

(19)



(11)

EP 2 944 799 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
18.11.2015 Patentblatt 2015/47

(51) Int Cl.:
F02M 55/00 (2006.01) F02M 65/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15163236.1**

(22) Anmeldetag: **10.04.2015**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA

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

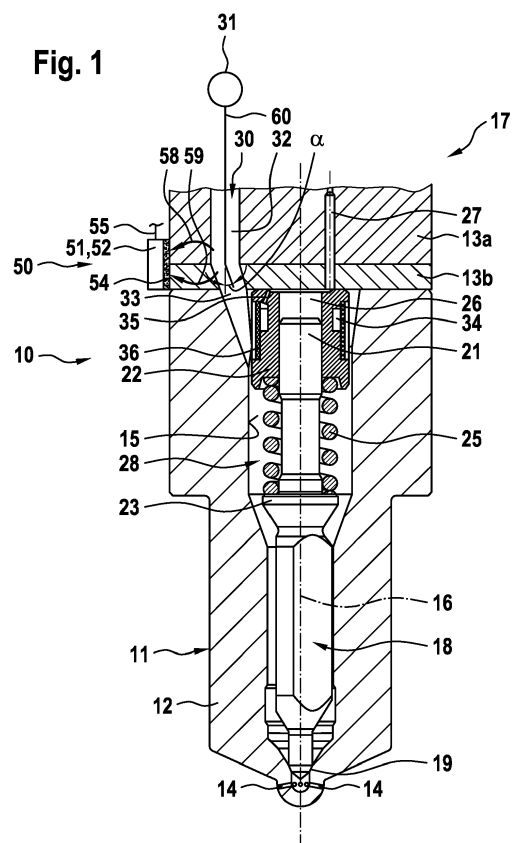
(72) Erfinder:
• **Meintanis, Avraam**
70199 Stuttgart (DE)
• **Zimmer, Hanna**
70435 Stuttgart Zuffenhausen (DE)
• **Rapp, Holger**
71254 Ditzingen (DE)
• **Leukert, Torsten**
71732 Tamm (DE)

(30) Priorität: **16.05.2014 DE 102014209330**

(54) **VORRICHTUNG ZUR ERFASSUNG DES KRAFTSTOFFDRUCKS FÜR EINEN KRAFTSTOFFINJEKTOR, KRAFTSTOFFINJEKTOR SOWIE KRAFTSTOFFZUFÜHRLEITUNG ZU EINEM KRAFTSTOFFINJEKTOR**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (50) zur Erfassung eines Kraftstoffdrucks (P) für einen Kraftstoffinjektor (10; 10a), mit einem als Piezoelement (51; 51a) ausgebildeten Messelement (52) zur Erfassung des Kraftstoffdrucks (P), wobei das Messelement (52) dazu ausgebildet ist, eine Verformung in einer den Strömungsweg begrenzenden Wand einer Kraftstoffzuführeinrichtung zu einem in einem Injektorgehäuse (11) ausgebildeten Hochdruckraum (28) zu detektieren. Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass die Kraftstoffzuführeinrichtung im Bereich des Messelements (52) einen gekrümmt oder geknickt ausgebildeten Strömungsweg für den Kraftstoff ausbildet.

Fig. 1



EP 2 944 799 A1

Beschreibung

Stand der Technik

5 **[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erfassung des Kraftstoffdrucks für einen Kraftstoffinjektor nach dem Oberbegriff der beiden unabhängigen Vorrichtungsansprüche. Ferner betrifft die Erfindung einen Kraftstoffinjektor oder eine Kraftstoffzuführleitung zu einem Kraftstoffinjektor mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0002] Eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff der beiden unabhängigen Vorrichtungsansprüche ist aus der Praxis bereits bekannt und umfasst ein als Drucksensor ausgebildetes Piezoelement, das an einer Außenseite eines Kraftstoffinjektors nahe einer in dem Injektorgehäuse des Kraftstoffinjektors ausgebildeten Zulaufbohrung angeordnet ist. Die Zulaufbohrung verbindet eine mit dem Kraftstoffinjektor hydraulisch gekoppelte Kraftstoffzuführleitung mit einem innerhalb des Injektorgehäuses ausgebildeten Hochdruckraum, in dem sich auch die Düsennadel befindet. Die bekannte Vorrichtung ist dabei mit ihrem Messelement im Bereich eines geradlinigen Abschnitts der Zulaufbohrung angeordnet, wobei die Wanddicke zwischen der Zulaufbohrung und der Außenseite des Injektorgehäuses, an der sich das als Piezoelement ausgebildete Messelement befindet, relativ dünn ausgebildet ist. Dadurch lässt sich beispielsweise eine in der Wand des Injektorgehäuses auftretende Verformung aufgrund einer Druckspannung bei einer Druckerhöhung in der Zulaufbohrung detektieren, die typischerweise dann auftritt, wenn nach dem Einspritzen des Kraftstoffs aus dem Hochdruckraum in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine die Düsennadel die Einspritzöffnungen wieder verschließt. Das Erfassen des Öffnungs- bzw. Schließzeitpunkts der Düsennadel ermöglicht es insbesondere, über die Lebensdauer des Einspritzventils auftretende Mengenstreuungen durch eine entsprechende korrigierte Ansteuerung des Kraftstoffinjektors auszugleichen. Zur Detektion der angesprochenen Druckänderungen in der Zulaufbohrung des Injektorgehäuses ist das Piezoelement mittels einer Vorspanneinrichtung gegen das Injektorgehäuse gepresst. Eine derartige Spanneinrichtung stellt einen zusätzlichen konstruktiven, die Herstellkosten des Kraftstoffinjektors verteuern-
 25 Maßnahme dar. Darüber hinaus wird dadurch die Baugröße des Kraftstoffinjektors vergrößert, sodass bei gegebenen Einbauverhältnissen üblicherweise ein Einsatz eines derartigen Kraftstoffinjektors, ohne bauliche Änderungen an der Verbrennungsmaschine vorzunehmen, nicht möglich ist. Die bekannte Vorrichtung ist deshalb insbesondere für Laborzwecke geeignet.

[0003] Aus der DE 10 2008 055 053 A1 der Anmelderin ist darüber hinaus eine Vorrichtung zum Messen des Kraftstoffdrucks in einem Kraftstoffeinspritzventil bekannt, bei der eine radiale Aufweitung eines Düsenkörpers mittels einer den Düsenkörper radial umgebenden Messeinrichtung erfasst wird. Das als Messhülse ausgebildete Messelement verwendet hierzu insbesondere Dehnmessstreifen. Auch die aus der DE 10 2008 055 053 A1 bekannte Vorrichtung ist üblicherweise nicht dazu geeignet, in eine bestehende Brennkraftmaschine eingesetzt zu werden, da die Baugröße des Kraftstoffinjektors im Bereich des Düsenkörpers vergrößert ist.

35 Offenbarung der Erfindung

[0004] Ausgehend von dem dargestellten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Erfassung des Kraftstoffdrucks für einen Kraftstoffinjektor nach dem Oberbegriff der beiden unabhängigen Ansprüche derart weiterzubilden, dass diese dazu geeignet ist, mit möglichst einfachem Aufwand in bestehende Kraftstoffinjektoren integriert bzw. an diesen angebracht zu werden, oder aber unabhängig vom Kraftstoffinjektor in einem Kraftstoffzuführsystem für den Kraftstoffinjektor angeordnet zu werden. Dadurch soll insbesondere ein Einsatz einer gattungsgemäßen Vorrichtung ohne größere bauliche Veränderungen an der Brennkraftmaschine ermöglicht werden.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 dadurch gelöst, dass die Kraftstoffzuführeinrichtung im Bereich des Messelements (Piezoelement) einen gekrümmt oder geknickt ausgebildeten Strömungsweg für den Kraftstoff ausbildet. Die Erfindung macht sich dabei die Idee zunutze, dass bei einer Druckerhöhung in einem gekrümmt ausgebildeten Strömungsweg das den Kraftstoff führende Element dazu neigt, sich gerade auszurichten. Dieser Effekt lässt sich beispielhaft verdeutlichen, indem der Wasserdruck in einem in Bogenform ausgebildeten, frei liegenden Gartenschlauch erhöht wird, worauf der Gartenschlauch dazu tendiert, seine Krümmung zu reduzieren. Die hydraulischen Kräfte, die zu einer Reduzierung der Krümmung des Strömungswegs führen, erzeugen in der den Strömungsweg für den Kraftstoff begrenzenden Wand eine mechanische Spannung und damit eine Verformung, die mittels des angesprochenen Piezoelements detektiert werden kann. Hierzu ist es, im Gegensatz zum Stand der Technik nicht erforderlich, das Piezoelement durch eine entsprechende Spanneinrichtung gegen die Wand der Kraftstoffzuführeinrichtung vorzuspannen bzw. anzuordnen. Vielmehr genügt es, sicherzustellen, dass eine steife bzw. flächige Verbindung zwischen dem Piezoelement bzw. dessen Messoberfläche und der Wand der den Kraftstoff führenden Kraftstoffzuführeinrichtung vorhanden ist.

[0006] Vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Erfassung eines Kraftstoffdrucks für einen Kraftstoffinjektor sind in den Unteransprüchen aufgeführt.

[0007] In einer ersten konstruktiven Umsetzung des erfindungsgemäßen Gedankens wird vorgeschlagen, die Vor-

richtung unmittelbar dem Kraftstoffinjektor zuzuordnen bzw. mit diesem zu verbinden. Dabei ist es vorgesehen, dass die Kraftstoffzuführeinrichtung als ein in dem Injektorgehäuse ausgebildeter Zulaufkanal ausgebildet ist, der in den Hochdruckraum mündet, dass der Zulaufkanal zwei, in einem Winkel zueinander angeordnete Bohrungsabschnitte aufweist, die den Strömungsweg für den Kraftstoff ausbilden, und dass das Messelement im Übergangsbereich zwischen den beiden Bohrungsabschnitten angeordnet ist. Derartige, in einem Winkel zueinander angeordnete Bohrungsabschnitte in dem Zulaufkanal zu dem Hochdruckraum in dem Injektorgehäuse ergeben sich beispielsweise beim Übergang zwischen verschiedenen Gehäuseelementen des Injektorgehäuses. Dadurch ist es nicht erforderlich, einen speziell für den Zweck der Erfassung des Kraftstoffdrucks ausgebildeten Zulaufkanal auszubilden, vielmehr kann ein bereits vorhandener Zulaufkanal ohne zusätzlichen Mehraufwand bzw. ohne das Erfordernis einer konstruktiven Änderung an einem bestehenden Kraftstoffinjektor verwendet werden.

[0008] Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Messelement an der Außenseite des Injektorgehäuses angeordnet ist. Dadurch ist insbesondere keine hydraulische Abdichtung im Bereich des Messelements erforderlich, so dass dieses relativ einfach und somit preiswert herstellbar ausgebildet werden kann. Darüber hinaus wird bei einer derartigen Ausgestaltung auch innerhalb des Injektorgehäuses kein zusätzlicher Bauraum benötigt, um das Messelement aufzunehmen.

[0009] Zur Verbindung des Messelements mit dem Injektorgehäuse ist es in einer bevorzugten Weiterbildung des Erfindungsgedankens vorgesehen, dass das Messelement mittels einer stoffschlüssigen Verbindung mit dem Injektorgehäuse verbunden ist. Insbesondere kommen dafür hochtemperaturfeste Klebstoffe in Frage.

[0010] In einer gegenüber der Anordnung der Vorrichtung an dem Kraftstoffinjektor alternativen Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass das Messelement im Bereich einer mit dem Kraftstoffinjektor hydraulisch verbindbaren Kraftstoffzuführleitung angeordnet ist, die die Kraftstoffzuführeinrichtung ausbildet. Diese Lösung hat insbesondere den Vorteil, dass weder der Kraftstoffinjektor hinsichtlich seiner Baugröße oder konstruktiven Gestaltung gegenüber dem Stand der Technik verändert werden muss, noch dass zusätzlicher Einbauraum am Einbauort des Kraftstoffinjektors in der Brennkraftmaschine benötigt wird. Insbesondere ist eine derartige Lösung der Anordnung der Vorrichtung somit auch beispielsweise für eine nachträgliche oder optionale Anordnung geeignet. Dieser Grundgedanke der Erfindung macht sich die Idee zunutze, dass die Verbindung zwischen einem Kraftstoffspeicher (Rail) und dem Kraftstoffinjektor mittels einer starren Verbindungsleitung erfolgt, die in einem Winkel zueinander angeordnete Abschnitte aufweist, um das Rail mit dem jeweiligen Kraftstoffinjektor zu verbinden.

[0011] In einer ersten konkreten Ausgestaltung dieses alternativen Erfindungsgedankens ist es vorgesehen, dass das Messelement unmittelbar, ggf. unter Zwischenlage einer Verbindungsschicht, an der Außenseite der Kraftstoffzuführleitung angeordnet ist. Diese Lösung hat insbesondere den Vorteil, dass an der bestehenden Kraftstoffzuführleitung keinerlei bauliche Veränderungen vorgenommen werden müssen. Die Verbindung zwischen dem Messelement und der Kraftstoffzuführleitung erfolgt in Analogie zur Verbindung des Messelements mit dem Injektorgehäuse bevorzugt durch eine stoffschlüssige Verbindung.

[0012] Alternativ ist es jedoch auch möglich, das Messelement im Bereich eines in die Kraftstoffzuführleitung einsetzbaren Adapterelements anzuordnen. Eine derartige Lösung hat insbesondere den Vorteil, dass der Einbauort bzw. der Anbauort des Messelements nicht zwangsläufig an in der Kraftstoffzuführleitung ausgebildete, in einem Winkel bzw. gekrümmt angeordnete Abschnitte geknüpft ist. Vielmehr kann das Adapterelement auch in einem geradlinigen Abschnitt der Verbindungsleitung eingesetzt werden, wobei das Adapterelement in diesem Fall derart ausgebildet ist, dass der Kraftstoff innerhalb des Adapterelements in einem gekrümmt bzw. in einem Winkel zueinander stehenden Abschnitten geführt wird. Darüber hinaus hat eine derartige Ausbildung den besonderen Vorteil, dass die zur Detektion der Druckänderungen vorgesehenen Abschnitte der Kraftstoffführung speziell angepasst werden können, beispielsweise durch einen besonders großen Winkel, in dem die kraftstoffführenden Bereiche zueinander angeordnet sind, um bei einer Druckänderung ein besonders großes Spannungssignal am Piezoelement erzeugen zu können.

[0013] In einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung gemäß dem Kennzeichenteil des zweiten unabhängigen Vorrichtungsanspruchs ist es vorgesehen, dass das Messelement im Bereich einer mit dem Kraftstoffinjektor hydraulisch verbindbaren Kraftstoffzuführleitung angeordnet ist, dass das Messelement im Bereich eines in die Kraftstoffzuführleitung einsetzbaren Adapterelements angeordnet ist, und dass das Adapterelement eine von dem Kraftstoffdruck elastisch deformierbare Membran aufweist, in deren Bereich das Messelement angeordnet ist. Eine derartige Ausbildung des Messelements hat den Vorteil einer besonders guten Erfassung von Druckschwankungen bzw. die Möglichkeit, auch relativ geringe Druckschwankungen erfassen zu können.

[0014] Die Erfindung umfasst auch einen Kraftstoffinjektor oder eine Kraftstoffzuführleitung zu einem Kraftstoffinjektor mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

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

[0016] Diese zeigt in:

Fig. 1 einen Teilbereich eines mit einer ersten erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Erfassung eines Kraft-

stoffdrucks ausgebildeten Kraftstoffinjektors in einem Längsschnitt,

Fig. 2 und Fig. 3 stark vereinfachte Darstellungen einer alternativen Anordnung eines Messelements zur Erfassung des Kraftstoffdrucks in einer Zuführleitung zwischen einem Kraftstoffspeicher und einem Kraftstoffinjektor,

Fig. 4 und Fig. 5 eine modifizierte Anordnung bzw. Ausbildung eines Messelements, das in einem Adapterelement in einer Kraftstoffzuführleitung angeordnet ist, jeweils im Längsschnitt und

Fig. 6 eine Diagramm über den Verlauf der Einspritzmenge, des in einer Zuführleitung herrschenden Drucks sowie einer von dem Messelement erzeugten Spannung während eines Einspritzzyklus.

[0017] Gleiche Elemente bzw. Elemente mit gleicher Funktion sind in den Figuren mit den gleichen Bezugsziffern versehen.

[0018] In der Fig. 1 ist der in einem nicht gezeigten Brennraum einer selbstzündenden Brennkraftmaschine zugewandte Endbereich eines Kraftstoffinjektors 10 dargestellt. Der Kraftstoffinjektor 10 dient dem Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine und ist Bestandteil eines an sich bekannten Common-Rail-Einspritzsystems.

[0019] Der Kraftstoffinjektor 10 weist ein Injektorgehäuse 11 auf, das beispielhaft, und nicht einschränkend, einen dem Brennraum der Brennkraftmaschine zugewandten Düsenkörper 12 sowie einem mit dem Düsenkörper 12 verbundenen, sich axial an die Düsenkörper 12 anschließendes, mehrteilig ausgebildete Restgehäuse 17 mit Gehäuseelementen 13a, 13b umfasst. In dem Düsenkörper 12 sind mehrere Einspritzöffnungen 14 ausgebildet. Weiterhin ist in dem Düsenkörper 12 eine im Wesentlichen sacklochförmige Ausnehmung 15 ausgebildet, in der entlang einer Längsachse 16 eine Düsennadel 18 hubbeweglich angeordnet ist. In der in der Fig. 1 dargestellten, abgesenkten Position der Düsennadel 18 verschließt diese die Einspritzöffnungen 14 mittelbar unter Ausbildung eines Dichtsitzes 19 an der Innenseite des Düsenkörpers 12. Der den Einspritzöffnungen 14 abgewandte Endbereich 21 der Düsennadel 18 taucht in eine ebenfalls im Bereich des Düsenkörpers 12 angeordnete Steuerraumhülse 22 ein. Die Steuerraumhülse 22 stützt sich auf der den Einspritzöffnungen 14 abgewandten Seite mit ihrer Stirnfläche an der gegenüberliegenden Stirnfläche des Gehäuseelements 13b ab. Zwischen der dem Gehäuseelement 13b abgewandten Stirnseite der Steuerraumhülse 22 und einem radial umlaufenden Bund 23 der Düsennadel 18 stützt sich eine als Druckfeder ausgebildete Schließfeder 25 ab, die die Düsennadel 18 in ihre, die Einspritzöffnungen 14 verschließende Stellung kraftbeaufschlagt.

[0020] Von der Innenwand der Steuerraumhülse 22 sowie den gegenüberliegenden Stirnseiten der Düsennadel 18 und des Gehäuseelements 13b ist ein Steuerraum 26 begrenzt, der über eine Ablaufbohrung 27 in einen nicht dargestellten Niederdruckbereich des Kraftstoffinjektors 10 hydraulisch druckentlastbar ist. Über eine Beeinflussung des Drucks im Steuerraum 26 wird in an sich bekannter Art und Weise die Bewegung der Düsennadel 18 gesteuert. Hierzu ist die Ablaufbohrung 27 über ein in der Fig. 1 dargestelltes Ventilglied in an sich bekannter Art und Weise verschließbar bzw. zu öffnen. Die Betätigung des Ventilglieds erfolgt in ebenfalls bekannter Art und Weise beispielsweise durch einen Magnetaktuator oder einen Piezoaktuator.

[0021] Die Ausnehmung 15 in dem Düsenkörper 12 begrenzt einen Hochdruckraum 28, der über einen Zulaufkanal 30 und eine Kraftstoffzuführleitung 60 mit einer Hochdruckquelle 31 (Rail) verbunden ist. Der Zulaufkanal 30 weist zwei Bohrungsabschnitte 32, 33 auf, die in einem Winkel α zueinander angeordnet sind. Während der Bohrungsabschnitt 32, der im Gehäuseelement 13a ausgebildet ist, parallel zur Längsachse 16 verläuft, neigt sich der zweite, in dem Gehäuseelement 13b befindliche Bohrungsabschnitt 33 in Richtung zum Hochdruckraum 28 hin.

[0022] Der Steuerraum 26 ist hydraulisch mit dem Hochdruckraum 28 verbunden. Hierzu ist in der Steuerraumhülse 22 eine radial umlaufende Ringnut 34 ausgebildet, die über eine Verbindungsbohrung 35 in dem Steuerraum 26 mündet. Die Ringnut 34 ist hydraulisch über einen Spaltfilter 36 mit dem Hochdruckraum 28 verbunden.

[0023] Erfindungswesentlich ist die Anordnung bzw. Ausbildung einer Vorrichtung 50 zur Erfassung des Kraftstoffdrucks in dem Zulaufkanal 30. Hierzu weist die Vorrichtung 50 ein als Piezoelement 51 ausgebildetes Messelement 52 auf, das an der äußeren Umfangswand des Injektorgehäuses 11 im Übergangsbereich zwischen den beiden Gehäuseelementen 13a, 13b angeordnet ist. Insbesondere ist die Anordnung des Messelements 52 derart, dass sich dieses in Höhe der Knickstelle zwischen den beiden Bohrungsabschnitten 32, 33 befindet. Die Verbindung des Messelements 52 mit dem Injektorgehäuse 11 erfolgt vorzugsweise durch eine stoffschlüssige Verbindung, insbesondere durch eine wärmebeständige Kleberschicht 54. Das Piezoelement 51 ist über eine elektrisch Anschlussleitung 55 mit einer nicht gezeigten Steuereinrichtung gekoppelt, die zumindest mittelbar der Ansteuerung des Kraftstoffinjektors 10 dient.

[0024] Die Funktionsweise des soweit beschriebenen Kraftstoffinjektors 10 sowie der Vorrichtung 50 wird wie folgt erläutert: In der in der Fig. 1 dargestellten, abgesenkten Stellung der Düsennadel 18 verschließt diese die Einspritzöffnungen 14. Dadurch wird ein Abgeben von Kraftstoff über die Einspritzöffnungen 14 verhindert. Weiterhin ist der Ablaufkanal 27 verschlossen, so dass auch kein Abfluss von Kraftstoff aus dem Steuerraum 26 in den Niederdruckbereich des Kraftstoffinjektors 10 erfolgt. Es herrscht somit in dem Steuerraum 26, dem Hochdruckraum 28 sowie dem Zulaufkanal

30 mit seinen beiden Bohrungsabschnitten 32, 33 zumindest im Wesentlichen der gleiche Druck (Systemdruck). Eine Ansteuerung des Kraftstoffinjektors 10 bzw. des Aktuators zur Steuerung des Abflusses von Kraftstoff aus dem Steuerraum 26 in den Niederdruckbereich des Kraftstoffinjektors 10 bewirkt, dass der in Schließrichtung herrschende hydraulische Druck in dem Steuerraum 26 reduziert wird, worauf die Düsennadel 28 entgegen der Federkraft der Schließfeder 25 von dem Dichtsitz 19 abhebt. Dadurch strömt Kraftstoff aus dem Hochdruckraum 28 und die Einspritzöffnungen 14 in den Brennraum der Brennkraftmaschine ab. Gleichzeitig strömt zum Ausgleich für den über die Einspritzöffnungen 14 abgegebenen Kraftstoff Kraftstoff über den Zulaufkanal 30 in den Hochdruckraum 28 nach, wobei der Druck in dem Zulaufkanal 30, im Vergleich zu geschlossener Düsennadel 18, reduziert ist. Um den Einspritzvorgang zu stoppen, wird der Ablaufkanal 27 durch Deaktivierung des Aktuators des Kraftstoffinjektors 10 verschlossen. Darauf erhöht sich der hydraulische Druck in dem Steuerraum 26, worauf die Düsennadel 18 in Richtung ihres Sitzes 19 bewegt wird. Bei der Abwärtsbewegung der Düsennadel 18 in Richtung ihres Dichtsitzes 19 erhöht sich sowohl der hydraulische Druck in dem Hochdruckraum 28 als auch in dem Zulaufkanal 30 infolge der geringer werdenden Einspritzmenge von Kraftstoff über die Einspritzöffnungen 14. Dieser sich erhöhende hydraulische Druck in dem Zulaufkanal 30 wird mittels der Vorrichtung 50 bzw. mittels des Piezoelementes 51 erkannt, da in den dem Piezoelement 51 zugewandten Wandbereichen des Injektorgehäuses 11 Druckspannungen aufgrund einer Verformung des Zulaufkanals 30 erzeugt werden, was durch die Pfeile 58, 59 verdeutlicht sein soll. Diese Druckspannungen übertragen sich auf das Piezoelement 51 und erzeugen dort durch eine entsprechende Anordnung bzw. Orientierung des Piezoelements 51 zu den Bohrungsabschnitten 32, 33 eine Signalspannung, die der Steuereinrichtung des Kraftstoffinjektors 10 als Eingangssignal zugeführt wird. Sobald die Düsennadel 18 auf ihren Dichtsitz 19 aufsitzt, findet im Wesentlichen keine weitere Drucksteigerung mehr statt, so dass auch kein Spannungssignal mehr durch das Piezoelement 51 erzeugt wird. Der Verlauf des Spannungssignals des Piezoelements 51 kann daher als Indiz für die Schließbewegung der Düsennadel 18 in Richtung ihres Dichtsitzes 19 verwendet werden.

[0025] Der oben beschriebene Sachverhalt ist in der Fig. 6 während eines Einspritzzyklus des Kraftstoffinjektors 10 dargestellt. Insbesondere erkennt man über der Zeit t ein Spannungssignal U des Piezoelements 51, den Druck P innerhalb des Hochdruckraums 28 bzw. des Zulaufkanals 30, sowie eine Durchflussrate Q durch die Einspritzöffnungen 14. Ab dem Öffnen der Düsennadel 18 bzw. beim Abheben der Düsennadel 18 von ihrem Dichtsitz 19 zum Zeitpunkt t_1 wird von dem Piezoelement 51 ein negatives Spannungssignal U erzeugt. Zwischen den Zeitpunkten t_2 und t_3 ist der hydraulische Druck in dem Zulaufkanal 30 im Wesentlichen konstant, da die in den Hochdruckraum 28 nachströmende Kraftstoffmenge der über die Einspritzöffnungen 14 abströmenden Kraftstoffmenge entspricht. Ab dem Zeitpunkt t_3 beginnt der Druck P in dem Hochdruckraum 28 bzw. dem Zulaufkanal 30 wieder auf seinen ursprünglichen Wert zu steigen, da zu diesem Zeitpunkt die Schließbewegung der Düsennadel 18 beginnt. Die damit einhergehende Druckerhöhung in dem Zulaufkanal 30 wird mittels des Piezoelements 51 detektiert, welches einen positiven Spannungsimpuls U erzeugt.

[0026] Bei den in den Fig. 2 und 3 abgewandelten Ausführungsformen der Erfindung ist die Vorrichtung 50 zwischen der Hochdruckquelle 31 und dem Kraftstoffinjektor 10a angeordnet, wobei es wesentlich ist, dass die Vorrichtung 50 getrennt vom Kraftstoffinjektor 10a im Bereich der Kraftstoffzuführleitung 60 angeordnet ist. Die Kraftstoffzuführleitung 60 weist bei dem in der Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel einen gekrümmt ausgebildeten Bereich 61 mit einem Krümmungsradius r auf. Das Piezoelement 51 a ist auf der konvexen Seite des Abschnitts 61 unter Zwischenlage einer Klebeschicht 54a mit dem Abschnitt 61 verbunden.

[0027] Bei dem in der Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Piezoelement 51a demgegenüber im Bereich eines, in die Kraftstoffzuführleitung 60 zwischengeschalteten Adapterelements 65 angeordnet. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, dass die Kraftstoffführung im Bereich des Adapterelements 65 speziell zur möglichst guten Detektierung von Druckschwankungen durch das Piezoelement 51 a angepasst sein kann, beispielsweise durch einen kleineren Krümmungsradius r bzw. in einem stärkeren Winkel zueinander geneigten Bohrungsabschnitten zur Kraftstoffführung.

[0028] Zuletzt in den Fig. 4 und 5 ein alternatives Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem unter Verwendung eines Adapterelements 70, das ebenfalls in die Kraftstoffzuführleitung 60 zu dem Kraftstoffinjektor 10a integriert ist, das Piezoelement 51 b an einer Außenfläche des Adapterelements 70 angeordnet ist. Das Adapterelement 70 weist einen mit dem hydraulischen Druck beaufschlagten Abzweig 71 auf, der von einer Hochdruckmembran 72 begrenzt ist. Die Hochdruckmembran 72 ist wiederum in Wirkverbindung mit dem Piezoelement 51 b angeordnet. Entsprechend der Darstellung der Fig. 5 findet bei einer Druckerhöhung eine Deformation bzw. Verformung der Hochdruckmembran 72 statt, die mittels des Piezoelements 51 b detektierbar ist.

[0029] Der soweit beschriebene Kraftstoffinjektor 10 bzw. die Vorrichtung 50 kann in vielfältiger Art und Weise abgewandelt bzw. modifiziert werden, ohne vom Erfindungsgedanken abzuweichen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (50) zur Erfassung eines Kraftstoffdrucks (P) für einen Kraftstoffinjektor (10; 10a) mit einem als Piezo-

element (51; 51a) ausgebildeten Messelement (52) zur Erfassung des Kraftstoffdrucks (P), wobei das Messelement (52) dazu ausgebildet ist, eine Verformung einer den Strömungsweg begrenzenden Wand einer Kraftstoffzuführeinrichtung zu einem in einem Injektorgehäuse (11) ausgebildeten Hochdruckraum (28) zu detektieren,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Kraftstoffzuführeinrichtung im Bereich des Messelements (52) einen gekrümmt oder geknickt ausgebildeten Strömungsweg für den Kraftstoff ausbildet.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Kraftstoffzuführeinrichtung als ein in dem Injektorgehäuse (11) ausgebildeter Zulaufkanal (30) ausgebildet ist, der in den Hochdruckraum (28) mündet, dass der Zulaufkanal (30) zwei, in einem Winkel (α) zueinander angeordnete Bohrungsabschnitte (32, 33) aufweist, die den Strömungsweg für den Kraftstoff ausbilden, und dass das Messelement im Übergangsbereich zwischen den beiden Bohrungsabschnitten (32, 33) angeordnet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Messelement (52) an der Außenseite des Injektorgehäuses (11) angeordnet ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Messelement (52) mittels einer stoffschlüssigen Verbindung, insbesondere mittels einer Kleberschicht (54), mit dem Injektorgehäuse (11) verbunden ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Messelement (52) im Bereich einer mit dem Kraftstoffinjektor (10a) hydraulisch verbindbaren Kraftstoffzuführleitung (60) angeordnet ist, die die Kraftstoffzuführeinrichtung ausbildet.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Messelement (52) unmittelbar, ggf. unter Zwischenlage einer Verbindungsschicht, an der Außenseite der Kraftstoffzuführleitung (60) angeordnet ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Messelement (52) im Bereich eines in die Kraftstoffzuführleitung (60) einsetzbaren Adapterelements (65) angeordnet ist.

8. Vorrichtung (50) zur Erfassung eines Kraftstoffdrucks (P) für einen Kraftstoffinjektor (10a), mit einem als Piezoelement (51 b) ausgebildeten Messelement (52) zur Erfassung des Kraftstoffdrucks (P), wobei das Messelement (52) dazu ausgebildet ist, eine Verformung in einer den Strömungsweg begrenzenden Wand einer Kraftstoffzuführeinrichtung zu einem in einem Injektorgehäuse (11) ausgebildeten Hochdruckraum (28) zu detektieren,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Messelement (52) im Bereich einer mit dem Kraftstoffinjektor (10a) hydraulisch verbindbaren Kraftstoffzuführleitung (60) angeordnet ist, dass das Messelement (52) im Bereich eines in die Kraftstoffzuführleitung (60) einsetzbaren Adapterelements (70) angeordnet ist, und dass das Adapterelement (70) eine von dem Kraftstoffdruck (P) elastisch deformierbare Membran (72) aufweist, in deren Bereich das Messelement (52) angeordnet ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Messelement (52) dazu ausgebildet ist bzw. derart angeordnet ist, Verformungen aufgrund von Druckspannungen zu erfassen.

10. Kraftstoffinjektor (10) oder Kraftstoffzuführleitung (60) zu einem Kraftstoffinjektor (10a) mit einer Vorrichtung (50) nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

Fig. 1

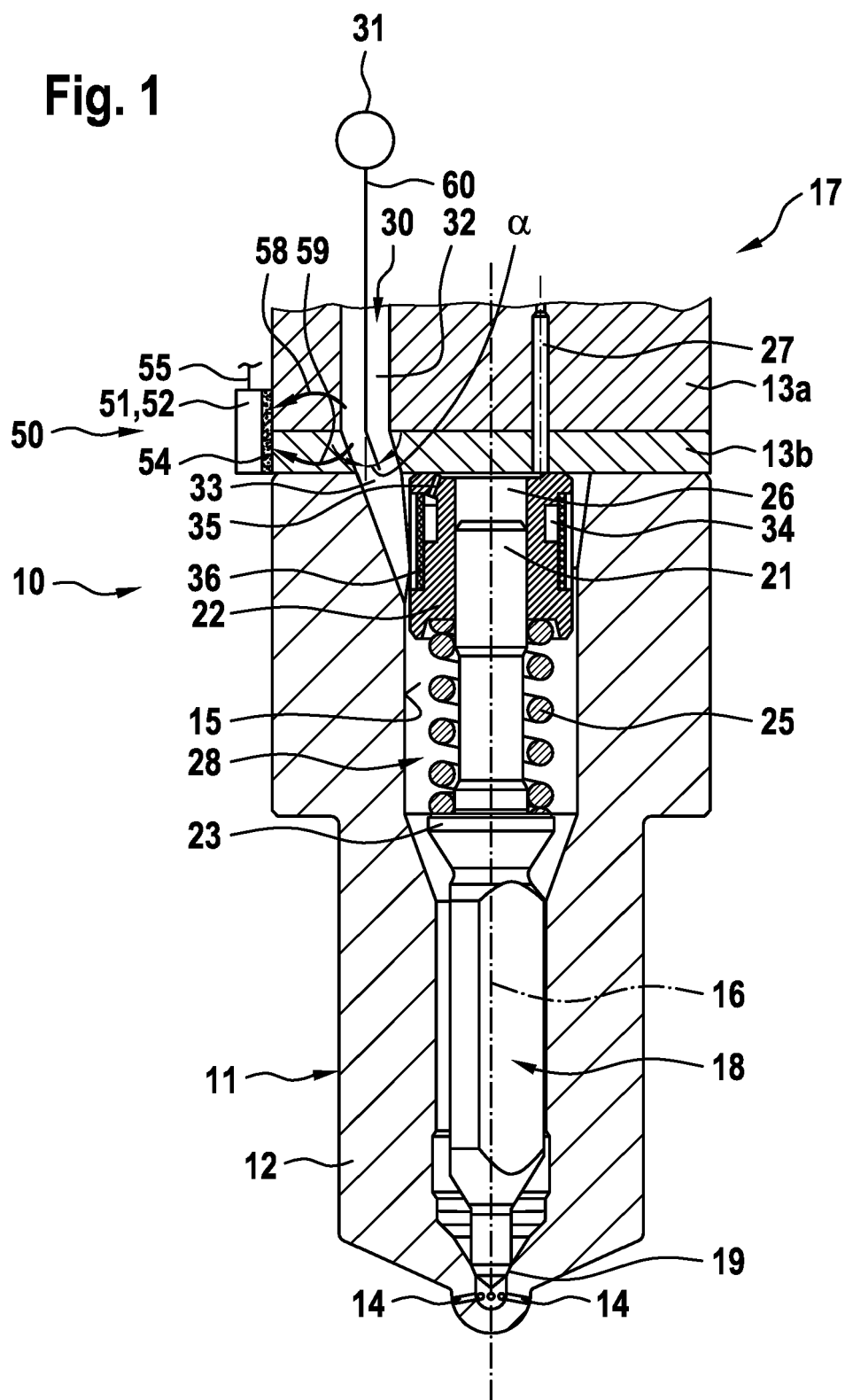


Fig. 2

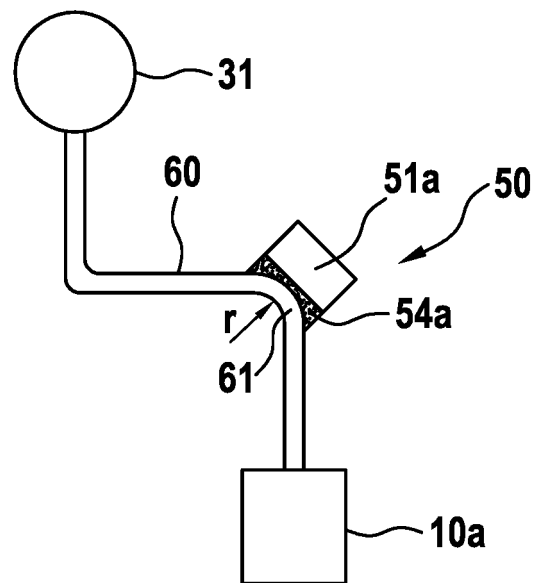


Fig. 3

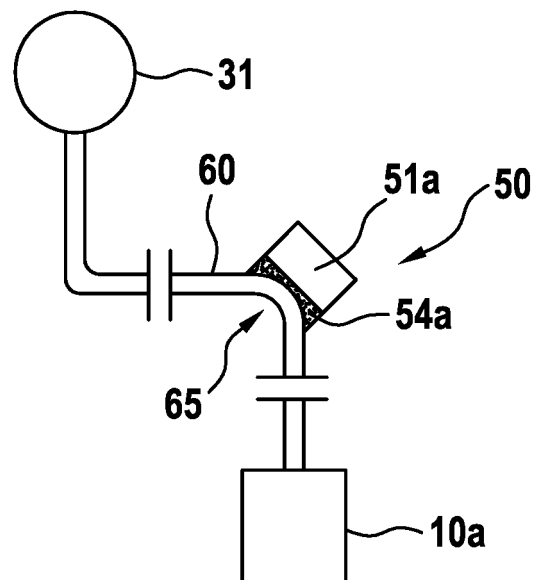


Fig. 4

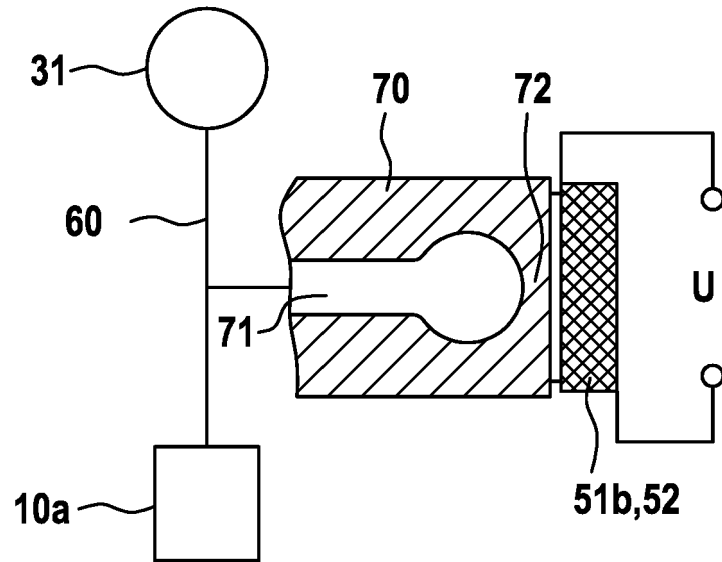
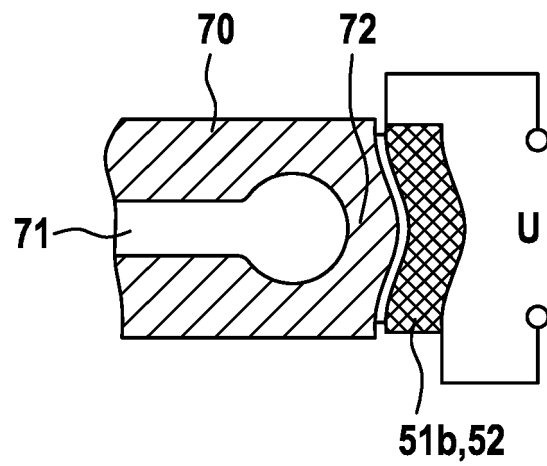


Fig. 5



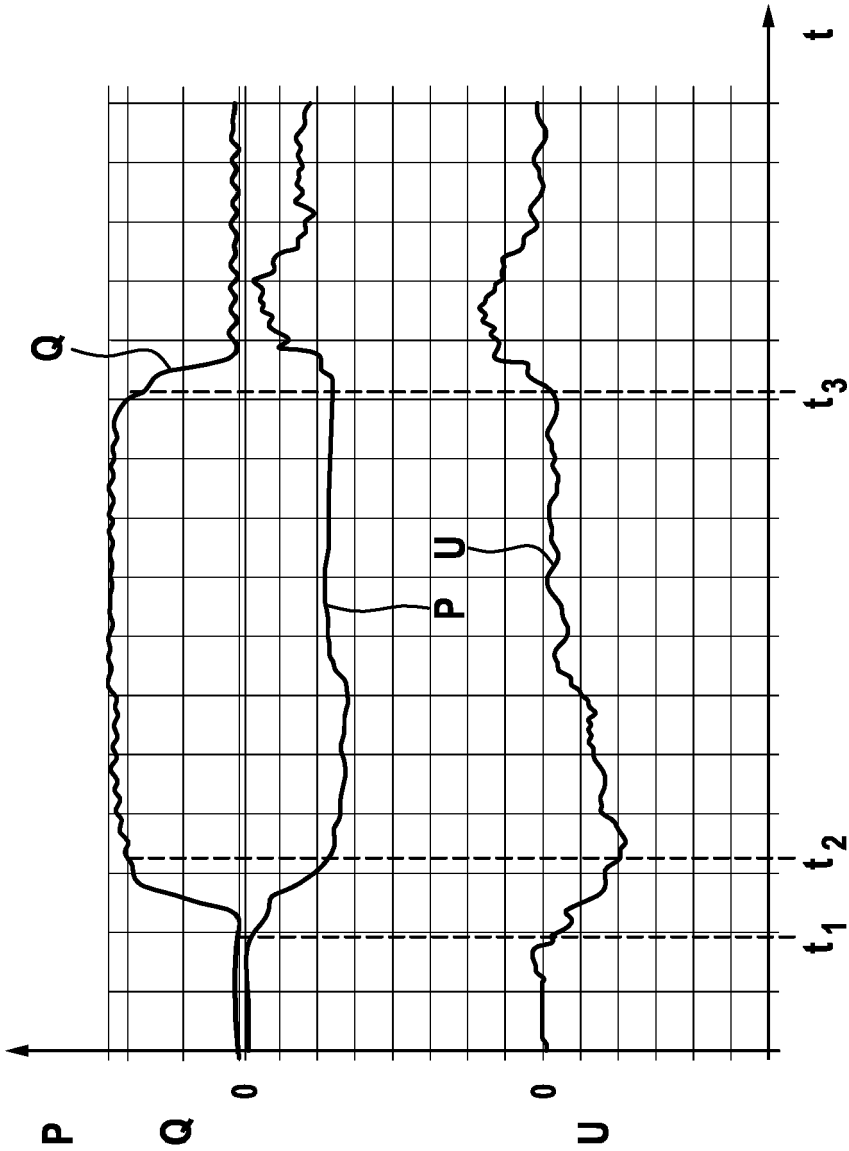


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 16 3236

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2009 000983 A1 (DENSO CORP [JP]) 24. September 2009 (2009-09-24) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,7,8 * * Ansprüche 1,3,8,13,16,21 * * Absatz [0158] * * Absatz [0102] * * Absatz [0109] * * Absatz [0167] * * Absatz [0094] * * Absatz [0190] * * Absatz [0078] * * Absatz [0092] * * Absatz [0225] *	1-4,10	INV. F02M55/00 F02M65/00
X	US 4 304 126 A (YELKE EDWARD) 8. Dezember 1981 (1981-12-08) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2,4 * * Anspruch 1 * * Spalte 1, Zeile 62 - Spalte 2, Zeile 43 * * Spalte 3, Zeile 29 - Zeile 41 *	1,5,6,10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
X	EP 2 105 605 A2 (DENSO CORP [JP]) 30. September 2009 (2009-09-30) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,4,8 * * Ansprüche 1,2,10 * * Absatz [0042] - Absatz [0045] * * Absatz [0076] * * Absatz [0040] * * Absatz [0053] - Absatz [0055] * * Absatz [0035] * * Absatz [0032] *	1,5,7-10	F02M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 15. September 2015	Prüfer Barunovic, Robert
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 16 3236

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2010 016424 A1 (DENSO CORP [JP]) 25. November 2010 (2010-11-25) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2,3 * * Ansprüche 1,2 * * Absatz [0079] * * Absatz [0055] * * Absatz [0040] * * Absatz [0074] * * Absatz [0002] * * Absatz [0054] * * Absatz [0009] *	1,3,5,10	
A	----- WO 2008/071022 A1 (KISTLER HOLDING AG [CH]; WEBER ALEX [CH]; STAIGER ULRICH [CH]; ENGELER) 19. Juni 2008 (2008-06-19) * Zusammenfassung; Abbildung 4 *	1-10	
A	----- EP 2 679 972 A1 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]; KEIHIN CORP [JP]) 1. Januar 2014 (2014-01-01) * Zusammenfassung; Abbildung 11 *	1-10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	----- WO 00/65984 A1 (APEX MEDICAL INC [US]) 9. November 2000 (2000-11-09) * Zusammenfassung; Abbildung 8 * * Ansprüche 1,11,12 * -----	1-10	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		15. September 2015	Barunovic, Robert
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 15 16 3236

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

15-09-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102009000983 A1	24-09-2009	DE 102009000983 A1	24-09-2009
		JP 5223555 B2	26-06-2013
		JP 2009222050 A	01-10-2009
US 4304126 A	08-12-1981	KEINE	
EP 2105605 A2	30-09-2009	CN 101545432 A	30-09-2009
		EP 2105605 A2	30-09-2009
		JP 4840391 B2	21-12-2011
		JP 2009236101 A	15-10-2009
		US 2009241907 A1	01-10-2009
DE 102010016424 A1	25-11-2010	DE 102010016424 A1	25-11-2010
		JP 2010255427 A	11-11-2010
WO 2008071022 A1	19-06-2008	EP 2095085 A1	02-09-2009
		JP 5676879 B2	25-02-2015
		JP 2010512519 A	22-04-2010
		JP 2014041163 A	06-03-2014
		KR 20090097865 A	16-09-2009
		KR 20140146157 A	24-12-2014
		US 2010065013 A1	18-03-2010
		WO 2008071022 A1	19-06-2008
EP 2679972 A1	01-01-2014	CN 103380357 A	30-10-2013
		EP 2679972 A1	01-01-2014
		US 2014048041 A1	20-02-2014
		WO 2012115036 A1	30-08-2012
WO 0065984 A1	09-11-2000	AU 4497300 A	17-11-2000
		CA 2372084 A1	09-11-2000
		EP 1180962 A1	27-02-2002
		JP 2002542864 A	17-12-2002
		US 6171253 B1	09-01-2001
		US 6367333 B1	09-04-2002
		WO 0065984 A1	09-11-2000

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102008055053 A1 [0003]