

(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
6. Oktober 2011 (06.10.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/120848 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F02D 41/22 (2006.01) *F02D 41/38* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/054398
- (22) Internationales Anmeldedatum:
23. März 2011 (23.03.2011)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2010 013 602.6 31. März 2010 (31.03.2010) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH** [DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **JUNG, Uwe** [DE/DE]; Taxisstr. 23a, 93086 Würth a. d. Donau (DE). **STAMPFER, Matthias** [DE/DE]; Raitenbuch B 12, 92334 Berching (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH**; Postfach 22 16 39, 80506 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

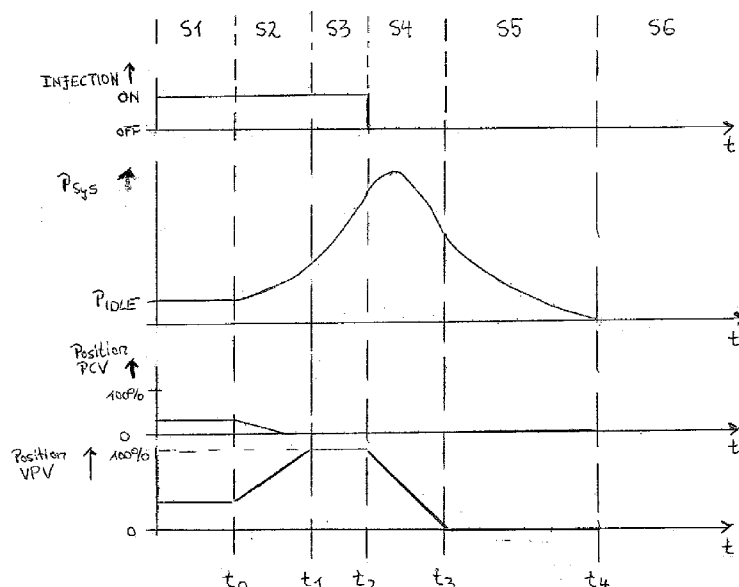
Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: METHOD FOR DETECTING A MALFUNCTION IN AN ELECTRONICALLY REGULATED FUEL INJECTION SYSTEM OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR ERKENNUNG EINES FEHLVERHALTENS EINES ELEKTRONISCH GEREGLTEN KRAFTSTOFFEINSPRITZSYSTEMS EINES VERBRENNUNGSMOTORS

FIG.2



(57) Abstract: The invention relates to a method for detecting a malfunction in an electronically regulated fuel injection system of an internal combustion engine, by means of which effective limitation of the cause of the fault in a fuel injection system can take place. It can in particular be detected whether the cause of the fault lies in the low pressure system or in the high pressure system of the fuel injection system.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung eines Fehlverhaltens eines elektronisch geregelten Kraftstoffeinspritzsystems eines Verbrennungsmotors, mittels dessen eine effektive Eingrenzung der Fehlerursache in einem Kraftstoffeinspritzsystem erfolgen kann. Insbesondere kann erkannt werden, ob die Fehlerursache im Niederdrucksystem oder im Hochdrucksystem des Kraftstoffeinspritzsystems liegt.

Beschreibung

Verfahren zur Erkennung eines Fehlverhaltens eines elektro-
5 nisch geregelten Kraftstoffeinspritzsystems eines Verbren-
nungsmotors

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung eines
Fehlverhaltens eines elektronisch geregelten Kraftstoffeins-
10 spritzsystems eines Verbrennungsmotors.

In modernen Kraftfahrzeugen werden Kraftstoffeinspritzsysteme
eingesetzt, die einen hohen Beitrag zur Erfüllung anspruchs-
voller Kunden- und Gesetzesanforderungen bezüglich Kraft-
15 stoffverbrauch und Emissionen unerwünschter Schadstoffe lie-
fern. Derartige moderne Kraftfahrzeuge weisen beispielsweise
selbstzündende Verbrennungsmotoren auf, die mit einem Common-
Rail-Dieseleinspritzsystem arbeiten.

20 Bei derartigen Systemen auftretende Fehler, beispielsweise
Leckagen, mechanisches Komponentenversagen, Verunreinigungen,
etc., führen häufig zu einem ungewünschten Fahrzeugverhalten,
beispielsweise einem Leistungsverlust, erhöhten Schadstoff-
emissionen oder einem Aktivieren einer Fehlerspeicherlampe.
25 Derartige Fehler können sowohl im Niederdruckbereich des je-
weiligen Fahrzeugs als auch im Hochdruckbereich des jeweili-
gen Fahrzeugs auftreten bzw. begründet sein.

Bekannte On-Board-Diagnosesysteme erlauben es vor allem beim
30 Vorliegen dynamischer Operationsbedingungen nur begrenzt, die
genaue Fehlerursache im Einspritzsystem zu ermitteln oder zu-
mindest näher einzugrenzen, ohne dabei das Verhalten des ge-
samten Einspritzsystems im Rahmen der Diagnose negativ zu be-
einflussen. Zusätzlich dazu wird eine genaue Ortung einer
35 Fehlerursache im erheblichen Maße dadurch eingeschränkt, dass
nur eine begrenzte Anzahl von On-Board-Sensorinformationen
verfügbar ist.

Eine Folge der vorstehend genannten Probleme besteht darin, dass in einer Werkstatt mangels genauer Kenntnis der Ursache eines Fehlers oftmals in unnötiger Weise Komponenten ausgetauscht werden. Beispielsweise kann eine funktionsfähige Hochdruckpumpe ausgetauscht werden, obwohl das unerwünschte Systemverhalten durch einen verstopften Kraftstofffilter hervorgerufen wurde.

Des Weiteren ist es bereits bekannt, in einer Werkstatt zu Diagnosezwecken zusätzliche Sensoren am Kraftstoffeinspritzsystem anzubringen und manuelle Tests durchzuführen. Dies ist jedoch mit einem hohen Analyseaufwand für die jeweilige Werkstatt verbunden, was wiederum die Bereitschaft erhöht, in unnötiger Weise eigentlich funktionsfähige Komponenten auszutauschen. Darüber hinaus führen manuelle Eingriffe in das Hochdrucksystem eines Kraftfahrzeugs häufig dazu, dass Verunreinigungen in das System eingebracht werden oder Komponenten des Systems beschädigt werden.

Aus der DE 197 27 794 C1 ist bereits ein Verfahren zum Überprüfen einer Kraftstoffversorgung eines Kraftfahrzeugs bekannt, die Kraftstoff von einer Kraftstoffpumpe zu einer Einspritzanlage einer Brennkraftmaschine fördert. Bei diesem bekannten Verfahren wird eine zeitliche Änderung des Kraftstoffdruckes in der Kraftstoffleitung nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine durch Abschalten der Kraftstoffpumpe und der Einspritzanlage über eine vorgegebene Zeitdauer überwacht. Die Änderung des Kraftstoffdruckes wird mit einer Vergleichskennlinie verglichen, die von der Temperatur des Kraftstoffs abhängt. Bei einer Abweichung von mehr als einer vorgebbaren Toleranzbreite wird eine Fehlfunktion erkannt. Mittels dieses bekannten Verfahrens werden Fehlfunktionen im Hochdruckbereich des Einspritzsystems erkannt. Über Fehler im Niederdruckbereich kann jedoch keine Aussage getroffen werden.

Aus der DE 196 22 757 B4 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erkennung einer Leckage in einem Kraftstoffversorgungssystem einer Brennkraftmaschine mit Hochdruckeinsprit-

zung bekannt. Dabei wird der Kraftstoff von wenigstens einer Pumpe von einem Niederdruckbereich in einen Hochdruckbereich gefördert. Der Druck im Hochdruckbereich ist mit wenigstens einem Drucksteuermittel steuerbar. Zur Erfassung des Druckes im Hochdruckbereich ist ein Drucksensor vorgesehen. Beim Start der Brennkraftmaschine ist wenigstens eines der Drucksteuermittel derart ansteuerbar, dass im fehlerfreien Zustand der Druck auf einen erwarteten Wert ansteigt. Es wird auf das Vorliegen eines Fehlers geschlossen, wenn der erfasste Druckwert den erwarteten Druckwert nicht innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne erreicht. Dieses bekannte Verfahren ermöglicht ein Erkennen eines Fehlers im Einspritzsystem. Eine Differenzierung zwischen Hochdruckseite und Niederdruckseite ist nicht möglich. Des Weiteren ist das Erkennungspotential eingeschränkt, da nach einem Start der Brennkraftmaschine die dann vorliegende niedrige Anlasserdrehzahl nur zu einem vergleichsweise niedrigen Durchfluss durch die Pumpe führt. Dies hat zur Folge, dass Fehlerursachen, die sich nur bei höheren Durchflüssen auf das Fahrzeugverhalten auswirken, beispielsweise ein verstopftes Kraftstofffilter, nicht erkannt werden können. Des Weiteren ist beim Vorliegen der vergleichsweise niedrigen Anlasserdrehzahl der maximal zulässige Kraftstoffdruck stark limitiert, um trotz des niedrigen Pumpendurchflusses eine ausreichende Pumpenschmierung gewährleisten zu können. Dies hat zur Folge, dass mittels des bekannten Verfahrens nicht der gesamte Druckbereich evaluiert werden kann und somit die Anzahl der erkennbaren Fehlerursachen limitiert ist.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Erkennung eines Fehlverhaltens eines elektronisch geregelten Kraftstoffeinspritzsystems eines Verbrennungsmotors anzugeben, welches eine verbesserte Eingrenzung der Fehlerursachen ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Die Vorteile der Erfindung bestehen insbesondere darin, dass durch eine Verwendung des beanspruchten Verfahrens eine effektive Eingrenzung der Fehlerursache in einem Kraftstoffeinspritzsystem möglich ist. Insbesondere können sowohl im Hochdrucksystem des Kraftstoffeinspritzsystems als auch im Niederdrucksystem des Kraftstoffeinspritzsystems auftretende Fehler lokalisiert werden. Ergibt die Durchführung eines Verfahrens gemäß der Erfindung, dass das Kraftstoffeinspritzsystem fehlerfrei arbeitet, dann kann der weitere Fokus der Fehlerursachenanalyse auf andere Teilsysteme des Motors gelegt werden, beispielsweise auf den Luftpfad. Andererseits können ggf. in dem eingegrenzten Bereich des Kraftstoffeinspritzsystems, in welchem ein Fehlverhalten vorliegt, auch darauf zugeschnittene weitere Tests durchgeführt werden, um schließlich die exakte Fehlerursache effektiv ermitteln und nachfolgend beseitigen zu können. Beispielsweise kann im Rahmen eines weiteren Tests ein manuelles Überprüfen des Kraftstofffilters vorgenommen werden. Eine mögliche Beseitigung einer ermittelten Fehlerursache kann beispielsweise darin bestehen, ein Leckagespray aufzubringen.

Ein Verfahren gemäß der Erfindung wird vorzugsweise in einer Kraftfahrzeugwerkstatt durchgeführt und stellt in vielen Fällen sicher, dass in der Werkstatt nicht auf Verdacht eigentlich funktionsfähige Komponenten des Kraftstoffeinspritzsystems in unnötiger Weise ausgetauscht werden.

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

Figur 1 eine Skizze zur Veranschaulichung der in einem Kraftstoffeinspritzsystem fließenden Kraftstoffvolumenströme,

Figur 2 Diagramme zur Veranschaulichung des zeitlichen Ablaufs einer Testroutine und

Figur 3 ein Beispiel für den zeitlichen Verlauf des Kraftstoffdruckes im Hochdrucksystem des Kraftstoffeinspritzsystems.

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung eines Fehlverhaltens eines elektronisch geregelten Kraftstoffeinspritzsystems eines Verbrennungsmotors. Bei einem derartigen Kraftstoffeinspritzsystem handelt es sich beispielsweise um ein Common-Rail-Dieseleinspritzsystem. Bei einem derartigen
10 System wird aus einem Kraftstofftank über eine Vorförderpumpe, ein Kraftstofffilter und ein Volumenstromregelventil Kraftstoff in ein Hochdrucksystem geleitet, welches eine Hochdruckpumpe, eine Hochdruckkraftstoffleitung, einen Hochdruckspeicher und Injektoren aufweist, welche Kraftstoff in
15 die Zylinder des Verbrennungsmotors einspritzen. Die Injektoren weisen beispielsweise Leckageleitungen auf, die zum Kraftstofftank zurückgeführt sind. Im Hochdrucksystem ist ein Drucksensor angeordnet, der über eine Signalleitung mit einer Steuereinheit verbunden ist. Diese ist über weitere Steuer-
20 leitungen an die Injektoren und über eine oder mehrere Datenleitungen an das Steuergerät des Verbrennungsmotors angeschlossen. In einer Niederdruckleitung ist ein Temperatursensor vorgesehen, der über eine Datenleitung mit der Steuereinheit verbunden ist und zur Messung der Kraftstofftemperatur
25 vorgesehen ist. Des Weiteren kann die Steuereinheit über eine Steuerleitung mit einem Druckregelventil in Verbindung stehen, das nach der Hochdruckpumpe an das Hochdrucksystem angeschlossen ist. Das Druckregelventil ist an eine Leckageleitung angeschlossen. Die Steuereinheit regelt beispielsweise
30 im Fahrbetrieb des Kraftfahrzeugs über das Druckregelventil den Kraftstoffdruck im Hochdrucksystem in Abhängigkeit von der Last, der Drehzahl und dem Fahrerwunsch. Des Weiteren steuert die Steuereinheit die Injektoren zum Zwecke einer korrekten Einspritzung von Kraftstoff in die einzelnen Zylinder
35 des Verbrennungsmotors.

In einem derartigen Kraftstoffeinspritzsystem fließen Kraftstoffvolumenströme, wie es nachfolgend anhand der Figur 1 er-

läutert wird. Diese zeigt eine Skizze zur Veranschaulichung der in einem Kraftstoffeinspritzsystem fließenden Kraftstoffvolumenströme.

5 In der Figur 1 ist mit $Q_{in,raw}$ der von der Vorförderpumpe geförderte Kraftstoffvolumenstrom bezeichnet. Dieser gelangt an das Volumenstromregelventil VCV, dessen Öffnungszustand von der Steuereinheit des Systems in jeweils gewünschter Weise eingestellt wird. Der das Volumenstromregelventil VCV verlas-
10 send Kraftstoffvolumenstrom Q_{in} wird über die Hochdruckpumpe HP des Systems dem Hochdruckspeicher HS des Systems zugeführt. Der den Hochdruckspeicher insgesamt verlassende Kraftstoffvolumenstrom, der dem Systemverbrauch entspricht, ist mit Q_{out} bezeichnet und setzt sich zusammen aus dem durch die
15 Einspritzvorgänge in die Zylinder verursachten Kraftstoffvolumenstrom Q_E , dem – wenn vorhanden – durch das Drucksteuer-ventil PCV ausgegebenen Kraftstoffvolumenstrom Q_{PCV} , dem durch eine Dauerleckage ausgegebenen Kraftstoffvolumenstrom Q_{DL} und dem durch Schaltleckage ausgegebenen Kraftstoffvolumenstrom
20 Q_{SL} :

$$Q_{out} = Q_E + Q_{PCV} + Q_{DL} + Q_{SL}.$$

Für die nachfolgenden Ausführungen sind des Weiteren das
25 Elastizitätsmodul E_p ($E_p = f(T, P_{sys}, \text{Kraftstoffqualität})$) des Kraftstoffs, das Volumen V_{sys} des Hochdruckspeichers HS und der Kraftstoffdruck P_{sys} im Hochdruckspeicher HS von Bedeutung.

30 Gemäß der vorliegenden Erfindung erfolgt eine Erkennung eines Fehlverhaltens eines elektronisch geregelten Kraftstoffeinspritzsystems eines Verbrennungsmotors, wobei zunächst ein vorgegebener Betriebsbereich eingestellt wird, beispielsweise der Leerlaufbetrieb, und dann eine Testroutine durchgeführt
35 wird, bei welcher erst eine Erhöhung und dann eine Erniedrigung des Druckes des Kraftstoffs im Hochdrucksystem des Kraftstoffeinspritzsystems durchgeführt wird. Im Rahmen dieser Testroutine werden verschiedene Parameter des Kraftstoffeinspritzsystems erfasst und abgespeichert. In einem darauf

folgenden Evaluierungsvorgang werden die abgespeicherten Parameter zur Erkennung eines Fehlverhaltens des Kraftstoffeinspritzsystems ausgewertet. Der vorgegebene Betriebsbereich ist ein Betrieb mit vorzugsweise konstant eingestellter Drehzahl und vorzugsweise konstant eingestellter Last, z. B. der
5 Leerlaufbetrieb, in welchem über einen Leerlaufregler eine konstante Drehzahl von beispielsweise 800 Umdrehungen pro Minute eingestellt wird. Ein Verfahren gemäß der Erfindung wird insbesondere in einer Werkstatt durchgeführt, kann auch an-
10 derswo oder im realen Fahrbetrieb durchgeführt werden, wenn sichergestellt ist, dass stationäre Fahrzeugoperationsbedingungen, beispielsweise lange Leerlaufphasen, vorliegen.

Durch das Ausführen der genannten Testroutine kann beispielsweise bei einem Vorliegen eines unerwünschten Fahrzeugverhaltens beurteilt werden, in wiefern einerseits das Kraftstoffeinspritzsystem selbst fehlerfrei ist und somit die Ursache in einem anderem Teilsystem des Motors zu suchen ist. Andererseits wird für ein fehlerhaftes Kraftstoffeinspritzsystem
20 die Ursache des Fehlers, der im Hochdrucksystem oder im Niederdrucksystem begründet sein kann, eingegrenzt, so dass das Verfahren gemäß der Erfindung einen Ausgangspunkt für ggf. notwendige weitere, zielgerichtete Analyse- und Reparaturmaßnahmen bildet.

25 Vor einer Durchführung eines Verfahrens gemäß der Erfindung sollte durch andere Testroutinen oder auch durch manuelle Überprüfungen, beispielsweise eine Sichtprüfung der Hochdruckpumpe auf Leckagen, ausgeschlossen werden, dass schwerwiegende Fehler vorliegen, die einen verlässlichen Betrieb des Motors grundsätzlich verhindern. Dazu gehören beispielsweise das Vorliegen eines defekten Anlassers und eine vollständige Blockierung der Hochdruckpumpe, die einen Druckaufbau verhindert. Dazu gehören des Weiteren zylinderspezifische
30 Fehler, welche die Drehzahlstabilität bzw. die Kraftstoffvolumenströme Q_E und Q_{SL} beeinflussen, beispielsweise ein Kompressionsverlust oder Injektorfehler bezüglich der Einspritzmenge oder der Schaltleckage. Dies bedeutet unter anderem, dass die von der Steuereinheit vorgegebenen Einspritzmengen

zumindest annähernd korrekt realisiert werden müssen, was eine Voraussetzung für eine korrekte Bestimmung von Q_E und Q_{SL} aus den Ansteuerwerten ist.

- 5 Das Einstellen eines vorgegebenen Betriebsbereiches, beispielsweise eines Leerlaufbetriebes mit einer konstanten Drehzahl von 800 Umdrehungen pro Minute und mit konstanter Last erfolgt über einen geeigneten Eingriff beispielsweise mittels des Leerlaufreglers.

10

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung kann für die Testroutine ein spezieller Verbrennungsmodus bzw. eine spezielle Injektoransteuerung eingestellt werden, beispielsweise ein Modus mit einem reduzierten Verbrennungswirkungsgrad durch
15 eine Spät-Verstellung des Einspritzbeginns.

20

Gemäß einer anderen Ausführungsform kann die Testroutine auch mehrmals für verschiedene Betriebs- bzw. Operationsbereiche durchgeführt werden. Vorteilhaft ist diese andere Ausführungsform deshalb, weil bestimmte Fehlerursachen nur in bestimmten Betriebs- bzw. Operationsbereichen eine Auswirkung auf das Systemverhalten haben.

25

Gemäß weiteren Ausführungsformen kann die Testroutine auch für verschiedene Kraftstoff- sowie Motor- bzw. Kühlwassertemperaturen durchgeführt werden, da der volumetrische Wirkungsgrad der Hochdruckpumpe und auch die Schaltleckage und die Dauerleckage von der Temperatur abhängig sind.

30

Nachfolgend werden anhand der Figur 2 Diagramme zur Veranschaulichung des zeitlichen Ablaufs einer Testroutine gemäß einem Ausführungsbeispiel für die Erfindung näher erläutert.

Im Rahmen dieser Testroutine werden mehrere Schritte durchlaufen, während derer verschiedene Parameter ermittelt und

35

abgespeichert werden. Diese Parameter werden dann in einem abschließenden Evaluierungsvorgang herangezogen, um zu erkennen, ob im Kraftstoffeinspritzsystem Fehler vorliegen oder nicht und zu erkennen, ob diese Fehler im Hochdrucksystem oder im Niederdrucksystem des Systems liegen. Im Rahmen die-

ser Evaluierung werden die genannten Parameter mit Erwartungswerten verglichen, welche wiederum aus betriebspunkabhängigen Kennfeldern abgeleitet werden, beispielsweise Drehzahl-Kennfeldern, Kennfeldern für die Motortemperatur und
5 Kennfeldern für die Kraftstofftemperatur.

Ist der vorgegebene Betriebsbereich, beispielsweise der Leerlaufbetrieb, eingestellt, dann wird in einem ersten Schritt S1, welcher im Zeitraum zwischen $t = 0$ und $t = t_0$ vorgenommen
10 wird, das Fahrzeug in dem eingestellten Betriebsbereich für einen Zeitraum von beispielsweise 10 Sekunden betrieben, um eine Systemstabilisierung herbeizuführen. In diesem ersten Schritt S1 erfolgt mittels der Steuereinheit eine Regelung des Kraftstoffdruckes im Hochdrucksystem derart, dass ein näherungsweise konstanter Systemdruck P_{Sys} im Hochdruckssystem
15 vorliegt, wobei folgende Beziehung gilt:

$$Q_{\text{in}} = Q_{\text{out}} = Q_{\text{PCV}} + Q_{\text{E}} + Q_{\text{SL}} + Q_{\text{DL}}.$$

20 Zu dieser Regelung steuert die Regeleinheit das Volumenstromregelventil VCV und ggf. das Druckregelventil PCV in jeweils notwendiger Weise an.

In einem nachfolgenden zweiten Schritt S2, der sich von $t = t_0$
25 bis $t = t_1$ erstreckt, wird über elektronische Eingriffe in die Aktuatoransteuerung zum einen das Druckregelventil PCV vollständig geschlossen, sofern ein derartiges Druckregelventil vorhanden ist, und zum anderen das Volumenstromregelventil VCV geöffnet. Hierbei sind geeignete Totzeiten abzuwar-
30 ten, um sicherzustellen, dass die genannten Ventile die eingestellten Endpositionen auch tatsächlich erreicht haben.

In einem darauffolgenden dritten Schritt S3, der sich von $t = t_1$ bis $t = t_2$ erstreckt, wird ein Anstieg des Kraftstoffdruckes im Hochdrucksystem bis auf einen vorgegebenen oberen
35 Grenzwert durchgeführt. Dabei wird der Kraftstoffzufluss $Q_{\text{in,raw}}$ nicht mehr durch das Volumenstromregelventil begrenzt und es erfolgt kein Kraftstoffabfluss durch das Druckregelventil. Deshalb gilt:

$$Q_{in} > Q_{out}.$$

Folglich steigt der Systemdruck P_{sys} definiert an, bis der
5 vorgegebene obere Grenzwert erreicht ist. Dieser obere Grenzwert entspricht beispielsweise dem maximal zulässigen Systemdruck abzüglich einer Sicherheitstoleranz. Alternativ dazu kann der Systemdruck auch solange definiert ansteigen, bis
10 eine bestimmte Anstiegsdauer erreicht ist. Daraufhin wird über elektronische Aktuatoreingriffe das Volumenstromregelventil VCV vollständig geschlossen sowie die Einspritzung für alle Zylinder vollständig deaktiviert. Das Druckregelventil PCV bleibt weiterhin geschlossen.

15 Während der genannten Druckanstiegsphase bis zum vorgegebenen oberen Grenzwert werden aus dem mittels eines Drucksensors gemessenen Kraftstoffdruckwert im Hochdruckssystem der momentane sowie der durchschnittliche Gradient über die Zeit $d_{P_{sys}, INC}/dt$ ermittelt. Ist beispielsweise das Druckregelventil
20 oder ein Druckbegrenzungsventil ab einem bestimmten Druck offen hängend, dann kann darüber hinaus kein höherer Systemdruck aufgebaut werden. In einem derartigen Fall wird nach einer vorgegebenen Wartedauer bei entsprechendem Systemdruck bereits eine Fehlerindikation gespeichert.

25 In einem darauffolgenden vierten Schritt S4, der sich von $t = t_2$ bis $t = t_3$ erstreckt, ist eine Verzögerungszeit realisiert, innerhalb welcher eine Systemstabilisierung erfolgt. Dieser Schritt wird durchgeführt, da bis zu einem vollständigen Schließen des Volumenstromregelventils VCV sowie bis zu
30 einer vollständigen Einspritzungsdeaktivierung und bis zu einem Motorstopp noch eine kleine Kraftstoffmenge in das Hochdrucksystem gepumpt wird und da auch noch eine kleine Kraftstoffmenge in die Zylinder eingespritzt wird. Zum Zeitpunkt $t = t_3$ ist diese Systemstabilisierung abgeschlossen.
35

In einem darauffolgenden fünften Schritt S5, der sich von $t = t_3$ bis $t = t_4$ erstreckt, erfolgt ein Absinken des Kraftstoffdruckes im Hochdrucksystem, d. h. des Systemdruckes, bis

auf einen vorgegebenen unteren Grenzwert. Für den stehenden Motor tritt nur der Kraftstoffabfluss aufgrund der Dauerleckage auf: $Q_{out} = Q_{DL}$. Dadurch sinkt der Systemdruck P_{Sys} . Aus dem gemessenen Druck im Hochdrucksystem werden der momentane und der durchschnittliche Druckabfallgradient $dP_{Sys,DEC}/dt$ ermittelt. Dies geschieht solange, bis der untere vorgegebene Grenzwert erreicht wird, bei dem es sich beispielsweise um den Umgebungsdruck handelt. Gemäß einer Ausführungsform kann hierbei als Evaluierungskriterium der momentane Gradient, der Systemdruck selbst oder auch die Druckabfallzeit bereits während des Druckaufbaus mit jeweils zugehörigen minimalen bzw. maximalen Erwartungswerten verglichen werden. Dies kann abhängig von der Kraftstofftemperatur, der Motortemperatur oder des Kraftstoffdruckes erfolgen und als Fehlerindikation gespeichert werden.

In einem darauffolgenden sechsten Schritt S6, der nach dem Zeitpunkt $t = t_4$ abläuft, wird die Evaluierung vorgenommen, bei welcher die abgespeicherten Parameter zur Erkennung eines Fehlverhaltens ausgewertet werden. Im Rahmen dieser Auswertung wird ein erkannter Fehler dem Hochdrucksystem oder dem Niederdrucksystem des Kraftstoffeinspritzsystems zugeordnet.

Im Rahmen dieser Evaluierung wird von der folgenden Beziehung Gebrauch gemacht:

$$dP = \frac{dP_{Sys}}{dt} = \frac{E_P}{V_{Sys}} \bullet \frac{dV}{dt},$$

wobei gilt: $dV = Q_{in} - Q_{out}$;
 $E_P = f(P_{Sys}, T, \text{Kraftstoffqualität})$;
 $V_{Sys} = \text{const.}$

35

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform wird die Auswertung wie folgt durchgeführt:

Im Rahmen eines ersten Evaluierungsschrittes, der einer Auswertung des Druckabbauverhaltens entspricht, wird das Hochdrucksystem überwiegend anhand der im Schritt S5 ermittelten
5 Parameter beurteilt.

Gemäß den Ausgangsbedingungen sind zylinderspezifische Fehler im Hochdrucksystem, welche Q_E und Q_{SL} beeinflussen, ausgeschlossen. Daher bleiben als mögliche Fehlerursachen nur noch
10 Fehler, welche Q_{PCV} und Q_{DL} beeinflussen.

Ist ein vorhandenes Druckregelventil PCV ab einem gewissen Druck offen hängend, so wurde dies bereits im Schritt S3 erkannt. Bei entsprechender Fehlerindikation wurde in einem
15 ersten Teilevaluierungsschritt des Hochdrucksystems ein Fehler des Druckregelventils PCV gespeichert, beispielsweise in Form des Hinweises „FAIL“.

Darüber hinaus wird in einem Hauptevaluierungsschritt des
20 Hochdrucksystems der obige prinzipielle Zusammenhang hier vereinfacht angewendet, da – wie bereits im Zusammenhang mit dem Schritt S5 ausgeführt wurde – folgende Beziehung gilt:
 $Q_{out} = Q_{DL}$. Übersteigt oder unterschreitet der mittlere bzw. die gespeicherten momentanen Abfallgradienten bzw. eines der
25 weiteren beschriebenen Evaluierungskriterien die jeweils zugehörigen minimalen oder maximalen Erwartungswerte, so wird ein Hinweis „FAIL“ gespeichert, der das Hochdrucksystem als fehlerhaft kennzeichnet.

Übersteigt der Gradient während des Druckabfalls nur bis zu einem bestimmten Druckwert den dafür erwarteten Gradienten, dann wird dies in einem zweiten Teilevaluierungsschritt des Hochdrucksystems zusätzlich als Indikation für eine druckabhängige Leckage gespeichert. Diese kann beispielsweise durch
30 eine reduzierte Federsteifigkeit des Drucklimitierungsventils des Kraftstoffeinspritzsystems verursacht sein.
35

Sind der Gradient und die weiteren Evaluierungskriterien hingegen stets innerhalb des jeweils zugehörigen Erwartungsbe-

reiches, so wird ein Hinweis „PASS“ abgespeichert, der das Hochdrucksystem des Kraftstoffeinspritzsystems als fehlerfrei kennzeichnet.

- 5 Die vorstehend beschriebenen Statusinformationen des Hochdrucksystems können der Werkstatt über die OBD-Schnittstelle übergeben werden, so dass bei Bedarf eine weitergehende, zielgerichtete Analyse sowie eine Reparatur durchgeführt werden können.

10

Im Rahmen eines zweiten Evaluierungsschrittes, der einer Auswertung des Druckaufbauverhaltens entspricht, wird das Niederdrucksystem beurteilt. Dabei gelten dieselben Ausgangsbedingungen wie beim ersten Evaluierungsschritt.

15

Im Rahmen dieses zweiten Evaluierungsschrittes wird die oben angegebene Beziehung im Hinblick auf die im Schritt S3 ermittelten mittleren bzw. durchschnittlichen Anstiegsgradienten wie folgt umgeformt, wobei jeweils konsistent entweder die momentanen bzw. die durchschnittlichen Werte für die Bestimmung des erwarteten Druckanstiegsgradienten anzuwenden sind:

20

$$dP_{\text{Sys, Inc}} = \frac{E_P}{V} \cdot [Q_{in} - Q_E - Q_{SL} - Q_{DL} - Q_{PCV}].$$

- 25 Für die eigentliche Beurteilung werden die im Schritt S3 ermittelten Gradienten $dP_{\text{Sys, Inc}}/dt$ mit den für den jeweiligen Betriebspunkt gültigen Erwartungswerten verglichen. Hierfür können folgende Ausführungsformen zur Bestimmung der einzelnen druckabhängigen Kraftstoffvolumenströme herangezogen werden:

30

- Der Kraftstromvolumenstrom Q_{in} kann in Abhängigkeit vom zulässigen Wirkungsgradbereich der Hochdruckpumpe bestimmt werden, beispielsweise aus der Hardware-Spezifikation der Hochdruckpumpe ermittelt werden.

35

- Der Kraftstoffvolumenstrom Q_{PCV} wurde durch den Eingriff am Druckregelventil eliminiert und hat folglich keinen Einfluss.
- 5 - Die Kraftstromvolumenströme Q_E und Q_{SL} können zum einen aus den Betriebspunkt abhängigen Kennfeldern für die Einspritzzeiten bzw. die Schaltleckage ermittelt werden. Gemäß einer anderen Ausführungsform können sie auch aus einem hochaufgelösten Hochdruckspeicher-Sensorsignal, beispielsweise mit
10 einer Abtastrate von einer Millisekunde, ermittelt werden. Hierzu wird der Motor beispielsweise im Leerlauf bei verschiedenen Druckniveaus im Hochdrucksystem betrieben, beispielsweise bei 300 bar, 500 bar, ..., 1500 bar, ..., maximalem Systemdruck, und die gemessenen Drucksignale beim je-
15 weiligen Druckniveau näher betrachtet.

Die Figur 3 zeigt ein Beispiel für den zeitlichen Verlauf des Kraftstoffdruckes im Hochdrucksystem des Kraftstoffeinspritzsystems. In diesem Diagramm ist längs der Abszisse die Zeit t und längs der Ordinate der Systemdruck P_{Sys} aufgetragen. Vereinfachend soll in dieser Darstellung der Einspritzbeginn mit dem oberen Totpunkt TDC_{Pumpe} der Hochdruckpumpe zusammenfallen. Zunächst ist bekannt, dass die Dauerleckage Q_{DL} kontinuierlich vorhanden ist. Bis zum Zeitpunkt TDC_{Pumpe} wird durch
20 den Arbeitstakt der Hochdruckpumpe ein gewisser Druck aufgebaut, wie es im mit Q_{in} bezeichneten Teilbereich der dargestellten Kurve bezeichnet ist. Ab diesem Zeitpunkt TDC_{Pumpe} wird im Rahmen der Einspritzung durch die Volumenströme Q_{SL} und Q_E wieder Druck abgebaut und der steile Druckgradient
25 kann ermittelt werden. Nach dem Ende der Einspritzung ist bis zum Beginn des nächsten Pumpenarbeitstaktes nur noch der Volumenstrom auf Grund der Dauerleckage Q_{DL} vorhanden. Somit kann durch ein Subtrahieren von Q_{DL} schließlich aus dem steilen Druckgradienten während der Einspritzung die Summe aus
30 Q_{SL} und Q_E ermittelt werden. Eine weitere Aufteilung in die Einzelelemente ist für die weitere Evaluierung nicht erforderlich. Zur Eliminierung von Signalrauschen wird die beschriebene Betrachtung des Kraftstoffdruckverlaufes im Hoch-

35

drucksystem mehrmals für jedes der auszuwertenden Druckniveaus mehrmals wiederholt.

Der Kraftstoffvolumenstrom Q_{DL} kann zum einen aus dem betriebspunktabhängigen Kennfeld der Dauerleckage ermittelt werden. Alternativ dazu können die im Schritt S5 ermittelten Abfallgradienten $dP_{Sys,DEC}/dt$ direkt verwendet werden. Eine weitere Alternative besteht darin, Q_{DL} im Rahmen der obigen Betrachtung für Q_{SL} bzw. Q_E zu ermitteln. Diese letzteren beiden Alternativen haben den Vorteil, dass damit eine ggf. vorhandene druckabhängige Leckage im Hochdrucksystem für die Evaluierung im Niederdrucksystem herausgerechnet werden kann und damit das Testergebnis nicht beeinflusst.

Übersteigt bzw. unterschreitet im Rahmen des Hauptevaluierungsschrittes des Niederdrucksystems der mittlere bzw. die gespeicherten momentanen Anstiegsgradienten $dP_{Sys,Inc}$ eines der weiteren Evaluierungskriterien, beispielsweise der Systemdruck selbst oder die Druckaufbauzeit, die jeweils zugehörigen maximalen oder minimalen Erwartungswerte, dann wird als Indiz für das Vorliegen eines Fehlers im Niederdrucksystem ein Hinweis „FAIL“ für das Niederdrucksystem gespeichert.

Unterschreitet der momentane Gradient während des Druckaufbaus nur ab einem bestimmten Druckwert den dafür erwarteten Gradienten, so wird dies in einem Teilevaluierungsschritt des Niederdrucksystems wiederum zusätzlich als Indikation für eine druckabhängige Leckage vermerkt, wobei diese druckabhängige Leckage beispielsweise durch eine reduzierte Federsteifigkeit des Drucklimitierungsventils verursacht sein kann.

Sind der Gradient und die weiteren Evaluierungskriterien hingegen stets innerhalb des entsprechenden Erwartungsbereiches, so wird ein Hinweis „PASS“ gespeichert, der das Niederdrucksystem als fehlerfrei kennzeichnet.

Diese Statusinformationen des Niederdrucksystems werden der Werkstatt über die OBD-Schnittstelle bereitgestellt, so dass

dort bei Bedarf eine weitere zielgerichtete Analyse sowie eine Reparatur vorgenommen werden können.

Somit können aus den Ergebnissen der unterschiedlichen Haupt- und Teilevaluierungsschritte folgende Schlüsse im Rahmen einer gezielten Fehlersuche in der Werkstatt gezogen werden:

- Liefern alle Evaluierungsschritte den Hinweis „PASS“, dann ist das komplette Kraftstoffeinspritzsystem im fehlerfreien Zustand.
- Liefert eine Auswertung des Druckaufbauverhaltens den Hinweis „FAIL“ und eine Auswertung des Druckabbauverhaltens den Hinweis „PASS“, dann liegt die Fehlerursache im Niedersystem.
- Ein Auftreten des Hinweises „PASS“ bezüglich des Druckaufbauverhaltens und des Hinweises „FAIL“ bezüglich des Druckabbauverhaltens ist prinzipbedingt nicht möglich.
- Liefern beide Hauptevaluierungsschritte den Hinweis „FAIL“, dann liegt die Fehlerursache im Hochdrucksystem.
- Bei zusätzlichem oder ausschließlichem „FAIL“-Ergebnis eines oder mehrerer Teilevaluierungsschritte kann direkt auf die entsprechende Fehlerursache geschlossen werden.

Eine Bildung eines normalisierten momentanen und/oder durchschnittlichen Gradienten über die Zeit

$$[dP_{\text{Sys, Inc}}/dt]_{\text{Norm}} = dP_{\text{Sys, Inc}}/dt + dP_{\text{Sys, Dec}}/dt$$

hat den Vorteil, dass dadurch Quereinflüsse des Hochdrucksystems (Fehler, Toleranzen) auf das Druckaufbauverhalten eliminiert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung eines Fehlverhaltens eines elektronisch geregelten Kraftstoffeinspritzsystems eines Verbrennungsmotors mit folgenden Schritten:

- Durchführen einer Testroutine, bei welcher eine Erhöhung und eine anschließende Erniedrigung des Druckes des Kraftstoffes im Hochdrucksystem des Kraftstoffeinspritzsystems durchgeführt wird, wobei
- im Rahmen der Testroutine verschiedene Parameter des Kraftstoffeinspritzsystems erfasst und abgespeichert werden und wobei
- in einem darauffolgenden Evaluierungsvorgang die abgespeicherten Parameter zur Erkennung eines Fehlverhaltens ausgewertet werden, wobei beim Evaluierungsvorgang die folgende Beziehung ausgewertet wird:

$$dP = \frac{dP_{Sys}}{dt} = \frac{E_P}{V_{Sys}} \cdot \frac{dV}{dt},$$

wobei gilt: $dV = Q_{in} - Q_{out}$;

$E_P = f(P_{Sys}, T, \text{Kraftstoffqualität})$;

$V_{Sys} = \text{const.}$

und wobei P_{Sys} der Kraftstoffdruck im Hochdrucksystem, E_P das druckabhängige Elastizitätsmodul des Kraftstoffs, V_{Sys} das Volumen des Hochdrucksystems, Q_{in} der vom Volumenstromregelventil ausgegebene Kraftstoffvolumenstrom und Q_{out} der gesamte Kraftstoffabfluss des Kraftstoffeinspritzsystems ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass während des Absinkens des Kraftstoffdruckes der momentane Kraftstoffdruck gemessen wird und der durchschnittliche und/oder momentane Gradient über die Zeit $dP_{Sys,DEC}/dt$ ermittelt wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass während der Erhöhung des Kraftstoffdruckes

ckes der momentane Kraftstoffdruck gemessen wird und der durchschnittliche und/oder momentane Gradient über die Zeit $dP_{\text{Sys, Inc}}/dt$ ermittelt wird.

- 5 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein normalisierter momentaner und/oder durchschnittlicher Gradient über die Zeit gebildet wird:

$$[dP_{\text{Sys, Inc}}/dt]_{\text{Norm}} = dP_{\text{Sys, Inc}}/dt + dP_{\text{Sys, Dec}}/dt.$$

10

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass beim Evaluierungsvorgang das Fehlverhalten im Hochdrucksystem des Kraftstoffeinspritzsystems sowie das Fehlverhalten im Niederdrucksystem des Kraftstoffeinspritzsystems erkannt und einem dieser beiden Teilsysteme
15 eindeutig zugeordnet wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass beim Evaluierungsvorgang das Fehlverhalten einem einzelnen Bauteil des Kraftstoffeinspritzsystems
20 zugeordnet wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Testroutine mehrere aufeinander-
25 folgende Schritte durchlaufen werden, wobei in einem ersten Schritt durch eine Druckregelung ein konstanter Kraftstoffdruck im Hochdrucksystem eingestellt wird und in einem zweiten Schritt das Volumenstromregelventil des Kraftstoffeinspritzsystems geöffnet und – sofern vorhanden – das Druckregelventil des Kraftstoffeinspritzsystems geschlossen wird.
30

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in einem weiteren Schritt der Kraftstoffdruck im Hochdrucksystem bis auf einen vorgegebenen oberen Grenzwert erhöht wird und dann das Volumenstromregelventil geschlossen und der Einspritzvorgang in die Zylinder des Kraftstoffeinspritzsystems deaktiviert wird.
35

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in einem weiteren Schritt eine Verzögerungszeit vorgegeben wird, innerhalb welcher der Verbrennungsmotor zum Stillstand kommt.

5

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in einem weiteren Schritt der Kraftstoffdruck bis auf einen vorgegebenen unteren Schwellenwert absinkt.

10

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein weiterer Schritt der Evaluierungsvorgang ist.

15

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Textroutine in einem vorgegebenen Betriebsbereich durchgeführt wird.

20

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der vorgegebene Betriebsbereich ein Betrieb mit konstant eingestellter Drehzahl und konstant eingestellter Last ist.

25

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass der vorgegebene Betriebsbereich der Leerlaufbetrieb ist.

30

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Testroutine für unterschiedliche Kraftstoff- und/oder Motor- und/oder Kühlwassertemperaturen durchgeführt wird.

1/2

FIG. 1

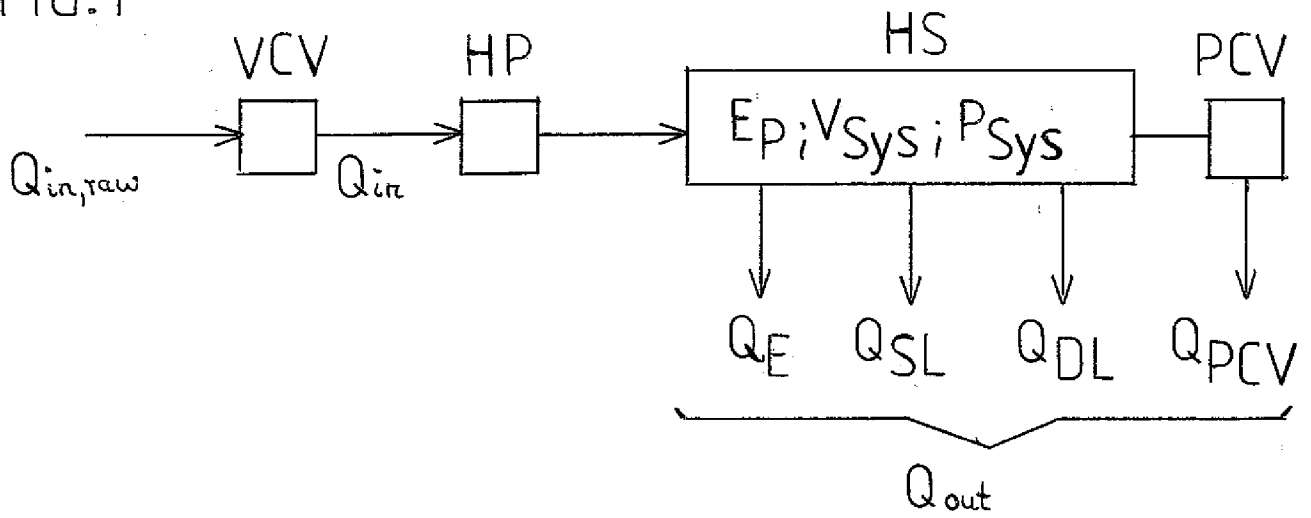
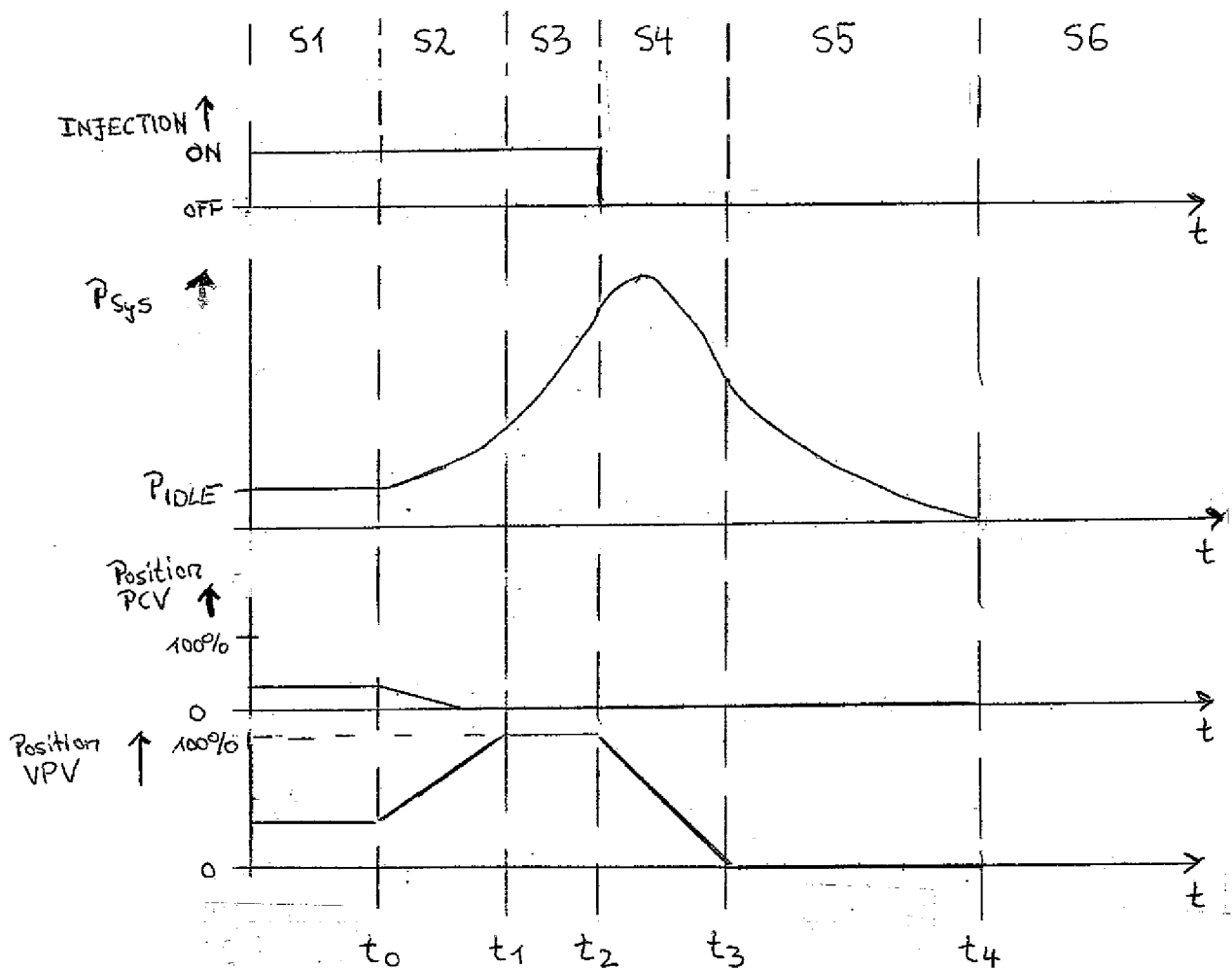
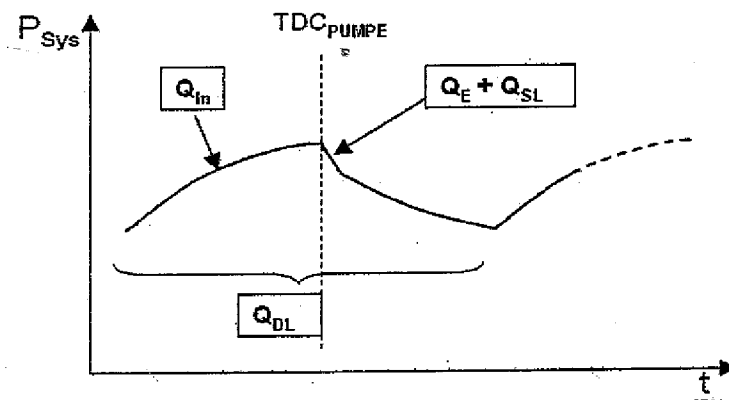


FIG. 2



2/2

FIG. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2011/054398

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F02D41/22 F02D41/38
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)

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 practical, search terms used)

EP0-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 860 601 A2 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 26 August 1998 (1998-08-26) abstract; claim 11; figures 1-5 page 3, line 39 - page 9, line 58 -----	1-3,5,6, 12,13,15
X	EP 1 039 117 A2 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 27 September 2000 (2000-09-27) abstract; claims 1,2; figures 2,3 paragraph [0044] - paragraph [0065] -----	1,12,13
X	WO 01/81746 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; FRENZ THOMAS [DE]; BOCHUM HANSJOERG [US]) 1 November 2001 (2001-11-01) abstract; claims 1-3; figures 2,3a,3b page 8, line 12 - page 9, line 18 page 11, line 11 - page 14, line 8 ----- -/--	1-3,5,6, 12,13,15

☒ 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 document 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

12 August 2011

Date of mailing of the international search report

22/08/2011

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

Van der Staay, Frank

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/054398

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2004 028515 B3 (SIEMENS AG [DE]) 24 November 2005 (2005-11-24) abstract; claims 1,2; figure 2 paragraph [0033] - paragraph [0045] -----	1,12-15
X	DE 10 2004 005851 A1 (AUDI NSU AUTO UNION AG [DE]) 8 September 2005 (2005-09-08) abstract; claims 13,18-23; figure 2 paragraph [0032] - paragraph [0035] -----	1-3,5,6, 12,15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/054398

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0860601	A2	26-08-1998	DE 69809614 D1 09-01-2003
		DE 69809614 T2 10-04-2003	
		JP 3796912 B2 12-07-2006	
		JP 10299557 A 10-11-1998	

EP 1039117	A2	27-09-2000	DE 60014997 D1 25-11-2004
		DE 60014997 T2 10-03-2005	
		ES 2228321 T3 16-04-2005	
		JP 4158272 B2 01-10-2008	
		JP 2000282932 A 10-10-2000	

WO 0181746	A1	01-11-2001	AU 6203701 A 07-11-2001
		DE 10020627 A1 08-11-2001	
		DE 10191563 D2 17-04-2003	
		EP 1278949 A1 29-01-2003	
		JP 2003531998 A 28-10-2003	

DE 102004028515 B3		24-11-2005	EP 1753952 A1 21-02-2007
			WO 2005121535 A1 22-12-2005
			US 2008264155 A1 30-10-2008

DE 102004005851 A1		08-09-2005	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/054398

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 860 601 A2 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 26. August 1998 (1998-08-26) Zusammenfassung; Anspruch 11; Abbildungen 1-5 Seite 3, Zeile 39 - Seite 9, Zeile 58 -----	1-3,5,6, 12,13,15
X	EP 1 039 117 A2 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 27. September 2000 (2000-09-27) Zusammenfassung; Ansprüche 1,2; Abbildungen 2,3 Absatz [0044] - Absatz [0065] ----- -/--	1,12,13

☒ 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" älteres Dokument, 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 anderen 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

12. August 2011

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/08/2011

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

Van der Staay, Frank

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/054398

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 01/81746 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; FRENZ THOMAS [DE]; BOCHUM HANSJOERG [US]) 1. November 2001 (2001-11-01) Zusammenfassung; Ansprüche 1-3; Abbildungen 2,3a,3b Seite 8, Zeile 12 - Seite 9, Zeile 18 Seite 11, Zeile 11 - Seite 14, Zeile 8 -----	1-3,5,6, 12,13,15
X	DE 10 2004 028515 B3 (SIEMENS AG [DE]) 24. November 2005 (2005-11-24) Zusammenfassung; Ansprüche 1,2; Abbildung 2 Absatz [0033] - Absatz [0045] -----	1,12-15
X	DE 10 2004 005851 A1 (AUDI NSU AUTO UNION AG [DE]) 8. September 2005 (2005-09-08) Zusammenfassung; Ansprüche 13,18-23; Abbildung 2 Absatz [0032] - Absatz [0035] -----	1-3,5,6, 12,15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/054398

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0860601	A2	26-08-1998	DE	69809614 D1	09-01-2003
			DE	69809614 T2	10-04-2003
			JP	3796912 B2	12-07-2006
			JP	10299557 A	10-11-1998

EP 1039117	A2	27-09-2000	DE	60014997 D1	25-11-2004
			DE	60014997 T2	10-03-2005
			ES	2228321 T3	16-04-2005
			JP	4158272 B2	01-10-2008
			JP	2000282932 A	10-10-2000

WO 0181746	A1	01-11-2001	AU	6203701 A	07-11-2001
			DE	10020627 A1	08-11-2001
			DE	10191563 D2	17-04-2003
			EP	1278949 A1	29-01-2003
			JP	2003531998 A	28-10-2003

DE 102004028515 B3		24-11-2005	EP	1753952 A1	21-02-2007
			WO	2005121535 A1	22-12-2005
			US	2008264155 A1	30-10-2008

DE 102004005851 A1		08-09-2005	KEINE		
