

(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
26. Juni 2014 (26.06.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/095910 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F02M 51/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/076961

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. Dezember 2013 (17.12.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 223 934.0
20. Dezember 2012 (20.12.2012) DE

(71) Anmelder: **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH**
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder: **SCHÜRZ, Willibald**; Lindenweg 3, 93188
Pielenhofen (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, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, 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,
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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PIEZO INJECTOR

(54) Bezeichnung : PIEZOINJEKTOR

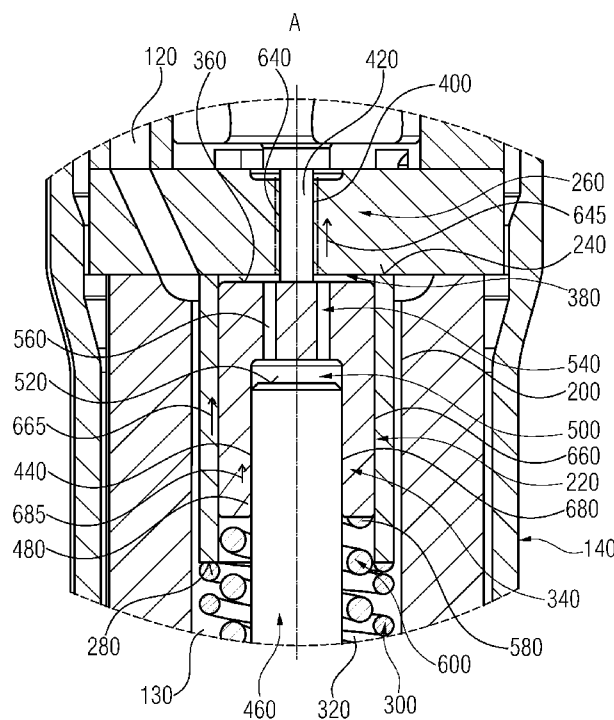


FIG 2

(57) Abstract: The invention relates to a piezo injector with an actuator chamber (170), in which a piezo actuator (180) is arranged. The piezo injector comprises an upper section, the injector body (150) and a lower section, the nozzle body (140). The piezo injector also has a control piston bore (200), which is formed in the nozzle body, wherein a control sleeve (220), in which a control piston (340) is received, is arranged in the control piston bore (200). The control sleeve (220) seals against an intermediate plate (260) with a first front face (240) facing the piezo actuator (180). The control piston (340) has a first side (360) facing the piezo actuator (180), wherein the first front face (360) of the control piston (340) and the section of the control sleeve (220) facing the piezo actuator (180) form a first control chamber (380).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Piezoinjektor mit einem Aktorraum (170), in dem ein Piezoaktor (180) angeordnet ist. Der Piezoinjektor umfasst einen oberen Abschnitt, den Injektorkörper (150) und einen unteren Abschnitt, den Düsenkörper (140). Desweiteren weist der Piezoinjektor eine Steuerkolbenbohrung

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(200) auf, die in dem Düsenkörper ausgebildet ist, wobei in der Steuerkolbenbohrung (200) eine Steuerhülse (220) angeordnet ist, in welcher Steuerhülse (220) ein Steuerkolben (340) aufgenommen ist. Die Steuerhülse (220) grenzt mit einer dem Piezoaktor (180) zugewandten ersten Stirnseite (240) dichtend an einer Zwischenplatte (260) an. Der Steuerkolben (340) weist eine dem Piezoaktor (180) zugewandte erste Stirnseite (360) auf, wobei die erste Stirnseite (360) des Steuerkolbens (340) und der dem Piezoaktor (180) zugewandte Abschnitt der Steuerhülse (220) einen ersten Steuerraum (380) bilden.

Beschreibung

Piezoinjektor

- 5 Die Erfindung betrifft einen Piezoinjektor gemäß Patentanspruch 1.

10 Brennkraftmaschinen mit Kraftstoffdirekteinspritzung sind bekannt. Zur Kraftstoffdirekteinspritzung werden Einspritzventile eingesetzt, z. B. Piezoinjektoren, deren Düsennadel mittels eines Piezoaktors angetrieben wird. Dabei sind zwischen dem Aktor und der Düsennadel eine hydraulische Übertragungseinheit vorgesehen. Die Auslenkung des Aktors wird in eine entsprechende Auslenkung der Düsennadel übertragen. Hierzu ist
15 eine nahezu spielfreie Kopplung zwischen dem Piezoaktor und der Düsennadel erforderlich. Eine solche spielfreie Kopplung ist jedoch aufgrund thermischer Längenänderungen im Piezoinjektor schwer einzuhalten. Ist der Leerhub zwischen Piezoaktor und Düsennadel zu gering, kann dies ein nicht vollständiges Schließen
20 der Düsennadel zur Folge haben. Ist der Leerhub zwischen Piezoaktor und der Düsennadel zu groß, führt dies zu einer Erhöhung der zur Ansteuerung des Piezoinjektors notwendigen Ansteuerenergie. Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, thermische Längenänderungen durch eine geeignete Materialwahl
25 und eine Geometrie zu kompensieren. Dies führt allerdings zu hohen Fertigungskosten und schränkt die konstruktive Freiheit bei der Gestaltung des Piezoinjektors stark ein.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Piezoinjektor
30 bereitzustellen, bei dem Längenänderungen des Piezoinjektors von selbst ausgeglichen werden und der sich durch eine kompakte und herstellungstechnisch einfachen Aufbau auszeichnet. Diese Aufgabe wird durch einen Piezoinjektor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen sind in den
35 abhängigen Ansprüchen angegeben.

Ein erfindungsgemäßer Piezoinjektor umfasst einen Aktorraum (170), in dem ein Piezoaktor angeordnet ist, eine Steuerkol-

benbohrung, in der eine Steuerhülse angeordnet ist, in welcher Steuerhülse ein Steuerkolben aufgenommen ist, wobei die Steuerhülse mit ihrer dem Piezoaktor zugewandten Stirnseite dichtend an einer Zwischenplatte angrenzt, wobei der Steuerkolben eine dem Piezoaktor zugewandte erste Stirnseite aufweist, wobei die erste Stirnseite des Steuerkolbens und der dem Piezoaktor zugewandte Abschnitt der Steuerhülse einen ersten Steuerraum bilden. Ferner umfasst er eine Düsennadel mit einer zweiten Stirnseite, wobei die Düsennadel in einer zentralen, zylindrischen Bohrung im Steuerkolben verschiebbar geführt ist, wobei die zentrale Bohrung im Steuerkolben und die zweite Stirnseite der Düsennadel einen zweiten Steuerraum bilden, desweiteren mindestens eine Verbindungsbohrung zwischen dem ersten Steuerraum und dem zweiten Steuerraum, die in dem Steuerkolben derart vorgesehen ist, dass sie eine Druckänderung zwischen dem ersten und dem zweiten Steuerraum überträgt. Auch umfasst er einen Leakagestift, der zwischen dem Piezoaktor und der ersten Stirnseite des Steuerkolbens in einer Leakagestiftbohrung in der Zwischenplatte angeordnet ist, und einen Aktorhub unmittelbar auf den Steuerkolben überträgt, wobei an dem dem ersten Steuerraum abgewandten Ende des Steuerkolbens und der Steuerhülse ein Federraum vorgesehen ist.

Vorteilhafterweise besteht bei diesem Piezoinjektor eine hydraulische Kopplung zwischen dem Piezoaktor und der Düsennadel, die in die Düse integriert ist. Diese hydraulische Kopplung bewirkt vorteilhafterweise einen Spielausgleich und eine Hubübersetzung. Dadurch können Temperatureffekte, Verschleiß an Kontaktstellen im Antrieb und durch Änderungen im Polarisationszustandes des Piezoaktors bedingte Längenänderung im Piezoinjektor ausgeglichen werden. Dies ermöglicht in vorteilhafterweise, den Injektor aus einem beliebigen Werkstoff zu fertigen, ohne thermische Ausdehnungseigenschaften des Werkstoffes berücksichtigen zu müssen. Daher kann ein besonders hochdruckfester Werkstoff verwendet werden. Vorteilhafterweise entfallen bei der Montage des Piezoinjektors aufwändige Einstellprozesse für einen Leerhub, was die Fertigungskosten des

Piezoinjektors reduziert. Durch den Entfall eines Leerhubs reduziert sich auch eine für die Ansteuerung des Piezoinjektors benötigte Energie. Ein weiterer Vorteil des Piezoinjektors besteht in seiner verbesserten Einspritzmengenstabilität im dynamischen Motorbetrieb. Ebenfalls vorteilhaft ist, dass der Druckverlust im Piezoinjektor gegenüber dem Stand der Technik reduziert sind.

Es ist zweckmäßig, dass eine erste Leckage aus dem ersten Steuerraum heraus ermöglicht ist, eine zweite Leckage aus einem Hochdruckbereich in den ersten Steuerraum ermöglicht ist, und eine dritte Leckage aus dem Hochdruckbereich in den zweiten Steuerraum ermöglicht ist. Dabei ist die Summe aus der zweiten Leckage und der dritten Leckage mindestens so groß wie die erste Leckage und die Summe aus der zweiten Leckage und der dritten Leckage ist so gering, dass bei Öffnen der Düsennadel ein durch die zweite und die dritte Leckage bewirkter Druckanstieg in dem zweiten Steuerraum nicht zu einem Schließen der Düsennadel führt. Vorteilhafterweise wird durch die zweite und die dritte Leckage verhindert, dass die erste Leckage ein unbeabsichtigtes Öffnen der Düsennadel bewirkt. Die zweite und die dritte Leckage verhindert vorteilhafterweise auch ein ungewolltes Öffnen der Düsennadel bei sehr steilen Druckanstiegen im Hochdruckbereich.

Bevorzugt weist der Piezoinjektor eine Hochdruckbohrung auf, die mit dem Hochdruckbereich verbunden ist. Dabei ist der Hochdruckbereich mit dem Federraum verbunden. Vorteilhafterweise herrscht im Federraum dann stets der hohe Druck der Hochdruckbohrung.

Es ist zweckmäßig, dass im Federraum eine Steuerkolbenfeder angeordnet ist, die den Steuerkolben mit einer in Richtung des ersten Steuerraums wirkenden Kraft in Anlage an den Leckagestift drängt. Vorteilhafterweise bewirkt die Steuerkolbenfeder eine Rückkehr des Steuerkolbens in seine Ausgangsposition, nachdem ein Einspritzvorgang beendet wurde.

Ebenfalls zweckmäßig ist, dass in dem Federraum eine Steuerhülse angeordnet ist, die die Steuerhülse in Anlage eine Zwischenplatte drängt. Vorteilhafterweise erfolgt hierdurch eine dichtende Verbindung zwischen der Steuerhülse und der
5 Zwischenplatte, wodurch der erste Stellerraum ebenfalls abgedichtet wird.

In einer Ausführungsform des Piezoinjektors besteht zwischen dem Leckagestift und der Leckagestiftbohrung ein erstes Paarungsspiel, das die erste Leckage ermöglicht. Dabei beträgt das
10 erste Paarungsspiel weniger als 2 μm . Vorteilhafterweise haben Experimente und Modellrechnungen ergeben, dass ein solches erstes Paarungsspiel zu einer ausreichend kleinen ersten Leckage führt.

In einer weiteren Ausführungsform des Piezoinjektors ist zwischen dem Steuerkolben und der Steuerhülse ein zweites Paarungsspiel vorgesehen, dass die zweite Leckage ermöglicht. Auch hier haben Modellrechnungen und Experimente gezeigt, dass
20 ein derart gemessenes zweites Paarungsspiel zu einer zweiten Leckage geeigneter Größe führt.

In einer Ausführungsform des Piezoinjektors besteht zwischen der Düsenadel und dem Steuerkolben ein drittes Paarungsspiel, dass
25 die dritte Leckage ermöglicht. Dabei beträgt das zweite Paarungsspiel zwischen 4 und 8 μm .

Vorteilhafterweise hat sich in Modellrechnungen und Experimenten gezeigt, dass ein dritte Paarungsspiel dieser Größenordnung zu
30 einer geeigneten dritten Leckage führt.

Besonders bevorzugt ist der Piezoaktor als ein vollaktiver Piezostapel ausgebildet. Vorteilhafterweise kann der Piezoaktor hermetisch vom Kraftstoff getrennt sein und muss keine besondere
35 Kraftstoffbeständigkeit aufweisen.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 den erfindungsgemäßen Piezoinjektor mit in die Düse integriertem hydraulischen Direktantrieb der Düsennadel, teilweise im Schnitt

5 Figur 2 eine Vergrößerung von A aus Figur 1, nämlich eine Schnittansicht durch den Steuerteil des in die Düse integrierten hydraulischen Direktantriebs der Düsennadel.

10 Figur 1 zeigt einen erfindungsgemäßen Piezoinjektor teilweise im Schnitt dargestellt. Der Piezoinjektor 100 kann zum Einspritzen von Kraftstoff in eine Brennkraftmaschine dienen. Der Piezoinjektor 100 kann beispielsweise zum Einspritzen von Dieselkraftstoff in einer Common-Rail-Brennkraftmaschine
15 dienen.

Der Piezoinjektor 100 weist ein Injektorgehäuse 110 auf. Das Injektorgehäuse 110 kann aus einem weitgehend beliebigen Werkstoff bestehen, da die thermischen Ausdehnungseigenschaften
20 des Injektorgehäuses 110 unerheblich sind. Insbesondere muss das Injektorgehäuse 110 nicht aus Invar bestehen.

Im Injektorgehäuse 110 ist eine Hochdruckbohrung 120 angeordnet, der über einen Hochdruckanschluss unter hohem Druck stehender
25 Kraftstoff zugeführt werden kann. Die Hochdruckbohrung 120 verläuft in Längsrichtung durch das Injektorgehäuse 110 bis zu einem nachfolgend zu erörternden Hochdruckbereich 130 in einem unteren Abschnitt 140, dem Düsenkörper, des Piezoinjektors 100. Ein oberer Abschnit 150 des Piezoinjektors 100, der
30 Injektorkörper 150, weist ferner einen Leckageanschluss 160 auf.

Weiter weist das Injektorgehäuse 110 im oberen Abschnitt 150 des Piezoinjektors 100 einen Aktorraum 170 auf, in dem ein Piezoaktor 180 angeordnet ist. Der Piezoaktor 180 weist in etwa eine
35 zylindrische Form auf und kann über einen elektrischen Anschluss 190 mit einer elektrischen Spannung beaufschlagt werden, um die Länge des Piezoaktors 180 in Längsrichtung zu ändern.

Im unteren Abschnitt, dem Düsenkörper 140, weist der Piezoinjektor 100 eine Steuerkolbenbohrung 200 auf, in der eine Steuerhülse 220 angeordnet ist. Die Steuerhülse 220 weist eine in Richtung des Piezoaktors 180 weisende erste Stirnseite 240 auf. Mit dieser ersten Stirnseite 240 grenzt die Steuerhülse 220 dichtend an eine Zwischenplatte 260 an. Eine zweite dem Piezoaktor 180 abgewandte Stirnseite 280 der Steuerhülse 220 wird über eine Steuerhülsefeder 300 beaufschlagt. Diese Steuerhülsefeder 300 beaufschlagt die Steuerhülse 220 mit einer Kraft, die die Steuerhülse 220 in dichtendem Kontakt mit der Zwischenplatte 260 drängt. Die Steuerhülsefeder 300 ist dabei in einem Federraum 320 angeordnet, der durch die Steuerkolbenbohrung 200 gebildet ist.

In der Steuerhülse 220 ist ein Steuerkolben 340 mit kleinem Spiel, von etwa 6 μm , eingepasst. Der Steuerkolben 340 weist einen in Richtung des Piezoaktors 180 weisenden ersten Stirnseite 360 auf. Die erste Stirnseite 360 des Steuerkolbens 340, die Zwischenplatte 260 und die Steuerhülse 220 bilden einen ersten Steuerraum 380.

In der an die Steuerhülse 220 angrenzenden Zwischenplatte 260 ist eine Leckagestiftbohrung 400 ausgebildet. In dieser Leckagestiftbohrung 400 ist ein Leckagestift 420 zwischen dem Piezoaktor 180 und dem Steuerkolben 340 mit sehr kleinem Spiel eingepasst. Die Länge des Leckagestifts 420 ist dabei so bemessen, dass eine Erhöhung der Länge des Piezoaktors 180 über den Leckagestift 420 auf die erste Stirnseite 360 des Steuerkolbens 340 übertragen wird. Der Leckagestift 420 ist dabei mit einem ersten Paarungsspiel 640 von ungefähr einem μm in der Leckagestiftbohrung 400 eingepasst, so dass auch bei einem hohen Raildruck eine ausreichend kleine Kraftstoffleckage, 1. Leckage 645 aus dem Steuerraum 380 möglich ist.

In dem Steuerkolben 300 ist eine zylindrische Bohrung 440 ausgebildet, mittels welcher ein innerer Zylindermantel im Steuerkolben 340 vorgesehen ist. Eine Düsennadel 460 ist mit ihrem dem Piezoaktor 180 zugewandten oberen Ende 480 in der zylindrischen Bohrung 440 des Steuerkolbens 340 mit engem

Paarungsspiel, 3. Paarungsspiel, von etwa 4 µm, eingepasst. Ein zweiter Steuerraum 500 wird somit durch den inneren Zylindermantel der zylindrischen Bohrung 440 und einer ersten Stirnseite 520 der Düsennadel 460 in der zylindrischen Bohrung 440 des Steuerkolbens gebildet.

In dem Steuerkolben 340 sind zwei Verbindungsbohrungen 540, 560 ausgebildet, die den ersten Steuerraum 380 und den zweiten Steuerraum 500 verbinden. Diese Verbindungsbohrungen 540, 560 sind so ausgebildet, dass sie Druckänderungen zwischen dem ersten Steuerraum 380 und dem zweiten Steuerraum 500 übertragen. Es sei angemerkt, dass die Anzahl der Verbindungsbohrungen 540, 560 nicht auf zwei beschränkt ist, es auch lediglich eine Verbindungsbohrung sein kann bzw. es mehr als zwei Verbindungsbohrungen sein können, solange die Druckübertragung zwischen den beiden Steuerräumen 380 und 500 gewährleistet ist.

Auf der der ersten Stirnseite 360 des Steuerkolbens 380 entgegengesetzten Stirnseite 580 des Steuerkolbens 340 ist eine weitere Feder 600 angeordnet, die den Steuerkolben 340 beaufschlagt. Diese Feder 600 beaufschlagt den Steuerkolben 340 mit einer in Richtung des ersten Steuerraums 380 wirkenden Kraft.

Die Feder 600 ist ebenso wie die Steuerhülsenfeder 300 im Federraum 320 angeordnet. Dieser Federraum 320 ist mit dem Hochdruckbereich 130 verbunden. Somit befindet sich im Federraum 320 im Betrieb des Piezoinjektors 100 stets Kraftstoff mit dem in der Hochdruckbohrung 120 und im Hochdruckbereich 130 herrschenden Druck.

Weiter ist im unteren Abschnitt 140 des Piezoinjektors 100 der Hochdruckbereich 130 angeordnet, in der die Hochdruckbohrung 120 mündet. Im Hochdruckbereich 130 ist die Düsennadel 460 angeordnet, deren oberes 480 in der zylindrischen Bohrung 440 geführt ist, wie vorstehend beschrieben.

Im geschlossenen Zustand des Piezoinjektors 100 liegt die Düsennadel 460 an einer unteren Spitze des unteren Abschnitts 140

des Piezoinjektors an. Der Piezoaktor 180 ist entladen und weist seine minimale Länge auf. Der Piezoinjektor 100 führt keine Kraftstoffeinspritzung durch.

5 Wird der Piezoaktor 180 über den elektrischen Anschluss 190 geladen und dadurch die Länge des Piezoaktors 180 erhöht, so übt der Piezoaktor 180 über den Leckagestift 420 eine Kraft auf den Steuerkolben 340 aus, durch die der Steuerkolben 340 in Richtung des Federraums 320 bewegt wird. Dadurch erhöht sich das Volumen
10 des ersten Steuerraums 380, wodurch der Druck im ersten Steuerraum 380 abnimmt. Dieser Druckabfall im ersten Steuerraum 380 wird über die Verbindungsbohrungen 540, 560 im Steuerkolben 340 direkt auf die Stirnseite 520 der Düsennadel 460 und somit auf den zweiten Steuerraum 500 übertragen. Wenn der Druckabfall
15 im zweiten Steuerraum 500 einen bestimmten Wert überschreitet, nimmt folglich die Schließkraft die auf die Düsennadel 460 wirkt, ab. Der weiterhin auf das untere Ende der Düsennadel 460 wirkende hohe Druck des Hochdruckbereichs 130 bewirkt in der Folge eine Bewegung der Düsennadel 460 nach oben in Richtung des zweiten
20 Steuerraums 500. Dadurch wird der Piezoinjektor 100 geöffnet, um Kraftstoff einzuspritzen.

Durch das Verhältnis des Durchmessers des Steuerkolbens 340 und damit des Durchmessers des ersten Steuerraum 380 zum oberen
25 Düsennadeldurchmesser an ihrer Stirnseite 520 und damit zum Durchmesser des zweiten Steuerraums 500 wird das Übersetzungsverhältnis Piezoaktorhub – Düsennadelhub festgelegt.

Nach dem Öffnen der Düsennadel 460 kann der Hub der Düsennadel
30 460 über eine Variation der Länge des Piezoaktors 180 gesteuert werden. Die Länge des Piezoaktors 180 wiederum kann über eine Variation der dem Piezoaktor 180 über den elektrischen Anschluss zugeführten Energie verändert werden.

35 Wird der Piezoaktor 180 anschließend entladen und damit verkürzt, so bewirken der im Federraum 320 wirkende Raildruck zusammen mit der ebenfalls wirkenden Kraft der Steuerhülsenfeder 300 auf den Steuerkolben 340 eine Bewegung desselben in Richtung zurück zu

seiner Ausgangsposition, sprich in Richtung des ersten Steuerraums 380. Dadurch erhöht sich der Druck im ersten Steuerraum 380 und über die zwischen dem ersten Steuerraum 380 und dem zweiten Steuerraum 500 bestehenden Verbindungsbohrungen 540, 560, auch der Druck im zweiten Steuerraum 500. Dies hat ein Zurückbewegen der Düsennadel 460 an das untere Ende des unteren Teils des Piezoinjektors 100 zur Folge, durch die der Piezoinjektor 100 geschlossen und die Kraftstoffeinspritzung beendet wird.

10

Die durch die Steuerkolbenfeder 300 auf den Steuerkolben 340 ausgeübte Federkraft stellt sicher, dass der Steuerkolben 340 im geschlossenen Zustand des Piezoinjektors 100 stets am Leckagestift 420 anliegt und der durch den Piezoaktor 180, den Leckagestift 420 und dem Steuerkolben 340 gebildete Antrieb spielfrei ist. Dies hat zur Folge, dass wechselnde thermische Randbedingungen, Längenänderungen des Piezoaktors 180 und Verschleißerscheinungen in den Kontaktbereichen keinen merklichen Einfluss auf die durch den Piezoinjektor 100 gegebene Einspritzmengen haben.

15

20

Der Leckagestift 420 ist mit einem ersten Paarungsspiel 640 in die Leckagestiftbohrung 400 eingepasst. Wegen des ersten Paarungsbeispiels 640 findet eine erste Leckage 645 aus dem ersten Steuerraum 380 entlang des Leckagestifts 420 in einem oberhalb des Leckagestifts 420 angeordneten Bereich des Piezoinjektors 100 statt, von wo die erste Leckage 645 über den Leckageanschluss 160 entweichen kann. Wegen des im ersten Steuerraums 380 herrschenden hohen Drucks muss das erste Paarungsspiel 640 klein gewählt werden, um eine kleine erste Leckage 645 zu erhalten. Das erste Paarungsspiel bestätigt dabei weniger als 3 μm , besonders bevorzugt ungefähr 1 μm .

25

30

Der Steuerkolben 340 ist mit einem zweiten Paarungsspiel 660 in die Steuerhülse 220 eingepasst. Ist der Druck im ersten Steuerraum 380 geringer als der Druck im Federraum 320, so kommt es wegen des zweiten Paarungsspiels 660 zu einer zweiten Leckage 665 vom Federraum 320 entlang des Steuerkolbens 340 in den ersten

35

Steuerraum 380. Das zweite Paarungsspiel 660 zwischen dem Steuerkolben 340 und der Steuerhülse 220 beträgt bevorzugt zwischen 3 und 10 μm , besonders bevorzugt zwischen 4 und 8 μm , um eine ausreichende zweite Leckage 665 zu ermöglichen.

5

Die Düsennadel 460 ist mit ihrem oberen Teil 480 mit einem dritten Paarungsspiel 680 in die zylindrische Bohrung 440 im Steuerkolben 340 eingepasst. Ist der Druck im zweiten Steuerraum 500 geringer als der Druck im Federraum 320, so kann es entlang der Feder 600 und der Düsennadel 460 durch das dritte Paarungsspiel 680 zu einer dritten Leckage 685 aus dem Federraum 320 in den zweiten Steuerraum 500 kommen. Das dritte Paarungsspiel 680 beträgt bevorzugt zwischen 3 μm und 10 μm , besonders bevorzugt zwischen 4 μm und 8 μm .

15

Im geschlossenen Zustand des Piezoinjektors 100 kommt es durch die erste Leckage 645 entlang des Leckagestifts 420 zu einem Abfluss von Kraftstoff aus dem ersten Steuerraum 380. Damit dieser Kraftstoffabfluss aus dem ersten Steuerraum 380 nicht zu einem Druckabfall im ersten Steuerraum 380 führt, der ein unbeabsichtigtes Öffnen der Düsennadel 460 zur Folge hätte, muss der durch die erste Leckage 645 bewirkte Kraftstoffverlust durch die zweite Leckage 665, und die dritte Leckage 685 ausgeglichen werden. Folglich muss die Summe aus der zweiten Leckage 665 und der dritten Leckage 685 mindestens so groß wie die erste Leckage 645 sein.

25

Im geöffneten Zustand der Düsennadel 460 und damit des Piezoinjektors 100 kommt es durch die zweite Leckage 665 und die dritte Leckage 685 zu einem Zufluss von Kraftstoff in den ersten Steuerraum 380 und den zweiten Steuerraum 500. Der Zufluss von Kraftstoff bewirkt eine Druckerhöhung im ersten Steuerraum 380 und dem zweiten Steuerraum 500. Die Druckzunahme muss jedoch so klein sein, dass es nicht zu einem unbeabsichtigten vorzeitigen Schließen der Düsennadel 460 und damit des Piezoinjektors 100 kommt.

30

35

Die zweite Leckage 665 und die dritte Leckage 685 sind auch notwendig, um ein ungewolltes Öffnen der Düsennadel 460 bei sehr steilen Druckanstiegen im Hochdruckbereich zu verhindern.

Patentansprüche

1. Piezoinjektor mit einem Aktorraum (170), in dem ein Piezoaktor (180) angeordnet ist,
5 wobei der Piezoinjektor einen oberen Abschnitt, den Injektorkörper (150) und einen unteren Abschnitt, den Düsenkörper (140) umfasst,
einer Steuerkolbenbohrung (200), die in dem Düsenkörper ausgebildet ist, wobei in der Steuerkolbenbohrung (200)
10 eine Steuerhülse (220) angeordnet ist, in welcher Steuerhülse (220) ein Steuerkolben (340) aufgenommen ist,
wobei die Steuerhülse (220) mit einer dem Piezoaktor (180) zugewandten ersten Stirnseite (240) dichtend an einer Zwischenplatte (260) angrenzt,
15 wobei der Steuerkolben (340) eine dem Piezoaktor (180) zugewandte erste Stirnseite (360) aufweist,
wobei die erste Stirnseite (360) des Steuerkolbens (340) und der dem Piezoaktor (180) zugewandte Abschnitt der Steuerhülse (220) einen ersten Steuerraum (380) bilden,
20 einer Düsennadel (460) mit einer zweiten Stirnseite (520),
wobei die Düsennadel (460) in einer zentralen, zylindrischen Bohrung (440) im Steuerkolben (340) verschiebbar geführt ist,
wobei die zentrale Bohrung (440) im Steuerkolben (340) und
25 die zweite Stirnseite (520) der Düsennadel (460) einen zweiten Steuerraum (500) bilden,
mindestens einer Verbindungsbohrung (540, 560) zwischen dem ersten Steuerraum (380) und dem zweiten Steuerraum (500),
die in dem Steuerkolben (340) derart vorgesehen ist, dass
30 sie eine Druckänderung zwischen dem ersten (380) und dem zweiten Steuerraum (500) überträgt,
und mit einem Leckagestift (420), der zwischen dem Piezoaktor (180) und der ersten Stirnseite (360) des Steuerkolbens (340) in einer Leckagestiftbohrung (400) in
35 der Zwischenplatte (260) angeordnet ist, und einen Aktorhub unmittelbar auf den Steuerkolben (340) überträgt,

wobei an dem dem ersten Steuerraum (380) abgewandten Ende des Steuerkolbens (340) und der Steuerhülse (220) ein Federraum (320) vorgesehen ist.

- 5 2. Piezoinjektor nach Anspruch 1, wobei eine erste Leckage (645) aus dem ersten Steuerraum (380) heraus ermöglicht ist, wobei eine zweite Leckage (665) aus einem Hochdruckbereich (130) in den ersten Steuerraum (380) ermöglicht ist, wobei eine dritte Leckage (685) aus dem Hochdruckbereich (130) in den zweiten Steuerraum (500) ermöglicht ist, wobei die Summe aus der zweiten Leckage (665) und der dritten Leckage (685) mindestens so groß ist wie die erste Leckage (645), wobei die Summe aus der zweiten Leckage (665) und der dritten Leckage (685) so gering ist, dass bei geöffneter Düsennadel (460) ein durch die zweite (665) und die dritte Leckage (685) bewirkter Druckanstieg in dem zweiten Steuerraum (500) nicht zu einem Schließen der Düsennadel (460) führt.
- 10
- 15
- 20 3. Piezoinjektor nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei der Piezoinjektor (100) eine Hochdruckbohrung (120) aufweist, wobei die Hochdruckbohrung (120) mit dem Hochdruckbereich (130) verbunden ist, wobei der Hochdruckbereich (130) mit dem Federraum (320) verbunden ist.
- 25
4. Piezoinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei in dem Federraum (320) eine Steuerkolbenfeder (600) angeordnet ist, die den Steuerkolben (340) mit einer in Richtung des ersten Steuerraums (380) wirkenden Kraft in Anlage an den Leckagestift (420) drängt.
- 30
5. Piezoinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in dem Federraum (320) eine Steuerhülsefeder (380) angeordnet ist, die die Steuerhülse (220) in Anlage an die Zwischenplatte (260) drängt.
- 35

6. Piezoinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei zwischen dem Leckagestift (420) und der
Leckagestiftbohrung (400) ein erstes Paarungsspiel (640)
besteht, wobei das erste Paarungsspiel (640) die erste Leckage
5 (645) ermöglicht, wobei das erste Paarungsspiel (640) weniger
als zwei μm beträgt.
7. Piezoinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei
zwischen dem Steuerkolben (340) und der Steuerhülse (220) ein
10 zweites Paarungsspiel (660) besteht,
wobei das zweite Paarungsspiel (660) die zweite Leckage (665)
ermöglicht,
wobei das zweite Paarungsspiel (660) zwischen vier und acht
 μm beträgt.
- 15 8. Piezoinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei zwischen der Düsenadel (460) und dem Steuerkolben (340)
ein drittes Paarungsspiel (680) besteht,
wobei das dritte Paarungsspiel (680) die dritte Leckage (685)
20 ermöglicht, wobei das dritte Paarungsspiel (680) zwischen
zwei und acht μm beträgt.
9. Piezoinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüchen,
wobei der Piezoaktor (180) als vollaktiver Piezo-Stapel
25 ausgebildet ist.

1/2

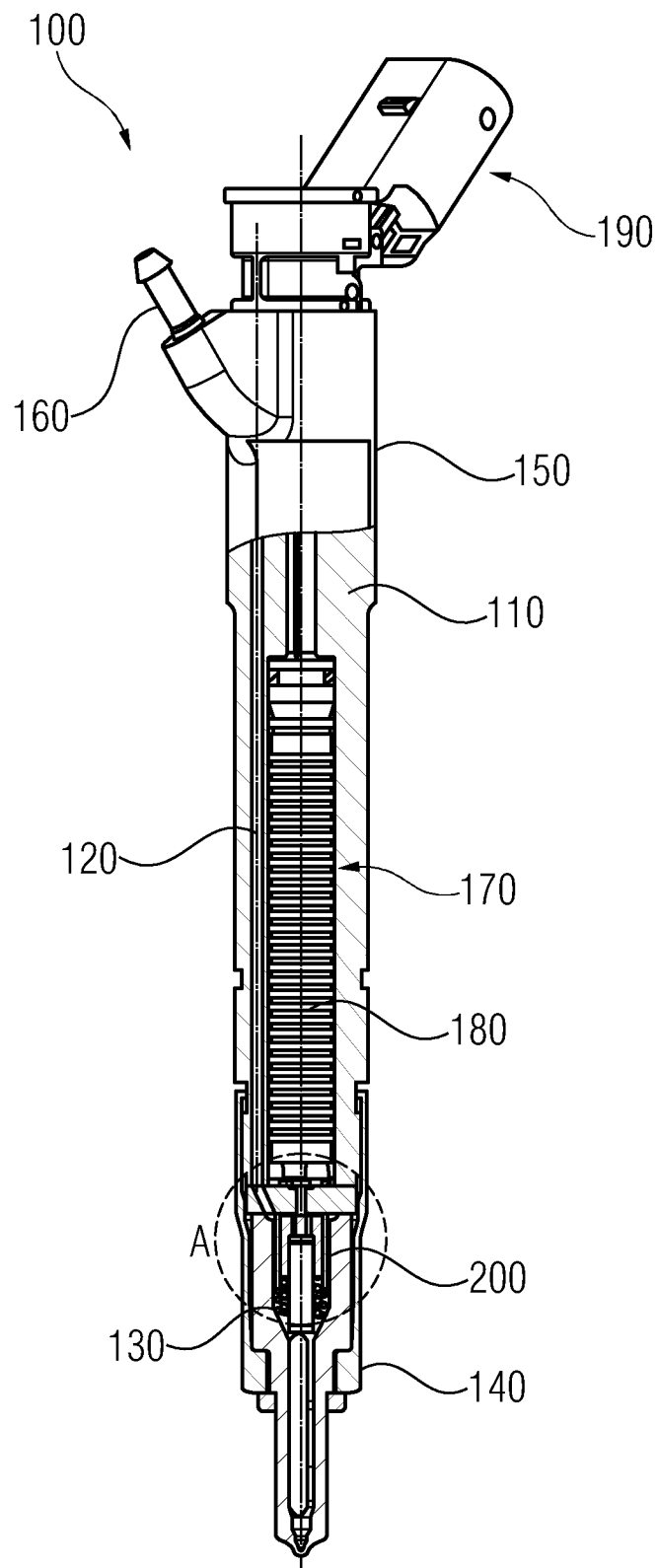


FIG 1

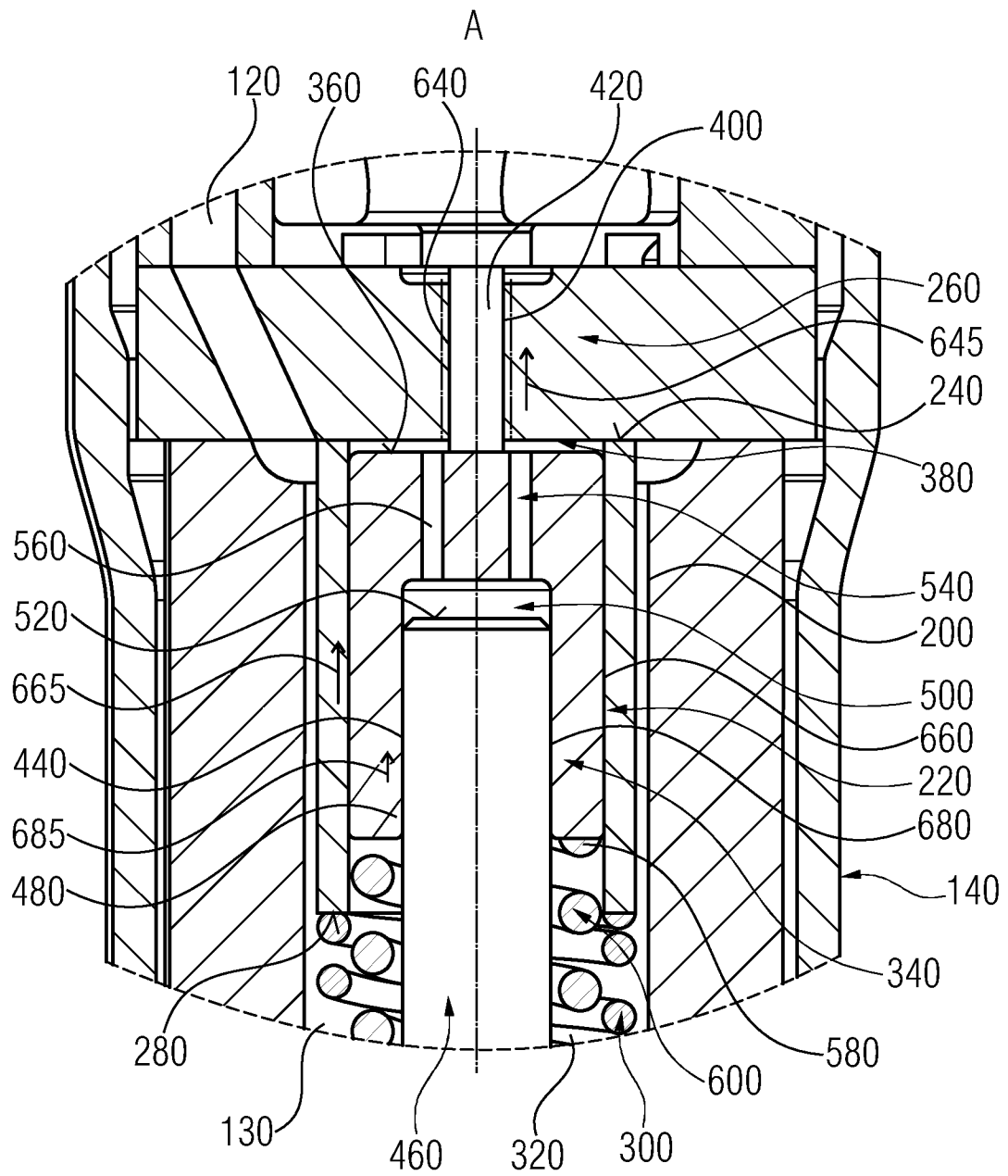


FIG 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/076961

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02M51/06
ADD.

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)

EP0-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.
A	DE 10 2009 002554 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 28 January 2010 (2010-01-28) figures -----	1-9
A	DE 10 2007 006941 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 14 August 2008 (2008-08-14) figures -----	1
A	EP 1 508 690 A1 (SIEMENS AG [DE]) 23 February 2005 (2005-02-23) paragraphs [0001] - [0009]; figures 2,3 -----	1
A	DE 10 2006 011293 A1 (SIEMENS AG [DE]) 13 September 2007 (2007-09-13) paragraph [0010]; figures -----	9

☐

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

19 March 2014

Date of mailing of the international search report

28/03/2014

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Landriscina, V

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/076961

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102009002554 A1	28-01-2010	NONE	
DE 102007006941 A1	14-08-2008	NONE	
EP 1508690 A1	23-02-2005	DE 10338282 A1 EP 1508690 A1	31-03-2005 23-02-2005
DE 102006011293 A1	13-09-2007	DE 102006011293 A1 EP 1997160 A1 JP 5260327 B2 JP 2009533837 A WO 2007104678 A1	13-09-2007 03-12-2008 14-08-2013 17-09-2009 20-09-2007

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/076961

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F02M51/06
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte 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)

EP0-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2009 002554 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 28. Januar 2010 (2010-01-28) Abbildungen	1-9
A	DE 10 2007 006941 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 14. August 2008 (2008-08-14) Abbildungen	1
A	EP 1 508 690 A1 (SIEMENS AG [DE]) 23. Februar 2005 (2005-02-23) Absätze [0001] - [0009]; Abbildungen 2,3	1
A	DE 10 2006 011293 A1 (SIEMENS AG [DE]) 13. September 2007 (2007-09-13) Absatz [0010]; Abbildungen	9

☐

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

19. März 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

28/03/2014

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Landriscina, V

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/076961

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102009002554 A1	28-01-2010	KEINE	
DE 102007006941 A1	14-08-2008	KEINE	
EP 1508690 A1	23-02-2005	DE 10338282 A1	31-03-2005
		EP 1508690 A1	23-02-2005
DE 102006011293 A1	13-09-2007	DE 102006011293 A1	13-09-2007
		EP 1997160 A1	03-12-2008
		JP 5260327 B2	14-08-2013
		JP 2009533837 A	17-09-2009
		WO 2007104678 A1	20-09-2007