

(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
23. Januar 2014 (23.01.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/013059 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F02M 55/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/065318

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. Juli 2013 (19.07.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 212 745.3 19. Juli 2012 (19.07.2012) DE

(71) Anmelder: FMP TECHNOLOGY GMBH FLUID
MEASUREMENTS & PROJECTS [DE/DE]; Am
Weichselgarten 34, 91058 Erlangen (DE).

(72) Erfinder: DURST, Franz; Eichenstr. 12, 91094
Langensendelbach (DE). ZEILMANN, Michael; Görlitzer
Str. 3, 91058 Erlangen (DE). MOHANTY, Ritesh
Prashanna; Wichernstr. 18, 91052 Erlangen (DE).

(74) Anwälte: GASSNER, Wolfgang et al.; Marie-Curie-Str. 1,
91052 Erlangen (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, 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, 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: FUEL INJECTION SYSTEM

(54) Bezeichnung : KRAFTSTOFFEINSPRITZSYSTEM

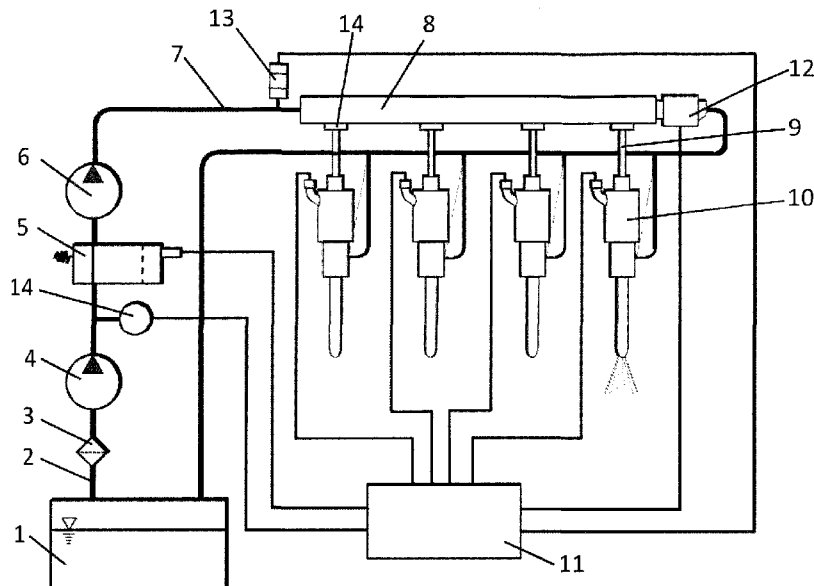


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a fuel injection system, in particular a common rail injection system, wherein fuel (F) is conducted from a distributor pipe (8) to injectors (10) through high-pressure lines (7, 9), by means of which injectors the fuel (F) can be injected during an injection cycle having a plurality of injection pulses, wherein each of the high-pressure lines (7, 9) is provided with at least one damping device (14) for damping pressure pulsations. In order to simplify the production of the damping device (14), the damping device (14) has a pipe (15, 21), in which a core (17) that is held at a distance by means of spacers (16, 19, 20, 22) so as to form an annular gap (18) is provided.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/013059 A1

**Veröffentlicht:**

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

Die Erfindung betrifft ein Kraftstoffeinspritzsystem, insbesondere ein Common Rail Einspritzsystem, bei dem Kraftstoff (F) von einem Verteilerrohr (8) über Hochdruckleitungen (7, 9) jeweils zu Injektoren (10) geführt wird, mit denen der Kraftstoff (F) während eines Einspritzzyklus mit mehreren Einspritzimpulsen einspritzbar ist, wobei jede der Hochdruckleitungen (7, 9) mit zumindest einer Dämpfungsvorrichtung (14) zum Dämpfen von Druckpulsationen versehen ist. Zur Vereinfachung der Herstellung der Dämpfungsvorrichtung (14) wird vorgeschlagen, dass die Dämpfungsvorrichtung (14) ein Rohr (15, 21) aufweist, in dem ein über Abstandshalter (16, 19, 20, 22) unter Ausbildung eines Ringspalts (18) beabstandet gehaltener Kern (17) vorgesehen ist.

Kraftstoffeinspritzsystem

Die Erfindung betrifft ein Kraftstoffeinspritzsystem, insbesondere ein Common Rail Einspritzsystem, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein solches Kraftstoffeinspritzsystem ist beispielsweise aus der WO 2004/036029 A1 bekannt. Bei dem bekannten Kraftstoffeinspritzsystem weist eine Dämpfungsvorrichtung zum Dämpfen von Druckpulsationen einen Sintermetalleinsatz auf.

Die DE 103 51 089 A1 offenbart ein Verfahren zum Verringern von Druckpulsationen in einem Hydrauliksystem mit einem Hydraulikstrom, der einem Pulsationsdämpfer zugeführt wird. Der Pulsationsdämpfer weist eine Mehrzahl von Strömungskanälen zur Unterteilung des Hydraulikstroms in eine Mehrzahl von Teilströmen auf.

Die EP 1 741 925 A1 betrifft einen Injektor, welcher einen mit mehreren Bohrungen versehenen Dämpfer aufweist.

Die JP 08261099 A offenbart einen Pulsationsdämpfer, bei dem in einem Gehäuse Kugeln mit zwei unterschiedlichen Durchmessern aufgenommen sind.

Aus der DE 10 2006 016 937 A1 ist ein hydraulischer Pulsationsdämpfer bekannt, bei dem in einem Gehäuse als Dämpfungsmittel ein Filterelement aus geschäumtem Polyethylen oder gesintertem Metallgewebe oder Glasfasergewebe aufgenommen ist.

Die nach dem Stand der Technik bekannten Dämpfungsvorrichtungen erfordern einen relativ hohen Herstellungsaufwand. Soweit

als Dämpfungsmittel poröse Medien verwendet werden, besteht das Risiko einer Verstopfung durch Schmutzpartikel. Im Falle von Dieselfahrzeugen besteht insbesondere im Winter bei niedrigen Temperaturen das weitere Risiko eines Zusetzens des
5 Filtermediums durch ausfallendes Paraffin.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Nachteile nach dem Stand der Technik zu beseitigen. Es soll insbesondere ein Kraftstoffeinspritzsystem mit einer einfach und kostengünstig
10 herstellbaren Dämpfungsvorrichtung angegeben werden. Nach einem weiteren Ziel der Erfindung soll die Dämpfungsvorrichtung einen möglichst störungsfreien Betrieb des Kraftstoffeinspritzsystems gewährleisten.

15 Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Merkmalen der Ansprüche 2 bis 13.

Nach Maßgabe der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Dämpfungsvorrichtung ein Rohr aufweist, in dem ein über Abstandshalter unter Ausbildung eines Ringspalts beabstandet gehalten
20 Kern vorgesehen ist. - Die vorgeschlagene Dämpfungsvorrichtung kann unter Verwendung weniger Teile einfach und kostengünstig hergestellt werden. Das Vorsehen eines Ringspalts
25 macht die Dämpfungsvorrichtung unanfällig gegen ein Zusetzen durch im Kraftstoff enthaltene Verunreinigungen oder Paraffin.

Im Sinne der vorliegenden Erfindung wird unter dem Begriff
30 "Ringspalt" ein sich im Wesentlichen über die gesamte axiale Länge des, vorzugsweise zylindrischen, Kerns erstreckender Durchgang verstanden. Der Ringspalt weist eine radiale Spaltweite auf, welche im Wesentlichen über die gesamte axiale

Länge des Kerns im Wesentlichen konstant ist. Der Ringspalt hat im Wesentlichen ringförmige Ein- und Auslassöffnungen. Der Ringspalt kann über seinen Umfang hinweg auch, beispielsweise durch die zum Halten des Kerns erforderlichen Abstandshalter, unterbrochen sein.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, dass eine axiale Länge l des Kerns 0,5 bis 50 mm beträgt. Eine durch die Differenz eines Innendurchmessers d des Rohrs und eines Außendurchmessers D des Kerns gegebene Spaltweite δ beträgt zweckmäßigerweise 5 μm bis 200 μm . Ferner hat es sich als zweckmäßig erwiesen, dass der Außendurchmesser D des Kerns etwa 0,5 bis 50 mm, vorzugsweise 2 bis 20 mm, beträgt. Eine derart ausgestaltete Dämpfungsvorrichtung zeichnet sich insbesondere für Common Rail Einspritzsysteme durch eine hervorragende Dämpfung von Druckpulsationen aus.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind die Länge l und die Spaltweite δ so gewählt, dass ein Druckverlust ΔP zwischen 3 und 12 bar, vorzugsweise zwischen 6 und 9 bar, liegt, wobei gilt:

$$\Delta P = [\text{const.} * \mu * \dot{v} * l] / [\delta^3 * D], \text{ wobei}$$

μ eine vorgegebene Viskosität des Flüssigkeitskraftstoffs,

\dot{v} ein sich einstellender Volumenstrom, und

D der Außendurchmesser des Kerns ist.

Bei dem Wert μ handelt es sich um die Viskosität des jeweils verwendeten Flüssigkeitskraftstoffs, beispielsweise die Viskosität von Dieselkraftstoff oder Benzin. Der vorgegebene Volumenstrom ergibt sich insbesondere aus der Ausgestaltung der

jeweils verwendeten Injektoren des Injektionsdrucks und der Einspritzzeiten. Wie aus der obigen Beziehung ersichtlich ist, wird der Druckverlust ΔP zweckmäßigerweise auf einen Wert von beispielsweise 7 bar festgelegt. Bei gegebener Viskosität des Flüssigkeitskraftstoffs sowie gegebenem Volumenstrom ergibt sich daraus unmittelbar eine geeignete Beziehung zwischen der Länge l , dem Außendurchmesser D des Kerns sowie der Spaltbreite δ . Es kann beispielsweise bei vorgegebener Länge l eine geeignete Spaltbreite δ oder umgekehrt berechnet werden. Der vorgenannte Druckverlust ΔP gilt für $\mu = 10^{-3}$ Ns/m² und $\dot{v} = 0,25$ l/min. Für andere Viskositäten μ und/oder Volumenströme \dot{v} kann nach der obigen Formel ein geeigneter Druckverlust ΔP berechnet werden.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung sind die Abstandshalter gleichmäßig über den Außenumfang des Kerns verteilt. Insbesondere können n Abstandshalter jeweils in einem Winkel von $n/360^\circ$ voneinander beabstandet über den Außenumfang des Kerns verteilt sein.

Die Abstandshalter können separate Teile sein, welche beispielsweise stab- oder stegartig ausgebildet sind. Damit kann der Kern reibschlüssig unter Ausbildung eines Ringspalts im Rohr gehalten werden. Zweckmäßigerweise erstrecken sich die stab- oder stegförmigen Abstandshalter über die gesamte axiale Länge des Kerns. Der Kern ist vorzugsweise zylindrisch ausgebildet. Er kann an zumindest einem Ende kegelartig zugespitzt sein.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Kern in einem Stück mit den Abstandshaltern ausgebildet. Dergleichen kann auch das Rohr in einem Stück mit den Abstandshaltern ausgebildet sein. Zweckmäßigerweise ist/sind der Kern

und/oder das Rohr mittels Strangpressen hergestellt. Das Rohr und/oder der Kern sind zweckmäßigerweise aus Metall, vorzugsweise aus Edelstahl, hergestellt.

5 Nach einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Kern in das Rohr eingeschrumpft. Der Vorgang des Einschrumpfens lässt sich einfach und kostengünstig durchführen. Damit kann - im Vergleich zum Stand der Technik - auf besonders einfache und kostengünstige Weise eine Dämpfungsvorrichtung zum Dämpfen von Druckpulsationen bei einem Kraftstoffeinspritzsystem hergestellt werden.
10

Nach einer weiteren Ausgestaltung sind die Abstandshalter aus Stiften gebildet, welche in im Kern vorgesehene Bohrungen eingesetzt sind. Bei den Bohrungen kann es sich um Sacklöcher handeln. Die Stifte erstrecken sich über einen vorgegebenen Abstand über den Umfang des Kerns hinaus. Deren dem Rohr zugewandte Außenfläche kann einen Radius aufweisen, welcher zum Innenradius des Rohrs korrespondiert, so dass die Stifte im Montagezustand formschlüssig an der Innenwand des Rohrs anliegen. Die Bohrungen verlaufen bezüglich einer Achse des Kerns radial. In einer Axialebene des Kerns sind vorteilhafterweise gleichmäßig über den Umfang verteilt zumindest drei, vorzugsweise vier, Stifte vorgesehen, welche als Abstandhalter wirken.
20
25

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

30 Fig. 1 eine schematische Ansicht eines Kraftstoffeinspritzsystems,

Fig. 2 eine Draufsicht auf eine Dämpfungsvorrichtung,

- Fig. 3 eine Seitenansicht des Kerns gemäß Fig. 2,
- Fig. 4 eine Ausgestaltung eines Kerns,
- 5 Fig. 5 eine weitere Ausgestaltung eines Kerns,
- Fig. 6 eine Draufsicht auf eine zweite Dämpfungsvorrichtung,
- 10 Fig. 7 eine Draufsicht auf eine dritte Dämpfungsvorrichtung,
- Fig. 8 eine Draufsicht auf den Kern gemäß Fig. 7,
- 15 Fig. 9 eine Simulation des Druckverlaufs am Injektor sowie am Common Rail Rohr ohne Dämpfungsvorrichtung,
- Fig. 10 eine Messung des Druckverlaufs am Injektor sowie am
- 20 Common Rail Rohr ohne Dämpfungsvorrichtung,
- Fig. 11 eine Simulation des Druckverlaufs am Injektor und am Common Rail Rohr mit Dämpfungsvorrichtung,
- 25 Fig. 12 eine weitere Simulation des Druckverlaufs am Injektor und am Common Rail Rohr ohne Dämpfungsvorrichtung,
- Fig. 13 eine weitere Simulation gemäß Fig. 10, wobei eine
- 30 Dämpfungsvorrichtung vorgesehen ist,
- Fig. 14 eine Seitenansicht einer weiteren Ausgestaltung eines Kerns und

Fig. 15 eine Draufsicht gemäß Fig. 14.

Fig. 1 zeigt schematisch ein erfindungsgemäßes Kraftstoffein-
5 spritzsystem, nämlich ein Common Rail Einspritzsystem. In ei-
nem Tank 1 ist Kraftstoff F aufgenommen. In eine vom Tank 1
wegführende Kraftstoffleitung 2 ist ein Kraftstofffilter 3
eingeschaltet. Mit dem Bezugszeichen 4 ist eine Kraftstoff-
förderpumpe bezeichnet, mit der über ein Druckregelventil 5
10 der Kraftstoff F einer Hochdruckpumpe 6 zugeführt wird. Die
Hochdruckpumpe 6 ist über eine erste Hochdruckleitung 7 mit
einem Verteilerrohr 8 verbunden. Das Verteilerrohr 8 ist je-
weils über eine zweite Hochdruckleitung 9 mit einem Injektor
10 verbunden. Im vorliegenden Beispiel sind vier zweite Hoch-
15 druckleitungen 9 vorgesehen, an denen stromabwärts jeweils
ein Injektor 10 angeschlossen ist.

Mit dem Bezugszeichen 11 ist ein Steuergerät bezeichnet, mit
dem die Injektoren 10 in Abhängigkeit einer Vielzahl von Pa-
20 rametern gesteuert werden. Das Steuergerät 10 ist u. a. mit
einem Druckbegrenzer 12, einem Rail Drucksensor 13, einem
Kraftstofftemperatursensor 14 sowie dem Druckregelventil 5 zu
Mess- bzw. Steuerzwecken verbunden. Mit dem Bezugszeichen 14
sind stromabwärts am Verteilerrohr 8 vorgesehene Dämpfungs-
25 vorrichtungen bezeichnet.

Die Dämpfungsvorrichtungen 14 sind hier unmittelbar am Ver-
teilerrohr 8 jeweils an einem für jede der zweiten Hochdruck-
leitungen 9 vorgesehenen Auslass montiert. An einem Ausgang
30 der Dämpfungsvorrichtungen 14 sind die zweiten Hochdrucklei-
tungen 9 angeschlossen. Es kann aber auch sein, dass die
Dämpfungsvorrichtungen 14 in die zweiten Hochdruckleitungen 9

eingeschaltet oder an einem injektorseitigen Ende der zweiten Hochdruckleitungen 9 angebracht sind.

Fig. 2 zeigt eine Draufsicht auf eine Dämpfungsvorrichtung
5 14. Sie umfasst ein Rohr 15, in dem mittels Abstandshaltern
16 ein Kern 17 gehalten wird. - Wie insbesondere in Zusammen-
sicht mit Fig. 3 erkennbar ist, erstrecken sich die Abstands-
halter 16 über die gesamte axiale Länge des zylindrischen
Kerns 17. Sie sind radial um 90° voneinander beabstandet.

10

Der Kern 17 ist zweckmäßigerweise in das Rohr 15 einge-
schrumpft. Das gewährleistet einen sicheren und zuverlässigen
Halt des Kerns 17 im Rohr 15. Mit dem Bezugszeichen 18 ist
ein zwischen den Abstandshaltern 16, dem Kern 17 und dem Rohr
15 verbleibender Ringspalt bezeichnet.

15

Der Ringspalt 18 kann insbesondere durch Abstandshalter 16
unterbrochen sein. Er kann durch die Abstandshalter 16 auch
in Ringspaltabschnitte unterteilt sein, welche jeweils einen
20 separaten Durchgang für den durchströmenden Kraftstoff F bil-
den.

20

Fig. 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Kerns 17. Dabei
sind zweite Abstandshalter 19 um den Außenumfang des Kerns 17
25 gewunden, d. h. nach Art eines Abschnitts einer Helix ausge-
bildet. Infolgedessen bilden sich unter Verwendung eines sol-
chen Kerns 17 in der Dämpfungsvorrichtung 14 eine Strömung
mit einem Drall. Durch die Ausgestaltung der zweiten Ab-
standshalter 19 kann das Dämpfungsverhalten der Dämpfungsvor-
30 richtung 14 beeinflusst werden.

30

Fig. 5 zeigt eine weitere Ausgestaltung eines Kerns 17, an
dessen Außenumfang dritte Abstandshalter 20 vorgesehen sind.

Die dritten Abstandshalter 20 erstrecken sich in diesem Fall nicht über die gesamte axiale Länge des Kerns 17, sondern lediglich über einen relativ kleinen axialen Abschnitt.

5 Fig. 6 zeigt eine weitere Dämpfungsvorrichtung. An der Innenseite des Rohrs 21 sind vierte Abstandshalter 22 angeformt sind. Ein derartiges Rohr 21 kann beispielsweise mittels Strangpressen hergestellt werden. Darin kann ein zylindrisch ausgestalteter Kern 17 mittels Einschrumpfen schnell und ein-
10 fach befestigt werden.

Fig. 7 und 8 zeigen eine Draufsicht auf eine dritte Dämpfungsvorrichtung. Dabei ist ein im Querschnitt "zahnradartig" ausgebildeter Kern 17 in einem zylindrischen Rohr 15 gehalten.
15 Der Kern 17 kann beispielsweise mittels Extrusion hergestellt werden. Er ist zweckmäßigerweise in das Rohr 15 eingeschrumpft.

Die Dämpfungsvorrichtung kann eine Länge von 2 bis 50 mm, vorzugsweise 5 bis 20 mm, aufweisen. Die Spaltweite beträgt zweckmäßigerweise 5 bis 200 μm , vorzugsweise 80 bis 120 μm . Die Dämpfungsvorrichtung kann im Bereich des Verteilerrohrs 8, insbesondere am Eingang des Verteilerrohrs 8 und/oder in die zweiten Hochdruckleitungen 9 eingeschaltet sein.
25

Nach einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung ist das Dämpfungselement mit einer Druckmesseinrichtung kombiniert. Mit der Druckmesseinrichtung kann stromauf- und stromabwärts der Dämpfungsvorrichtung jeweils der Druck gemessen werden.
30 Aus der Differenz der gemessenen Drücke kann der momentane Massenstrom bestimmt werden.

Die Dämpfungsvorrichtung kann stromaufwärts des Kerns ein Zu-
 laufrohr und stromabwärts des Kerns ein Ablaufrohr aufweisen.
 Ein Durchmesser des Zu- und Ablaufrohrs sind zweckmäßigerwei-
 se kleiner als ein Durchmesser des den Kern umgebenden Rohrs.
 5 Zum Anschluss der Druckmesseinrichtung kann ein Zu- und Ab-
 laufrohr jeweils eine Bohrung, vorzugsweise eine Gewindeboh-
 rung vorgesehen sein.

Fig. 9 zeigt den Druckverlauf am Injektor sowie am Common
 10 Rail Rohr bei einem Kraftstoffeinspritzsystem, welches keine
 Dämpfungsvorrichtung aufweist. Die Simulation beruht auf ei-
 ner Berechnung, welche mit dem Programm "LMS Imagine.Lab
 AMESim" der Firma LMS International NV durchgeführt worden
 ist. Die Simulation ist unter Verwendung der folgenden Rand-
 15 bedingungen durchgeführt worden:

Druck	200	bar
Volumen des Common Rail Rohrs	60	cm ³
Durchmesser der Einspritzleitung	3	mm
Länge der Einspritzleitung	87	mm
Durchmesser der elektronisch steuerbaren Öffnung	2	mm
Eingespritztes Volumen	0,5	mm ³
Durchmesser der Düse	0,3	mm

Insbesondere aus dem Druckverlauf am Common Rail Rohr (durch-
 gezogene Linie) ist erkennbar, dass der Injektor im Zeitfens-
 20 ter zwischen 1 ms und 5 ms geöffnet ist. Am Injektor (unter-
 brochene Linie) entstehen ab dem Zeitpunkt 5 ms Druckpuls-
 ationen, welche eine anfängliche maximale Amplitude von etwa
 10 bar haben und dann abnehmen.

Fig. 10 zeigt das Ergebnis von Messungen, welche die in Fig. 9 wiedergegebene Simulation bestätigt. Auch hier öffnet der Injektor (unterbrochene Linie) im Zeitfenster zwischen etwa 1 ms bis 5 ms.

5

Fig. 11 zeigt eine Simulation der Druckverläufe am Injektor (unterbrochene Linie) und am Common Rail Rohr (durchgezogene Linie), wobei das Kraftstoffeinspritzsystem mit einer erfindungsgemäßen Dämpfungsvorrichtung versehen ist. Es sind zur
10 Simulation folgende weitere Parameter verwendet worden:

Innendurchmesser d des Rohrs	10,00 mm
Außendurchmesser D des Kerns	9,94 mm
Länge l des Dämpfers	10,00 mm

Wie aus Fig. 11 ersichtlich ist, treten nach dem Schließen des Injektors kaum mehr Druckpulsationen im Kraftstoffeinspritzsystem auf. Insbesondere sind am Common Rail Rohr keine
15 Druckpulsationen zu beobachten.

Die Fig. 12 zeigt eine weitere Simulation der Druckverläufe am Injektor (unterbrochene Linie) und am Common Rail Rohr
20 (durchgezogene Linie), wobei keine Dämpfungsvorrichtung vorgesehen ist. Die weitere Simulation betrifft eine Mehrfacheinspritzung, wobei der Injektor dreimal für eine Zeitdauer von etwa 1,5 ms geöffnet wird. Wie aus Fig. 12 ersichtlich ist, treten dabei erhebliche Druckpulsationen am Injektor
25 auf.

Fig. 13 zeigt eine weitere Simulation gemäß Fig. 12, wobei hier das Kraftstoffeinspritzsystem mit einer erfindungsgemäßen Dämpfungsvorrichtung versehen ist. Auch dabei ist zu be-
30 beobachten, dass praktisch keine Druckpulsationen am Injektor

(unterbrochene Linie) oder am Common Rail Rohr (durchgezogene Linie) mehr auftreten.

Bei den in den Fig. 12 und 13 gezeigten Simulationen sind die
5 obigen Randbedingungen verwendet worden.

Die vorgeschlagene Dämpfungsvorrichtung bewirkt in einem Kraftstoffeinspritzsystem, insbesondere in einem Common Rail Einspritzsystem, also eine hervorragende Dämpfung von Druck-
10 pulsationen. Damit ist es möglich, die Verbrennung in einem Verbrennungsmotor besser zu kontrollieren und damit einen unerwünschten Abgasausstoß zu vermindern.

Die Fig. 14 und 15 zeigen eine weitere Ausgestaltung eines
15 Kerns 17. Der Kern 17 weist ein zylindrisches Mittelteil auf. Die beiden Enden des Kerns 17 sind kegelförmig ausgebildet und laufen spitz zu. Der Kern 17 weist radial verlaufende Bohrungen 23 auf, in welche Stifte 24 eingesetzt sind, die über einen vorgegebenen Abstand vom Umfang des Kerns 17 her-
20 vorstehen. Die Stifte 24 wirken als Abstandshalter. Die Bohrungen 23 sind vorteilhafterweise radial versetzt um 90° über den Umfang verteilt. Es können mehrere axiale Ebenen vorgesehen sein, in denen radial um den Umfang drei, vier oder mehr Stifte 24 vorgesehen sind. Der in den Fig. 14 und 15 be-
25 schriebene Kern 17 kann ähnlich wie die in den Fig. 2 bis 7 beschriebenen Kerne 17 in ein zylindrisches Rohr 15 eingepasst oder eingeschrumpft werden. Es ergibt sich damit eine einfach herzustellende Dämpfungsvorrichtung.

Bezugszeichenliste

	1	Tank
	2	Kraftstoffleitung
5	3	Kraftstofffilter
	4	Kraftstoffförderpumpe
	5	Druckregelventil
	6	Hochdruckpumpe
	7	erste Hochdruckleitung
10	8	Verteilerrohr
	9	zweite Hochdruckleitung
	10	Injektor
	11	Steuergerät
	12	Druckbegrenzer
15	13	Rail Drucksensor
	14	Dämpfungsvorrichtung
	15	Rohr
	16	erster Abstandshalter
	17	Kern
20	18	Ringspalt
	19	zweiter Abstandshalter
	20	dritter Abstandshalter
	21	weiteres Rohr
	22	vierter Abstandshalter
25	23	Bohrung
	24	Stift
	F	Kraftstoff

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzsystem, insbesondere ein Common Rail
Einspritzsystem, bei dem Kraftstoff (F) von einem Verteiler-
5 rohr (8) über Hochdruckleitungen (7, 9) jeweils zu Injektoren
(10) geführt wird, mit denen der Kraftstoff (F) während eines
Einspritzzyklus mit mehreren Einspritzimpulsen einspritzbar
ist, wobei jede der Hochdruckleitungen (7, 9) mit zumindest
einer Dämpfungsvorrichtung (14) zum Dämpfen von Druckpuls-
10 tionen versehen ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

15 die Dämpfungsvorrichtung (14) ein Rohr (15, 21) aufweist, in
dem ein über Abstandshalter (16, 19, 20, 22) unter Ausbildung
eines Ringspalts (18) beabstandet gehaltener Kern (17) vorge-
sehen ist.

2. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, wobei eine
20 axiale Länge l des Kerns 0,5 bis 50 mm beträgt.

3. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, wobei eine durch die Differenz eines Innendurch-
messers d des Rohrs und eines Außendurchmessers D des Kerns
25 gegebene Spaltweite δ 5 μm bis 200 μm beträgt.

4. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, wobei der Außendurchmesser D des Kerns 10 bis 20
mm beträgt.

30

5. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, wobei die Länge l und die Spaltweite δ so gewählt

sind, dass ein Druckverlust ΔP zwischen 3 und 12 bar, vorzugsweise zwischen 6 und 9 bar, liegt, wobei gilt:

$$\Delta P = [\text{const.} * \mu * \dot{v} * l] / [\delta^3 * D], \text{ wobei}$$

5

μ eine vorgegebene Viskosität des Kraftstoffs

dV/dt ein vorgegebener Volumenstrom, und

D der Außendurchmesser des Kerns ist.

10 6. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Abstandshalter (16, 19, 20, 22) gleichmäßig über den Außenumfang des Kerns (17) verteilt sind.

15 7. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei n Abstandshalter (16, 19, 20, 22) jeweils in einem Winkel von $n/360^\circ$ voneinander beabstandet über den Außenumfang des Kerns (17) verteilt sind.

20 8. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Kern (17) in einem Stück mit den Abstandshaltern (16, 19, 20, 22) ausgebildet ist.

25 9. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Rohr (15, 21) in einem Stück mit den Abstandshaltern (16, 19, 20, 22) ausgebildet ist.

10. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Kern (17) und/oder das Rohr (15, 21) mittels Strangpressen hergestellt ist/sind.

30

11. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Rohr (15, 21) und/oder der Kern (17) aus Metall, vorzugsweise aus Edelstahl, hergestellt ist/sind.

12. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Kern (17) unter Zwischenschaltung der Abstandshalter (16, 19, 20, 22) in das Rohr (15, 21) eingeschumpft ist.

13. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Abstandshalter (16, 19, 20, 22) aus Stiften (24) gebildet sind, welche in im Kern (17) vorgesehene Bohrungen (23) eingesetzt sind.

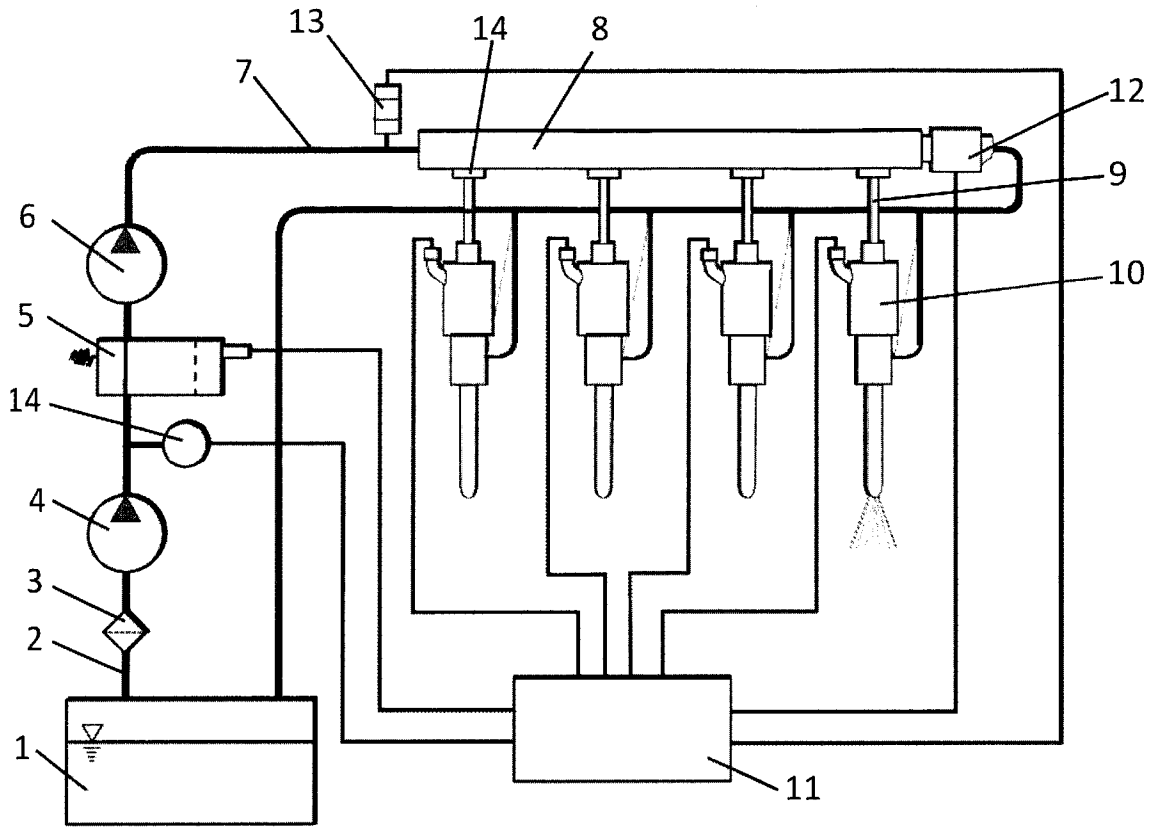


Fig. 1

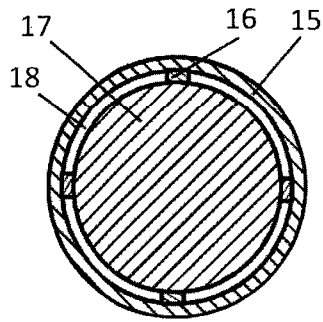


Fig. 2

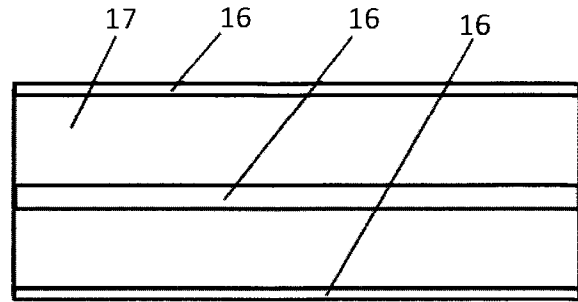


Fig. 3

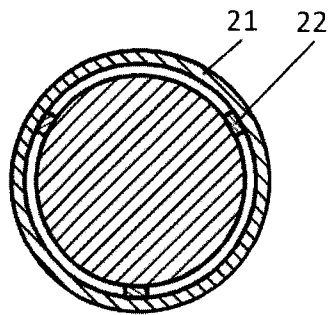


Fig. 6

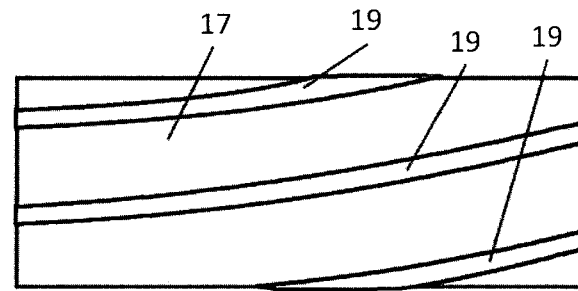


Fig. 4

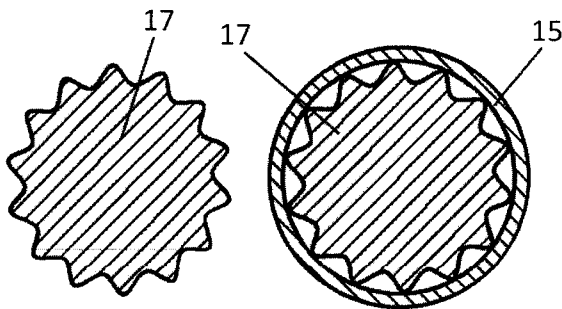


Fig. 8

Fig. 7

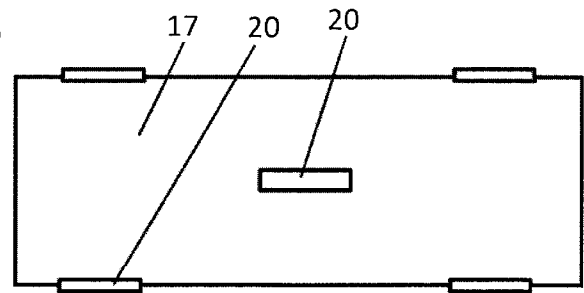


Fig. 5

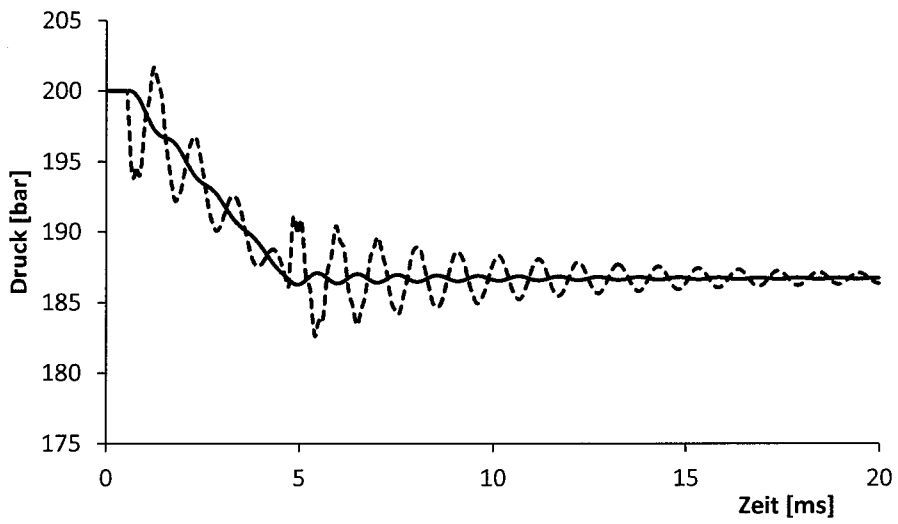


Fig. 9

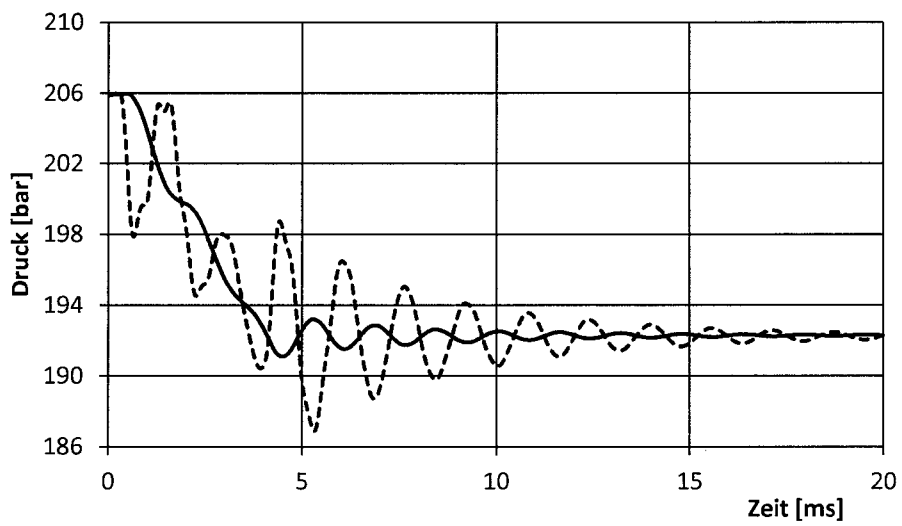


Fig. 10

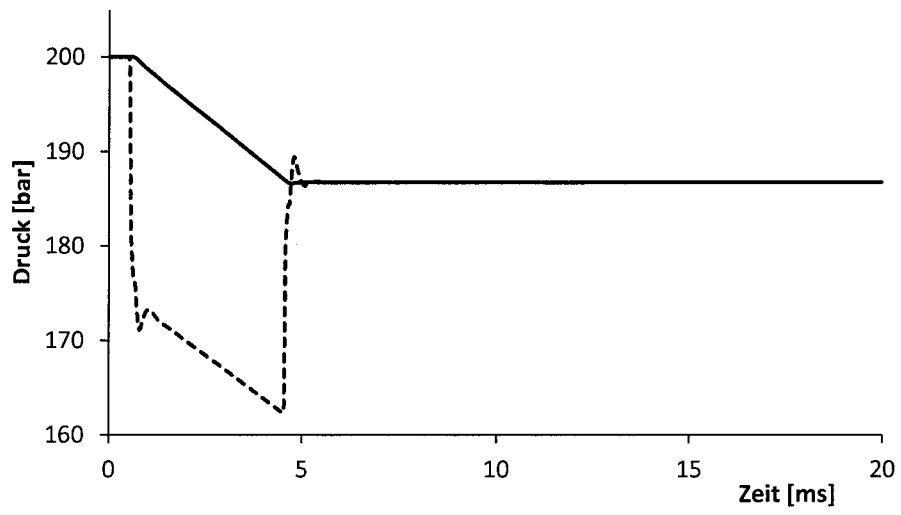


Fig. 11

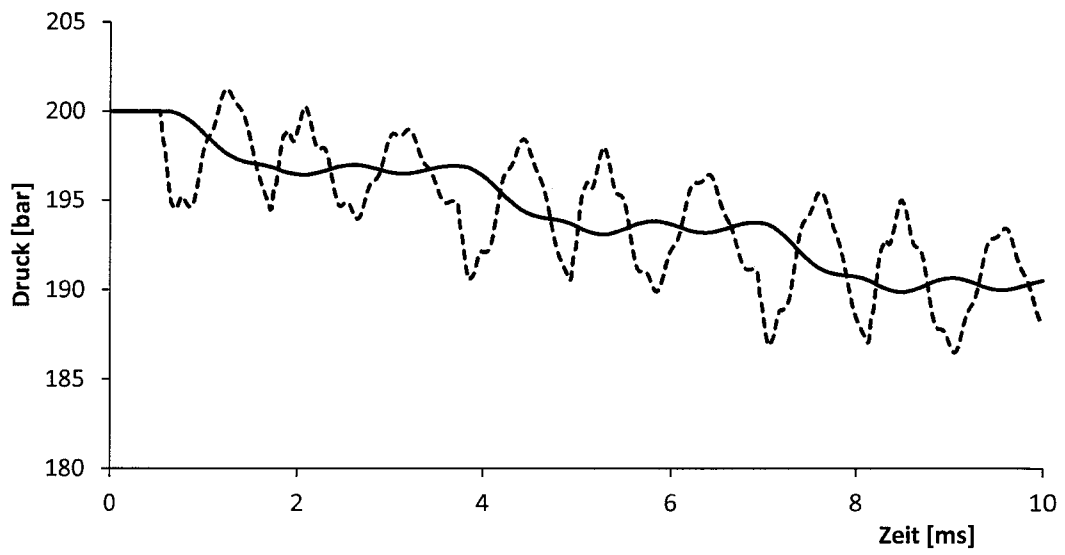


Fig. 12

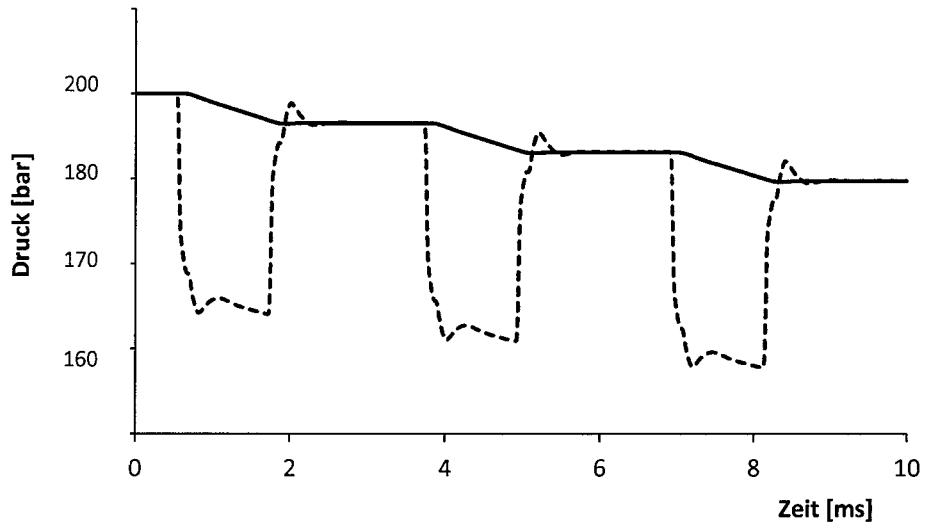


Fig. 13

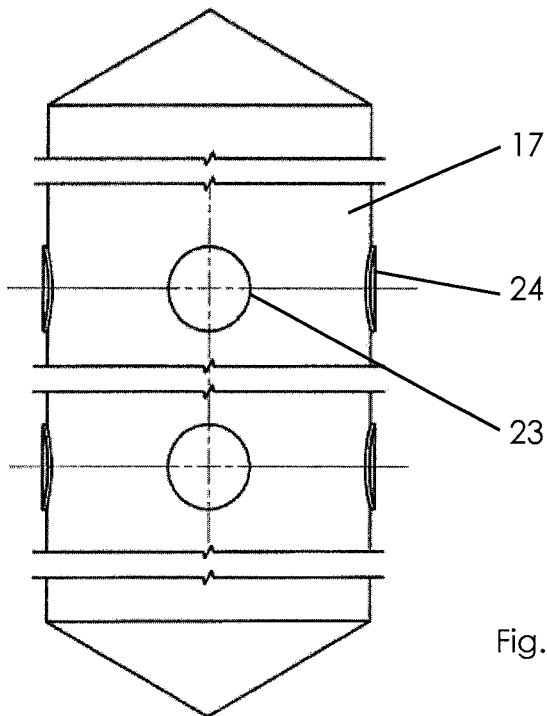


Fig. 14

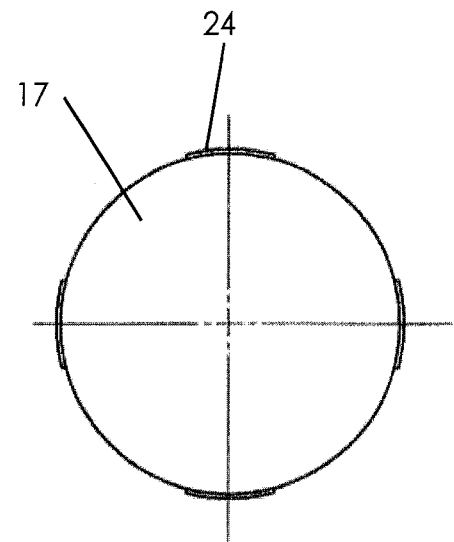


Fig. 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/065318

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02M55/04
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 F16L

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.
A	JP H09 170514 A (NIPPON SOKEN) 30 June 1997 (1997-06-30) abstract; figure 3 -----	1-13
A	DE 10 2009 029219 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 10 March 2011 (2011-03-10) page 3, paragraph 0022; figure 2 -----	1-13
A	EP 2 110 542 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 21 October 2009 (2009-10-21) column 3, paragraph 0023-0026; figure 2 -----	1-13
A	DE 10 2009 016689 A1 (DAIMLER AG [DE]) 14 October 2010 (2010-10-14) abstract; figures 1,2 -----	1-13
A	GB 2 356 020 A (DELPHI TECH INC [US]) 9 May 2001 (2001-05-09) page 5, paragraphs 2,3; figure 2 -----	1-13

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 16 October 2013	Date of mailing of the international search report 31/10/2013
--	--

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 Etschmann, Georg
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/065318

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP H09170514 A	30-06-1997	JP 3542211 B2 JP H09170514 A	14-07-2004 30-06-1997

DE 102009029219 A1	10-03-2011	DE 102009029219 A1 FR 2949824 A1	10-03-2011 11-03-2011

EP 2110542 A1	21-10-2009	EP 2110542 A1 US 2009301438 A1	21-10-2009 10-12-2009

DE 102009016689 A1	14-10-2010	NONE	

GB 2356020 A	09-05-2001	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F02M55/04
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTER GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F02M F16L

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.
A	JP H09 170514 A (NIPPON SOKEN) 30. Juni 1997 (1997-06-30) Zusammenfassung; Abbildung 3 -----	1-13
A	DE 10 2009 029219 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 10. März 2011 (2011-03-10) Seite 3, Absatz 0022; Abbildung 2 -----	1-13
A	EP 2 110 542 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 21. Oktober 2009 (2009-10-21) Spalte 3, Absatz 0023-0026; Abbildung 2 -----	1-13
A	DE 10 2009 016689 A1 (DAIMLER AG [DE]) 14. Oktober 2010 (2010-10-14) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 -----	1-13
A	GB 2 356 020 A (DELPHI TECH INC [US]) 9. Mai 2001 (2001-05-09) Seite 5, Absätze 2,3; Abbildung 2 -----	1-13



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

16. Oktober 2013

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

31/10/2013

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

Etschmann, Georg

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/065318

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP H09170514 A	30-06-1997	JP 3542211 B2 JP H09170514 A	14-07-2004 30-06-1997
DE 102009029219 A1	10-03-2011	DE 102009029219 A1 FR 2949824 A1	10-03-2011 11-03-2011
EP 2110542 A1	21-10-2009	EP 2110542 A1 US 2009301438 A1	21-10-2009 10-12-2009
DE 102009016689 A1	14-10-2010	KEINE	
GB 2356020 A	09-05-2001	KEINE	