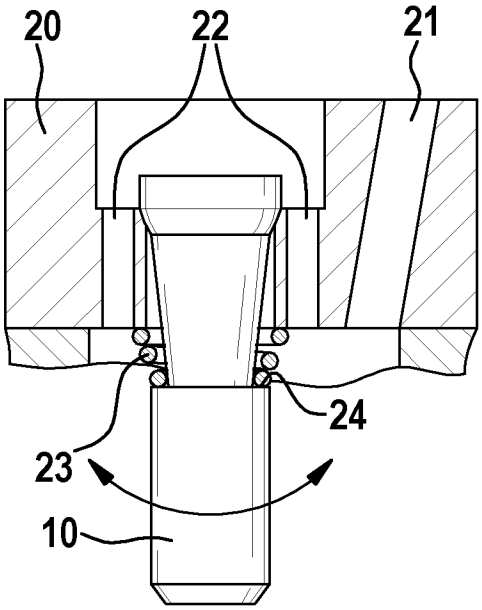


Fig. 8b

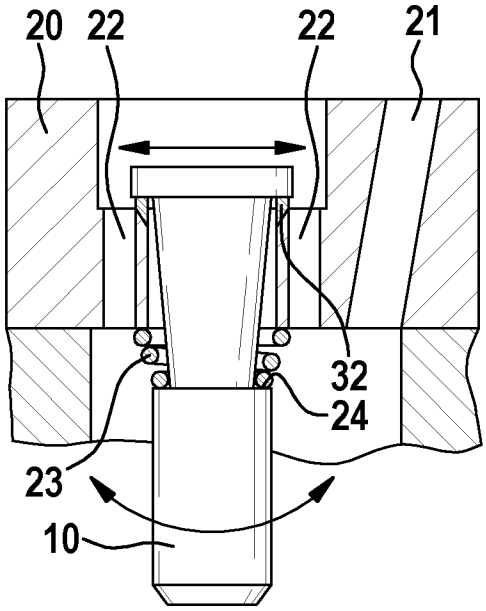


Fig. 8c

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/070073

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02M61/10 F02M51/06
ADD. F02M63/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2010 016100 A1 (DENSO CORP [JP]; NIPPON SOKEN [JP]) 11 November 2010 (2010-11-11) paragraphs [0027], [0034] - [0037]; figures 1,2a-b,3	1-4,8,9, 11,12
X	DE 10 2009 027552 A1 (DENSO CORP [JP]; NIPPON SOKEN [JP]) 8 April 2010 (2010-04-08) paragraphs [0021] - [0042]; figure 1	1-4,8, 11,12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
22 November 2013	29/11/2013

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Godrie, Pierre

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2013/070073

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102010016100 A1	11-11-2010	DE 102010016100 A1	11-11-2010
		JP 5024320 B2	12-09-2012
		JP 2010223195 A	07-10-2010
DE 102009027552 A1	08-04-2010	DE 102009027552 A1	08-04-2010
		JP 2010019147 A	28-01-2010

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/070073

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F02M61/10 F02M51/06
ADD. F02M63/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F02M

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2010 016100 A1 (DENSO CORP [JP]; NIPPON SOKEN [JP]) 11. November 2010 (2010-11-11) Absätze [0027], [0034] - [0037]; Abbildungen 1,2a-b,3	1-4,8,9, 11,12
X	DE 10 2009 027552 A1 (DENSO CORP [JP]; NIPPON SOKEN [JP]) 8. April 2010 (2010-04-08) Absätze [0021] - [0042]; Abbildung 1	1-4,8, 11,12

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
22. November 2013	29/11/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Godrie, Pierre

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/070073

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102010016100 A1	11-11-2010	DE 102010016100 A1	11-11-2010
		JP 5024320 B2	12-09-2012
		JP 2010223195 A	07-10-2010
DE 102009027552 A1	08-04-2010	DE 102009027552 A1	08-04-2010
		JP 2010019147 A	28-01-2010