

(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
16. April 2020 (16.04.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/074152 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02D 41/22 (2006.01) F02D 41/38 (2006.01)

c/o Continental Automotive GmbH, Thomas-Dehler-Str.
27, 81737 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/071212

(74) **Anwalt: WALDMANN, Alexander;** c/o Continental Automotive GmbH, Postfach 22 16 39, 80506 München (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
07. August 2019 (07.08.2019)

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 217 327.3
10. Oktober 2018 (10.10.2018) DE

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

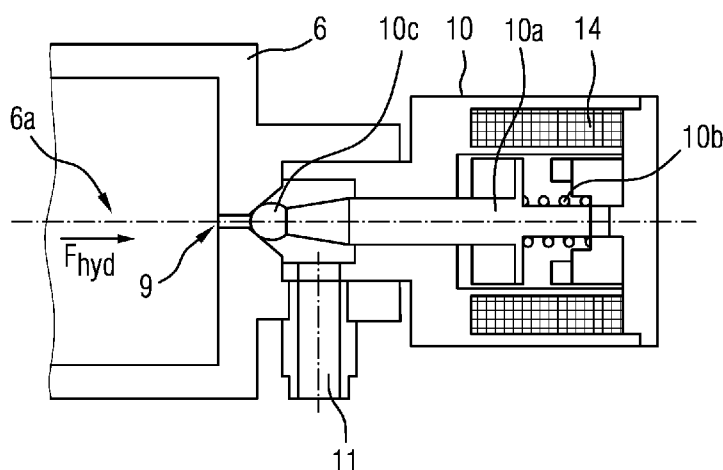
(72) **Erfinder: KRAFT, Thomas;** c/o Continental Automotive GmbH, Thomas-Dehler-Str. 27, 81737 München (DE). **BLEECK, Matthias;** c/o Continental Automotive GmbH, Thomas-Dehler-Str. 27, 81737 München (DE). **SASSLER, Walter;** c/o Continental Automotive GmbH, Thomas-Dehler-Str. 27, 81737 München (DE). **CHIA, Tet Kong Brian;**

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

(54) **Title:** METHOD AND DEVICE FOR CHECKING THE PLAUSIBILITY OF THE FUNCTIONALITY OF A HIGH-PRESSURE SENSOR OF A HIGH PRESSURE FUEL INJECTION DEVICE OF A MOTOR VEHICLE

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR PLAUSIBILISIERUNG DER FUNKTIONSFÄHIGKEIT EINES HOCHDRUCKSENSORS EINER HOCHDRUCKKRAFTSTOFFEINSPRITZVORRICHTUNG EINES KRAFTFAHRZEUGS

FIG 2



(57) **Abstract:** The invention relates to a method for the checking the plausibility of the functionality of a high-pressure sensor of a high-pressure fuel injection device of a motor vehicle, in which an evaluation of the control signal for a digital high-pressure reduction valve (10) is carried out for checking the plausibility.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Plausibilisierung der Funktionsfähigkeit eines Hochdrucksensors einer Hochdruckkraftstoffeinspritzvorrichtung eines Kraftfahrzeugs, bei welchem zur Plausibilisierung eine Auswertung des Ansteuersignals für ein digitales Hochdruckreduzierungsventil (10) vorgenommen wird.



WO 2020/074152 A1



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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii)*

Veröffentlicht:

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

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Plausibilisierung der Funktionsfähigkeit eines Hochdrucksensors einer Hochdruckkraftstoffeinspritzvorrichtung eines Kraftfahrzeugs

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Plausibilisierung der Funktionsfähigkeit eines Hochdrucksensors einer Hochdruckkraftstoffeinspritzvorrichtung eines Kraftfahrzeugs.

Die Kraftstoffzumessung moderner Otto- und Dieselmotoren erfolgt überwiegend unter Verwendung von Speichereinspritzsystemen. Dabei birgt ein hoher Systemdruck im Kraftstoff-Hochdruckspeicher und in den zu diesem führenden Kraftstoffleitungen sowie in den vom Kraftstoff-Hochdruckspeicher abführenden Leitungen insbesondere bei Dieselfahrzeugen, bei denen Drücke bis zu 3000 bar herrschen, ein enormes Gefahrenpotential. Um sicherzustellen, dass das jeweilige Speichereinspritzsystem den herrschenden hohen Drücken möglichst über die gesamte Lebensdauer des jeweiligen Fahrzeugs standhält, werden aufwendige Validierungen vorgenommen.

Defekte Aktuatoren und Sensoren, beispielsweise ein Federbruch an einem digitalen Einlassventil einer Pumpe, eine ausbleibende Einspritzmenge eines Injektors, ein fehlerhaftes Hochdrucksensorsignal, usw., können jedoch erhebliche Überdrücke im Speichereinspritzsystem verursachen, die den genannten Druckwert von 3000 bar wesentlich überschreiten.

Aus diesem Grund gibt es eine Reihe von Sicherungsmaßnahmen bzw. Sicherheitsfunktionen, die ein Bersten des Systems verhindern sollen. Am Wirkungsvollsten hat sich in diesem Zusammenhang eine Verwendung eines mechanischen Überdruckventils erwiesen. Da aber ein derartiges mechanisches Überdruckventil zum Einen kostenaufwendig ist und des Weiteren im System nur sehr schwer untergebracht werden kann, da die beiden Stirnseiten des Kraftstoff-Hochdruckspeichers bereits mit einem Hochdrucksensor

bzw. einem Hochdruckreduzierventil belegt sind, setzt man auf eine funktionale Sicherheit.

Ein Vorliegen eines Überdrucks, der zu einem Bersten des Systems führen kann, wird im Allgemeinen von einem an den Kraftstoff-Hochdruckspeicher angeschlossenen Hochdrucksensor erkannt. Nach dem Erkennen eines derartigen Überdruckes schaltet man zur Vermeidung eines Berstens des Systems ein an den Kraftstoff-Hochdruckspeicher angeschlossenes Hochdruckreduzierventil in seine Offenstellung und hält es mittels einer Dauerbestromung in dieser Offenstellung, um den Hochdruck möglichst schnell abzubauen.

Bezüglich des Hochdrucksensors besteht die Notwendigkeit, diesen mittels einer Diagnosefunktion zu überwachen. Denn bei einem Defekt des Hochdrucksensors kann ein von diesem ausgegebenes fehlerhaftes Drucksignal, welches das Vorliegen eines zu niedrigen Druckwertes anzeigt, ebenfalls zu einem Bersten des Systems führen, da das fehlerhafte Drucksignal einen vorhandenen Druckregler dazu veranlasst, den Druck zu erhöhen.

Aus der DE 10 2016 220 123 B4 ist ein Verfahren zur Plausibilisierung der Funktionsfähigkeit eines Hochdrucksensors eines Kraftstoffeinspritzsystems eines Kraftfahrzeugs bekannt. Bei diesem bekannten Verfahren wird die Funktionsfähigkeit des Hochdrucksensors unter Verwendung einer Auswertung des systemspezifischen Verhaltens des Kraftstoffdruckes im Kraftstoffeinspritzsystem plausibilisiert. Diese Plausibilisierung erfolgt unter Verwendung einer Auswertung eines Druckabbaugradienten. Zur Ermittlung des Druckabbaugradienten erfolgt eine vollständige Öffnung eines mit einem Hochdruckspeicher des Kraftstoffeinspritzsystems verbundenen Druckabbauventils, wobei Kraftstoff aus dem Hochdruckspeicher über eine Drossel und das Druckabbauventil in eine Kraftstoffrückführleitung fließt.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zur Plausibilisierung der Funktionsfähigkeit eines Hochdrucksensors

einer Hochdruckkraftstoffeinspritzvorrichtung eines Kraftfahrzeugs anzugeben, welches aufwandsarm realisierbar ist.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen 2 - 5. Der Anspruch 6 betrifft eine Vorrichtung zur Plausibilisierung der Funktionsfähigkeit eines Hochdrucksensors einer Hochdruckkraftstoffeinspritzvorrichtung eines Kraftfahrzeugs.

Die Vorteile der Erfindung bestehen insbesondere darin, dass die Plausibilisierung der Funktionsfähigkeit eines Hochdrucksensors einer Hochdruckkraftstoffeinspritzvorrichtung eines Kraftfahrzeugs durch Auswertung des ohnehin vorhandenen Ansteuersignals für ein digitales Hochdruckreduzierventil vorgenommen wird. Das Ansteuersignal für ein digitales Hochdruckreduzierventil wird demnach sowohl zum Öffnen und Schließen des digitalen Hochdruckreduzierventils verwendet als auch zur Plausibilisierung der Funktionsfähigkeit des Hochdrucksensors. Folglich werden zur Realisierung der Erfindung keine zusätzlichen Bauteile benötigt.

Weitere vorteilhafte Eigenschaften der Erfindung ergeben sich aus deren nachfolgender beispielhafter Erläuterung anhand der Figuren. Es zeigt

Figur 1 eine Blockdarstellung einer Hochdruckkraftstoffeinspritzvorrichtung,

Figur 2 eine Darstellung eines digitalen Hochdruckreduzierventils bei geschlossenem Hochdruckspeicher,

Figur 3 eine Darstellung eines digitalen Hochdruckreduzierventils bei geöffnetem Hochdruckspeicher,

Figur 4 ein Diagramm zur Veranschaulichung des Stromverlaufes und des Druckverlaufes über der Zeit,

Figur 5 ein Diagramm zur Veranschaulichung des Zusammenhangs zwischen der Öffnungszeit des digitalen Druckreduzierungsventils und dem Druck im Hochdruckspeicher für mehrere verschiedene digitale Hochdruckreduzierventile und

Figur 6 ein Diagramm zur Veranschaulichung des Stromverlaufes und des Spannungsverlaufes über der Zeit.

Die Figur 1 zeigt eine Skizze einer Hochdruckkraftstoffeinspritzvorrichtung.

Die gezeigte Vorrichtung weist einen Kraftstofftank 1, eine Kraftstoffniederdruckleitung 2, eine Kraftstoffhochdruckpumpe 3, eine Kraftstoffhochdruckleitung 4, ein Volumenstromregelventil 5, einen Hochdruckspeicher 6, einen Hochdrucksensor 7, Kraftstoffinjektoren 8, eine Drossel 9, ein digitales Hochdruckreduzierungsventil 10, eine Kraftstoffrückführleitung 11, eine Steuereinheit 12 und einen Speicher 12a auf.

Im normalen Betrieb der in der Figur 1 gezeigten Vorrichtung wird Kraftstoff aus dem Kraftstofftank 1 über die Kraftstoffniederdruckleitung 2 und das Volumenstromregelventil 5 der Kraftstoffhochdruckpumpe 3 zugeführt und dort auf einen hohen Druck gebracht. Der am Ausgang der Kraftstoffhochdruckpumpe 3 bereitgestellte Kraftstoff hohen Druckes wird über die Kraftstoffhochdruckleitung 4 dem Hochdruckspeicher 6 zugeführt. Von diesem aus wird der unter hohem Druck stehende Kraftstoff den Kraftstoffinjektoren 8 zugeleitet und mittels dieser in nicht gezeichnete Brennräume der Brennkraftmaschine des jeweiligen Kraftfahrzeugs eingespritzt. An einen Ausgang des Hochdruckspeichers 6 ist über die Drossel 9 das digitale Druckreduzierungsventil 10 angeschlossen, durch welches Kraftstoff an die Kraftstoffrückführleitung 11 ausgegeben und über diese in den Kraftstofftank 1 zurückgeführt wird.

Die Kraftstoffhochdruckpumpe 3, das Volumenstromregelventil 5, die Kraftstoffinjektoren 8 und das digitale Hochdruckredu-

zierventil 10 werden von der Steuereinheit 12 mit Steuersignalen
st versorgt, die einen ordnungsgemäßen Betrieb der genannten
Bauteile gewährleisten. Die Steuereinheit 12 generiert die
genannten Steuersignale st unter Berücksichtigung von ihr
5 zugeführten Sensorsignalen se, eines abgespeicherten Ar-
beitsprogrammes und weiterer abgespeicherter Daten. Zu den
genannten Sensorsignalen gehören unter anderem die Ausgangs-
signale des Hochdrucksensors 7, mittels dessen der im Hoch-
druckspeicher 6 herrschende Kraftstoffdruck gemessen wird. Zu
10 den abgespeicherten Daten gehören des Weiteren Kennfelder und
Daten, die einem Druckabbaugradienten entsprechen, der dann
entsteht, wenn ausgehend von einem vorgegebenen Anfangsdruck des
Kraftstoffs im Hochdruckspeicher für ein vorgegebenes Zeit-
intervall eine vollständige Öffnung des digitalen Hochdruck-
15 reduzierventils 10 vorgenommen wird, so dass aus dem Innenraum
6a des Hochdruckspeichers 6 durch die Drossel 9 und das digitale
Hochdruckreduzierventil 10 Kraftstoff in die Kraftstoffrück-
führleitung 11 ausgegeben und durch diese in den Kraftstofftank
1 zurückgeführt wird.

20 Diese Daten, die dem Druckabbaugradienten entsprechen, sind im
Voraus bekannt, da die Abmessungen der Drossel, der Anfangsdruck,
die Kraftstoffeigenschaften und die Kraftstoffmenge, die durch
das digitale Druckreduzierventil fließt, und auch die Zeitdauer
25 der Öffnung des digitalen Druckreduzierventils bekannt sind.
Dies ermöglicht es, im Voraus dem Druckabbaugradienten ent-
sprechende Daten zu ermitteln und in einem Speicher der
Steuereinheit 12 zu hinterlegen. Bei diesen Daten handelt es sich
um Daten, die ein systemspezifisches Verhalten des Kraft-
30 stoffdruckes im Hochdruckspeicher repräsentieren.

Die Figuren 2 und 3 zeigen Schnittdarstellungen des in der Figur
1 dargestellten digitalen Druckreduzierventils 10, welches über
die Drossel 9 an den Innenraum 6a des Hochdruckspeichers 6
35 angeschlossen ist. Bei diesem digitalen Druckreduzierventil 10
handelt es sich um ein Ventil, welches aus einer Öffnungsstellung
in eine Schließstellung und umgekehrt schaltbar ist. Bei diesem
Ventil kann der Schließkörper 10c, der über einen Kolben 10a mit

einer Feder 10b in Verbindung steht, nur zwei Positionen einnehmen, nämlich die in der Figur 2 gezeigte Schließstellung und die in der Figur 3 gezeigte Öffnungsstellung. In der in der Figur 2 gezeigten Schließstellung ist die Drossel 9 verschlossen, so dass kein Kraftstoff aus dem Innenraum 6a des Hochdruckspeichers 6 in die Kraftstoffrückführleitung 11 gelangen kann. In der in der Figur 3 gezeigten Öffnungsstellung gibt der Kolben 10a mit seinem Schließkörper 10c den Ausgang der Drossel 9 frei, so dass -wie es durch die Pfeile 13 veranschaulicht ist- Kraftstoff aus dem Innenraum 6a des Hochdruckspeichers 6 über die Drossel 9 und das digitale Druckreduzierventil 10 in die Kraftstoffrückführleitung 11 abgelassen und über diese in den Kraftstofftank 1 zurückgeführt werden kann. Die abgelassene Kraftstoffmenge ist dabei durch die Öffnungszeit des Druckreduzierungsventils 10 festgelegt.

Der Aufbau des in den Figuren 2 und 3 gezeigten digitalen Druckreduzierungsventils entspricht abgesehen von einer Verwendung eines Magneten 14 im Wesentlichen dem Aufbau eines mechanischen Überdruckventils.

Das in den Figuren 2 und 3 dargestellte digitale Hochdruckreduzierungsventil 10 weist demnach unter anderem einen Kolben 10a, einen Magneten 14 und eine Feder 10b auf, wobei die Federkraft auf den Kolben 10a einwirkt und diesen in Richtung der Drossel 9 des Hochdruckspeichers 6 drückt. In der Figur 2 ist die Drossel 9 des Hochdruckspeichers 6 durch den Schließkörper 10c des Kolben 10a verschlossen. Der durch den Druck der Feder 10b verursachten Schließkraft des Kolbens 10a wirkt eine auf dem im Hochdruckspeicher 6 herrschenden Kraftstoffdruck beruhende hydraulische Kraft F_{hyd} entgegen. Im verschlossenen Zustand der Drossel 9 ist die Schließkraft des Kolbens 10a größer als die der Schließkraft entgegen wirkende hydraulische Kraft F_{hyd} .

Steigt der im Hochdruckspeicher 6 herrschende Druck an, dann steigt auch die auf den Kolben 10a wirkende hydraulische Kraft F_{hyd} an. Überschreitet die hydraulische Kraft F_{hyd} die Schließkraft des Kolbens 10a, dann wird der Kolben 10a in Richtung zur Feder

10b bewegt und drückt die Feder 10b zusammen. Dadurch öffnet sich die Drossel 9, so dass ein Druckabbau im Hochdruckspeicher 6 erfolgt. Dies ist in der Figur 3 dargestellt, in welcher das digitale Hochdruckreduzierventil 10 bei geöffneter Drossel 9
5 dargestellt ist.

Durch den beschriebenen Druckabbau sinkt auch die hydraulische Kraft F_{hyd} . Dieser Druckabbau im Hochdruckspeicher 6 setzt sich so lange fort, bis die durch die Feder 10b verursachte
10 Schließkraft des Kolbens 10a wieder größer ist als die hydraulische Kraft F_{hyd} . Dadurch wird der Kolben 10a wieder in seinen Sitz gedrückt, so dass die Drossel 9 wieder verschlossen wird. Die über die Feder 10b erzeugte Schließkraft des Kolbens 10a limitiert demnach den im Hochdruckspeicher 6 herrschenden Druck
15 auf einem bestimmten Druckwert, der dem Öffnungsdruck des Hochdruckspeichers 6 entspricht. Dabei ist die Schließkraft derart festgelegt, dass der resultierende Öffnungsdruck in einem ausreichenden Abstand über dem im Betrieb der Hochdruckkraftstoffeinspritzvorrichtung maximal angeforderten Systemdruck liegt, da ansonsten die Gefahr besteht, dass eine Mikroleckage den Ventilsitz beschädigt.
20

Die Figur 4 zeigt ein Diagramm zur Veranschaulichung des Stromverlaufes K4 und des Druckverlaufes K5 über der Zeit t.
25

In der Ladephase (PEAK) liegt am Magneten 14 eine konstante Spannung von beispielsweise 14 V an. In dieser Ladephase steigt der Strom solange stetig an, bis der Kolben 10a beginnt, sich in Öffnungsrichtung zu bewegen (siehe Punkt P2 in der Figur 4). Durch
30 diese Bewegung des Kolbens 10a wird im Magneten 14 eine Gegenspannung induziert, die den Stromanstieg entsprechend der Bewegungsgeschwindigkeit reduziert. Dadurch entsteht die aus der Figur 4 ersichtliche Krümmung der Stromlinie K4. Mit dem Erreichen des Endanschlags fällt die Gegeninduktion weg und der
35 Strom steigt wieder mit der ursprünglichen Beladungssteigung an. Ausgehend vom Beladebeginn am Punkt P1 der Figur 4 markiert der Knick am Punkt P3 der Figur 4 das Ende der Öffnungszeit ON des digitalen Hochdruckreduzierventils 10.

Der Abbau des im Hochdruckspeicher 6 vorliegenden Hochdruckes beginnt zu dem Zeitpunkt, an welchem der Knick am Punkt P3 der Kennlinie auftritt, wie es aus der Figur 4 ersichtlich ist.

5

Nach Beendigung der Ladephase (PEAK) beginnt -wie es ebenfalls aus der Figur 4 ersichtlich ist- die Phase des Offenhaltens (HOLD) des digitalen Hochdruckreduzierventils 10. In dieser Phase erfolgt beispielsweise eine PWM-Ansteuerung des Magneten 14 mit einem Ansteuersignal, welches ein Tastverhältnis von beispielsweise 30 % aufweist. Danach folgt ein Entladen (CLAMP) des Magneten 14.

Während des Betriebes der Hochdruckkraftstoffeinspritzvorrichtung wirkt auf den Kolben 10a zusätzlich zur Magnetkraft eine hydraulische Kraft F_{hyd} . Ist der Ventilsitz geschlossen, dann handelt es sich hierbei um eine statische Kraft. Ist der Ventilsitz geöffnet, dann handelt es sich hierbei um eine dynamische Kraft. Die Magnetkraft und die hydraulische Kraft wirken der Federkraft entgegen. Wird der Druck im Hochdruckspeicher 6 erhöht, dann steigt auch die hydraulische Kraft F_{hyd} an. Dies führt zu einer höheren Gesamtöffnungskraft am Kolben 9. Die zunehmende Gesamtöffnungskraft bei steigendem Druck im Hochdruckspeicher 6 bewirkt ein Sinken der Öffnungszeit. Dieser Zusammenhang ist in der Figur 5 dargestellt, in welcher nach oben die Öffnungszeit des digitalen Druckreduzierungsventils 10 und nach rechts der Druck im Hochdruckspeicher 6 für vier verschiedene digitale Hochdruckreduzierungsventile veranschaulicht sind.

30

Zur Ermittlung der Öffnungszeit des digitalen Hochdruckreduzierungsventils 10 wird zunächst das in der Figur 4 dargestellte Stromsignal unter Verwendung eines Shunts in einem nicht in den Figuren dargestellten Motorsteuergerät gemessen. Anschließend erfolgt eine Bildung der Ableitung dieses Stromsignals und eine Ermittlung der ersten beiden Wendepunkte bzw. Nulldurchgänge. Die Abtastrate und die Schrittweite der Ableitung werden derart

35

festgelegt, dass bei der Ermittlung der Wendepunkte bzw. Nulldurchgänge eine hohe Genauigkeit erreicht wird.

Der Bestromungsbeginn lässt sich alternativ dazu auch unter
5 Verwendung eines Schwellensignals ermitteln.

Aus der Figur 5 ist ersichtlich, dass sich die Kennliniensteigungen der einzelnen digitalen Hochdruckreduzierungsventile nur unwesentlich bei gleichzeitig hohem Regressionsfaktor
10 unterscheiden. Mit einer Messung der Öffnungszeit bei Umgebungsdruck kann ein Referenzpunkt festgelegt werden, von dem aus eine mittlere Kennliniensteigung angesetzt werden kann. Entsprechend einer ermittelten Öffnungszeit in einem beliebigen Lastpunkt lässt sich anhand der referenzierten Kennlinie ein
15 Druck ausgeben. Solange das Hochdrucksensorsignal und ein durch eine Auswertung der Ansteuerung des digitalen Druckreduzierungsventils ermitteltes Drucksignal innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereiches gleiche Werte liefern, gilt die mittels des Hochdrucksensors erfolgte Druckmessung als plau-
20 sibel. Entfernen sich die beiden Signale über den Toleranzbereich hinaus voneinander, dann wird die vom Hochdrucksensor bereitgestellte Druckinformation als fehlerhaft erkannt und es werden Notlaufmaßnahmen eingeleitet.

25 Wie aus den vorstehenden Ausführungen ersichtlich ist, wird bei der vorliegenden Erfindung das Ansteuersignal für das digitale Hochdruckreduzierungsventil für die Bestimmung des im Hochdruckspeicher vorliegenden Drucks verwendet.

30 Eine Alternative zum vorstehend beschriebenen Vorgehen ist in der Figur 6 veranschaulicht. Aus dieser Figur 6 ist ersichtlich, dass der Beladebeginn (Punkt P1) und der Endanschlag des digitalen Druckreduzierventils (Punkt P3) auch aus dem Spannungssignal ermittelt werden kann, um dann daraus die Öffnungszeit des
35 digitalen Druckreduzierungsventils zu ermitteln. Dafür würde allerdings im Motorsteuergerät eine kostenaufwendigere Spannungsmessung benötigt. Aus diesem Grund wird diese Alternative in der Praxis nicht umgesetzt. Hinzu kommt, dass eine Detektion

des in der Figur 6 gezeigten Punktes P3 anhand der dargestellten Signalspannung nur ausgesprochen schwer, wenn nicht gar nicht, erfolgen kann, da die in der Signalspannung im Bereich des Punktes P3 auftretenden Änderungen nur marginal sind.

5

Mit dem oben beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich steigende Sicherheitsanforderungen seitens der Fahrzeughersteller, beispielsweise von ASIL A auf ASIL B, ohne die Notwendigkeit einer Systemänderung und vor allem auch ohne eine
10 Kostenerhöhung umsetzen. Bei der vorliegenden Erfindung wird zur Plausibilisierung der Funktionsfähigkeit eines Hochdrucksensors einer Hochdruckkraftstoffeinspritzvorrichtung eines Kraftfahrzeugs eine Auswertung des ohnehin vorhandenen Ansteuer-
signals für ein digitales Hochdruckreduzierungsventil vorge-
15 nommen.

Bezugszeichenliste

	1	Kraftstofftank
	2	Kraftstoffniederdruckleitung
5	3	Kraftstoffhochdruckpumpe
	4	Kraftstoffhochdruckleitung
	5	Volumenstromregelventil
	6	Hochdruckspeicher
	6a	Innenraum des Hochdruckspeichers
10	7	Hochdrucksensor
	8	Kraftstoffinjektor
	9	Drossel
	10	Digitales Druckreduzierungsventil
	10a	Kolben
15	10b	Feder
	10c	Schließkörper
	11	Kraftstoffrückführleitung
	12	Steuereinheit
	12a	Speicher
20	13	Pfeil
	14	Magnet

Patentansprüche

1. Verfahren zur Plausibilisierung der Funktionsfähigkeit eines Hochdrucksensors (7) einer Hochdruckkraftstoffeinspritzvorrichtung eines Kraftfahrzeugs, dadurch gekennzeichnet, dass zur Plausibilisierung eine Auswertung des Ansteuersignals für ein digitales Hochdruckreduzierungsventil (10) vorgenommen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Falle, dass ein vom Hochdrucksensor (7) bereitgestelltes Hochdrucksignal und ein durch die Auswertung des Ansteuersignals für das digitale Hochdruckreduzierungsventil (10) ermitteltes Drucksignal innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereiches gleiche Werte liefern, die vom Hochdrucksensor (7) vorgenommene Druckmessung als plausibel erkannt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Falle, dass das vom Hochdrucksensor (7) bereitgestellte Hochdrucksignal und das durch die Auswertung des Ansteuersignals für das digitale Hochdruckreduzierungsventil (10) ermittelte Drucksignal außerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereiches liegen, die vom Hochdrucksensor (7) vorgenommene Druckmessung als fehlerhaft erkannt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es in einem lastfreien Zustand der Hochdruckkraftstoffeinspritzvorrichtung durchgeführt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass es in einer Schubphase des Kraftfahrzeugs durchgeführt wird.
6. Vorrichtung zur Plausibilisierung der Funktionsfähigkeit eines Hochdrucksensors (7) einer Hochdruckkraftstoffeinspritzvorrichtung eines Kraftfahrzeugs, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Steuereinheit (12) aufweist, die zur Steuerung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist.

FIG 1

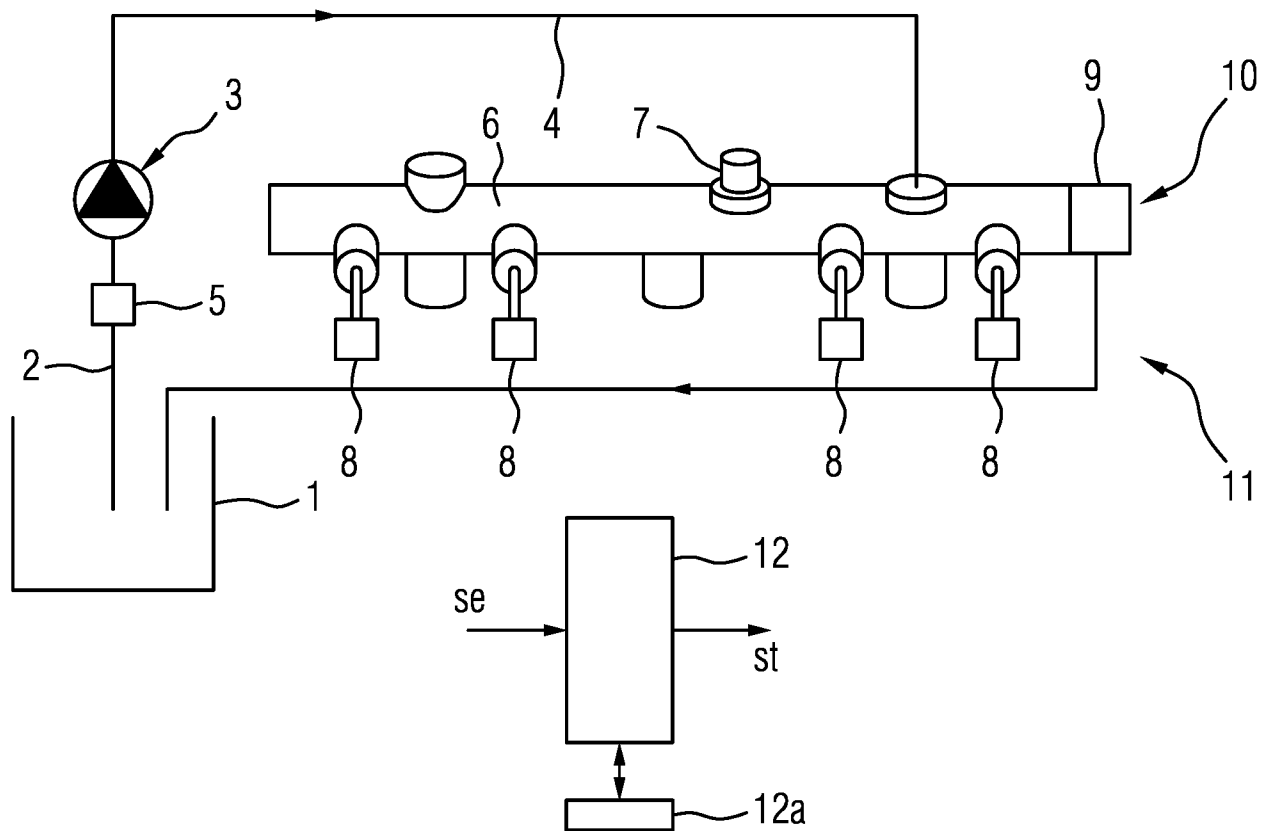


FIG 2

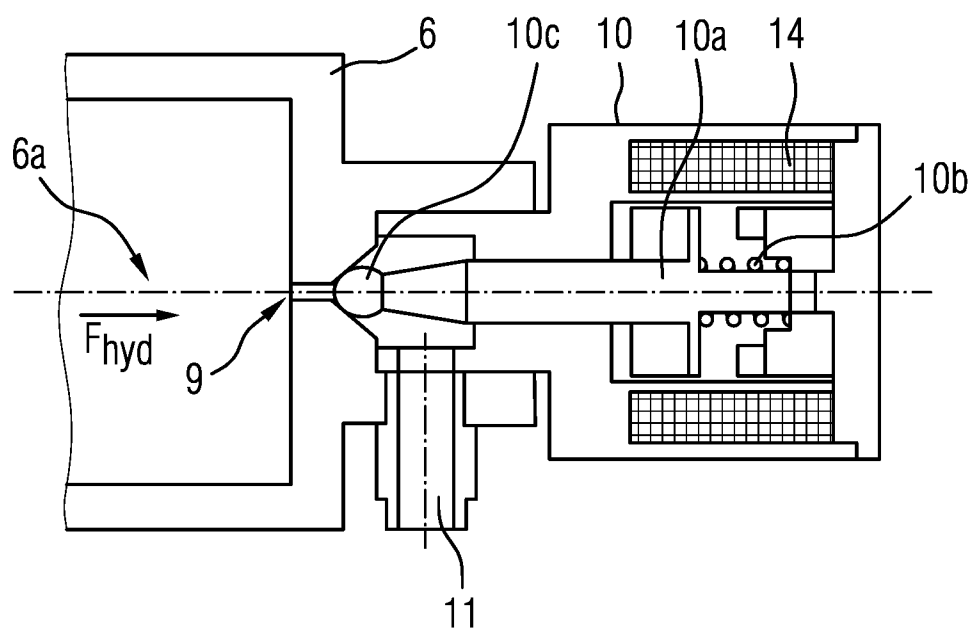


FIG 5

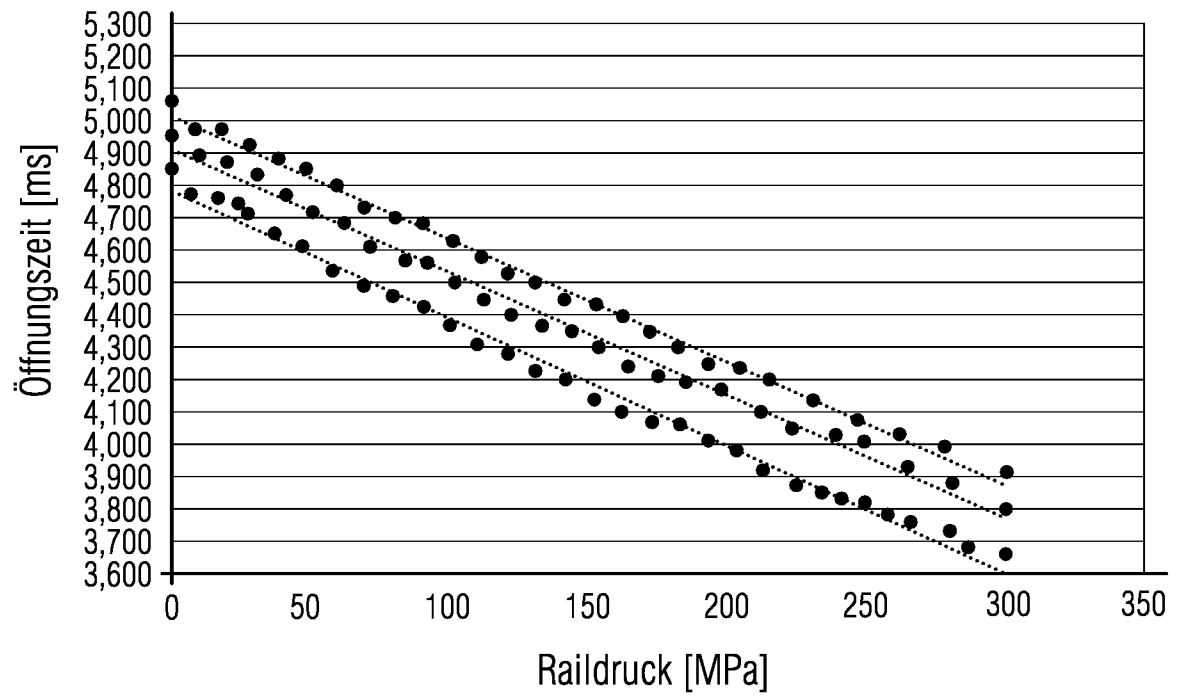
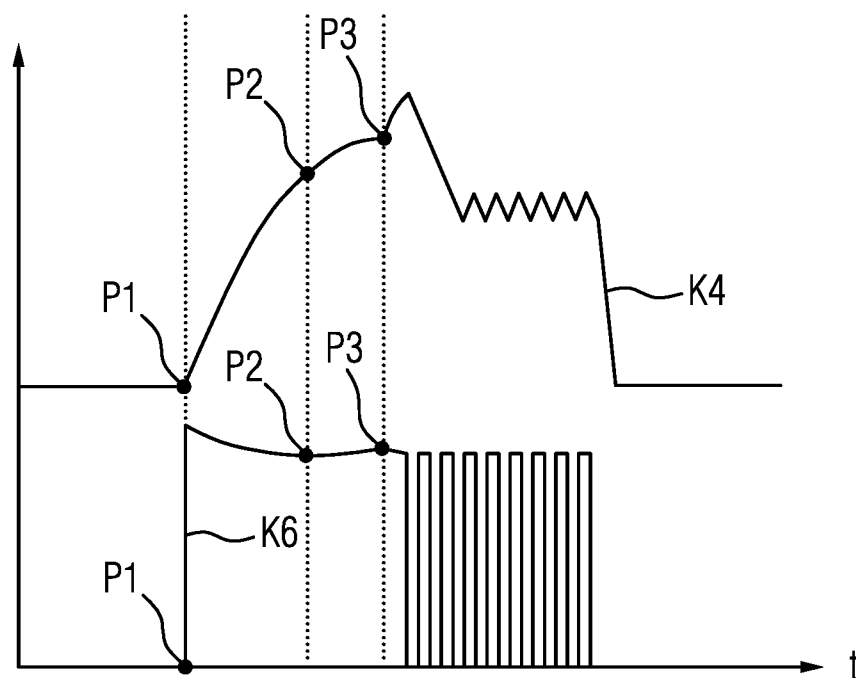


FIG 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/071212

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F02D 41/22**(2006.01)i; **F02D 41/38**(2006.01)i

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)

F02D

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102016220123 B4 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 09 May 2018 (2018-05-09) cited in the application paragraphs [0020] - [0025]; figures 1-4	1-6
X	DE 19547647 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 26 June 1997 (1997-06-26) column 1, line 68 - column 3, line 37; figures 1,2	1-6
X	DE 19729101 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 14 January 1999 (1999-01-14) column 1, line 52 - column 2, line 22	1-3,6
X	DE 69409222 T2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 16 July 1998 (1998-07-16) paragraphs [0011] - [0020]; figures 1-3	1,6
X	US 2015153242 A1 (JENNE ACHIM [DE] ET AL) 04 June 2015 (2015-06-04) paragraphs [0009] - [0012], [0034] - [0036]	1,6

☐ 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

01 October 2019

Date of mailing of the international search report

17 October 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Deseau, Richard

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/071212

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102016220123	B4	09 May 2018	DE	102016220123	A1	19 April 2018
				WO	2018069107	A1	19 April 2018
DE	19547647	A1	26 June 1997	DE	19547647	A1	26 June 1997
				DE	59605057	D1	31 May 2000
				EP	0811116	A1	10 December 1997
				JP	4073485	B2	09 April 2008
				JP	H11506813	A	15 June 1999
				KR	19980702318	A	15 July 1998
				WO	9722791	A1	26 June 1997
DE	19729101	A1	14 January 1999	DE	19729101	A1	14 January 1999
				EP	0925434	A1	30 June 1999
				JP	4082744	B2	30 April 2008
				JP	2001500219	A	09 January 2001
				KR	20000068451	A	25 November 2000
				US	6209521	B1	03 April 2001
				WO	9902837	A1	21 January 1999
DE	69409222	T2	16 July 1998	DE	69409222	D1	30 April 1998
				DE	69409222	T2	16 July 1998
				EP	0668966	A1	30 August 1995
				IT	1261575	B	23 May 1996
				JP	3727339	B2	14 December 2005
				JP	H08503053	A	02 April 1996
				WO	9506814	A1	09 March 1995
US	2015153242	A1	04 June 2015	DE	102013221978	A1	30 April 2015
				US	2015153242	A1	04 June 2015

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F02D41/22 F02D41/38
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F02D

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

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2016 220123 B4 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 9. Mai 2018 (2018-05-09) in der Anmeldung erwähnt Absätze [0020] - [0025]; Abbildungen 1-4 -----	1-6
X	DE 195 47 647 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 26. Juni 1997 (1997-06-26) Spalte 1, Zeile 68 - Spalte 3, Zeile 37; Abbildungen 1,2 -----	1-6
X	DE 197 29 101 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 14. Januar 1999 (1999-01-14) Spalte 1, Zeile 52 - Spalte 2, Zeile 22 -----	1-3,6
X	DE 694 09 222 T2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 16. Juli 1998 (1998-07-16) Absätze [0011] - [0020]; Abbildungen 1-3 ----- -/-	1,6

☒ 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

1. Oktober 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

17/10/2019

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

Deseau, Richard

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2015/153242 A1 (JENNE ACHIM [DE] ET AL) 4. Juni 2015 (2015-06-04) Absätze [0009] - [0012], [0034] - [0036] -----	1,6

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/071212

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102016220123 B4	09-05-2018	DE 102016220123 A1	19-04-2018
		WO 2018069107 A1	19-04-2018
DE 19547647 A1	26-06-1997	DE 19547647 A1	26-06-1997
		DE 59605057 D1	31-05-2000
		EP 0811116 A1	10-12-1997
		JP 4073485 B2	09-04-2008
		JP H11506813 A	15-06-1999
		KR 19980702318 A	15-07-1998
		WO 9722791 A1	26-06-1997
DE 19729101 A1	14-01-1999	DE 19729101 A1	14-01-1999
		EP 0925434 A1	30-06-1999
		JP 4082744 B2	30-04-2008
		JP 2001500219 A	09-01-2001
		KR 200000068451 A	25-11-2000
		US 6209521 B1	03-04-2001
		WO 9902837 A1	21-01-1999
DE 69409222 T2	16-07-1998	DE 69409222 D1	30-04-1998
		DE 69409222 T2	16-07-1998
		EP 0668966 A1	30-08-1995
		IT 1261575 B	23-05-1996
		JP 3727339 B2	14-12-2005
		JP H08503053 A	02-04-1996
		WO 9506814 A1	09-03-1995
US 2015153242 A1	04-06-2015	DE 102013221978 A1	30-04-2015
		US 2015153242 A1	04-06-2015