

(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
13. Oktober 2011 (13.10.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/124584 A1

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
F02D 41/14 (2006.01) *F02D 41/24* (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2011/055306
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
6. April 2011 (06.04.2011)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2010 014 320.0 9. April 2010 (09.04.2010) 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):** LI, Hui [CN/DE]; Otto-Hahn-Str. 18, 93053 Regensburg (DE). HAUSER, Christian [DE/DE]; Goethestraße 44, 93138 Lappersdorf (DE). ENGELMANN, Joachim [DE/DE]; Haidbachstr. 39, 93413 Cham (DE). STOLZ, Armin [DE/DE]; Holzgartenweg 15, 93197 Regendorf (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).

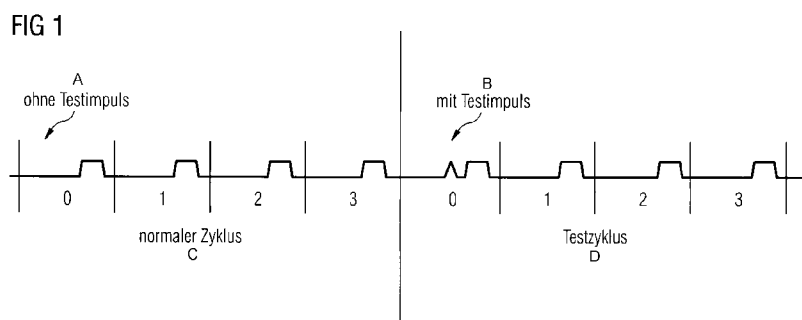
Veröffentlicht:

- 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)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD FOR ADAPTING THE ACTUAL INJECTION QUANTITY, INJECTION DEVICE AND INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN ZUM ANPASSEN DER TATSÄCHLICHEN EINSPRITZMENGE, EINSPRITZVORRICHTUNG UND BRENNKRAFTMASCHINE



A without test pulse
B with test pulse
C normal cycle
D test cycle

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for adapting the actual injection quantity of an injector of an internal combustion engine to the target injection quantity, to an injection device for an internal combustion engine, and to an internal combustion engine. In the method, the crankshaft acceleration achieved by a test injection pulse is detected in the rotational speed signal of the internal combustion engine and on this basis the injected fuel quantity of the injector is determined. On the basis of the determined injected fuel quantity, the actuating data of the injector of the internal combustion engine is corrected. To this end, the injected fuel quantity of the injector is detected and corrected by a test injection pulse during the normal fired operational state of the internal combustion engine.

(57) **Zusammenfassung:** Es werden ein Verfahren zum Anpassen der tatsächlichen Einspritzmenge eines Injektors einer Brennkraftmaschine an die Soll-Einspritzmenge, eine Einspritzvorrichtung

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2011/124584 A1

für eine Brennkraftmaschine und eine Brennkraftmaschine beschrieben. Bei dem Verfahren wird die durch einen Testeinspritzimpuls erzielte Kurbelwellenbeschleunigung im Drehzahlsignal der Brennkraftmaschine detektiert und hieraus wird die eingespritzte Kraftstoffmenge des Injektors ermittelt. Auf der Basis der ermittelten eingespritzten Kraftstoffmenge werden die Ansteuerdaten des Injektors der Brennkraftmaschine korrigiert. Die eingespritzte Kraftstoffmenge des Injektors wird hierbei durch einen Testeinspritzimpuls während des normalen befeuerten Betriebszustandes der Brennkraftmaschine detektiert und korrigiert.

Beschreibung

Verfahren zum Anpassen der tatsächlichen Einspritzmenge,
Einspritzvorrichtung und Brennkraftmaschine

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Anpassen
der tatsächlichen Einspritzmenge eines Injektors einer
Brennkraftmaschine an die Soll-Einspritzmenge, bei dem die
durch einen Testeinspritzimpuls erzielte

10

Kurbelwellenbeschleunigung im Drehzahlsignal der
Brennkraftmaschine detektiert und hieraus die eingespritzte
Kraftstoffmenge des Injektors ermittelt wird und bei dem auf
der Basis der ermittelten eingespritzten Kraftstoffmenge die
Ansteuerdaten des Injektors der Brennkraftmaschine korrigiert
15 werden.

Die Erfindung bezieht sich ferner auf eine
Einspritzvorrichtung und eine Brennkraftmaschine.

20

Das erfindungsgemäße Verfahren ist insbesondere anwendbar bei
Brennkraftmaschinen mit sogenannten Common-Rail-Einspritzun-
gen, bei denen mehrere - typischerweise alle -

Einspritzventile mit einer gemeinsamen Kraftstoffleitung
versorgt werden, die unter einem weitgehend gleichmäßig hohen

25

Druck steht. Die jeweils am Beginn eines Arbeitstaktes in
jeden Zylinder der Brennkraftmaschine einzuspritzenden
Einspritzmengen werden dabei typischerweise in erster Linie
dadurch dosiert, dass die Einspritzventile bzw. Injektoren
mit einer kürzer oder länger gewählten Ansteuerdauer

30

angesteuert werden, während der diese Einspritzventile
geöffnet werden und Kraftstoff in den jeweiligen Zylinder
dringen lassen.

Eine Notwendigkeit zum Anpassen dabei tatsächlich eingespritzter Einspritzmengen an von einem jeweiligen Betriebszustand der Brennkraftmaschine abhängende Soll-Einspritzmengen ergibt sich dabei insbesondere aus zeitlichen
5 Änderungen von Eigenschaften der Einspritzventile bzw. Injektoren.

So können insbesondere Verschleißerscheinungen oder Ablagerungen dazu führen, dass sich Einspritzparameter, wie
10 die tatsächliche Öffnungsdauer oder der tatsächliche Öffnungsgrad der Einspritzventile, und damit die tatsächliche Einspritzmenge während der Lebensdauer der Einspritzventile verändert.

15 Um die strengen Emissionsstandards einzuhalten und einen geringen Kraftstoffverbrauch zu ermöglichen, muss jedoch das Einspritzsystem einer Brennkraftmaschine in der Lage sein, eine definierte Kraftstoffmenge exakt über die gesamte Lebenszeit eines entsprechenden Einspritzventils
20 einzuspritzen. An die Stabilität und Genauigkeit der Einspritzung werden daher heutzutage sehr hohe Anforderungen gestellt.

Es gilt daher, die vorstehend beschriebene Drift von
25 Eigenschaften eines Einspritzventils im Laufe seiner Lebensdauer zu kompensieren. Hierzu ist es bekannt, eine Anpassung der Einspritzparameter unter Verwendung des Kurbelwellen/Motor-drehzahlsignals durchzuführen. Wenn eine Verbrennung in der Brennkraftmaschine stattfindet, tritt eine
30 Beschleunigung der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine auf. Diese Beschleunigung kann im Drehzahlsignal der Brennkraftmaschine detektiert werden. Hieraus kann die tatsächlich eingespritzte Kraftstoffmenge ermittelt werden.

Im Einzelnen wird dabei so vorgegangen, dass während einer Phase (Kraftstoffabsperphase), während der keine Einspritzung stattfindet, ein Testeinspritzimpuls realisiert wird und die hierdurch bewirkte Beschleunigung der Motordrehzahl ermittelt und als Anzeige für die tatsächlich eingespritzte Kraftstoffmenge verwendet wird. Auf der Basis der ermittelten tatsächlich eingespritzten Kraftstoffmenge werden dann die Ansteuerdaten des Injektors der Brennkraftmaschine korrigiert.

10

Neuere Fahrzeuge besitzen jedoch solche Phasen, in denen keine Einspritzung stattfindet, in einem viel geringeren Umfang. Das bedeutet, dass die entsprechende Anpassung bzw. Korrektur der Ansteuerdaten dramatisch verlangsamt wird. Die gewünschten Emissionsstandards bzw. der gewünschte niedrige Kraftstoffverbrauch können daher in diesem Fall nur unzureichend optimiert werden. Die bekannten Lösungen, bei denen ein einziger Testimpuls während einer Kraftstoffabsperphase benutzt wird, sind daher verbesserungswürdig.

20

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs beschriebenen Art zur Verfügung zu stellen, mit dem eine besonders rasche Korrektur bzw. Anpassung der Ansteuerdaten eines Injektors einer Brennkraftmaschine möglich ist.

25

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einem Verfahren der angegebenen Art dadurch gelöst, dass die eingespritzte Kraftstoffmenge des Injektors durch einen Testeinspritzimpuls während des normalen befeuerten Betriebszustandes (während der normalen Zündphase) der Brennkraftmaschine detektiert und korrigiert wird.

30

Erfindungsgemäß wird somit eine Online-Anpassung von mindestens einem Einspritzsteuerparameter durchgeführt.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die tatsächlich
5 eingespritzte Kraftstoffmenge nicht während einer Phase (Kraftstoffabsperphase), während der keine Einspritzung stattfindet, detektiert, sondern während des normalen befeuerten Betriebszustandes der Brennkraftmaschine (während der normalen Zündphase) ermittelt und korrigiert. Damit ist
10 das Verfahren für sämtliche Fahrzeugarten geeignet, da der normale befeuerte Betriebszustand immer vorhanden ist. Die Anpassung bzw. Korrektur der Ansteuerdaten des Injektors kann sehr rasch durchgeführt werden.

15 Bevorzugt wird die Detektion der tatsächlich eingespritzten Kraftstoffmenge während einer Leerlaufphase der Brennkraftmaschine und/oder im ausgekuppelten Zustand derselben durchgeführt. Durch die Detektion im ausgekuppelten Zustand wird ein entsprechender Kalibrierungsaufwand für
20 unterschiedliche Getriebetypen vermieden.

Für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden zwei Varianten besonders bevorzugt. Bei der ersten Variante wird die Detektion der eingespritzten Kraftstoffmenge durch
25 einen Vergleich eines normalen Einspritzzyklus mit einem dem normalen Einspritzzyklus und mindestens einem zusätzlichen definierten Testimpuls entsprechenden Testzyklus durchgeführt. Hierbei wird speziell eine
Einspritzkonfiguration eingestellt, die abwechselnde
30 Einspritzmuster mit und ohne Testimpulse aufweist. Der normale Einspritzzyklus wird hierbei durch die Anforderung des Fahrers oder eine Steuereinheit vorgegeben. Bei dem Testzyklus handelt es sich um eine Kopie des normalen Einspritzzyklus mit einem oder mehreren zusätzlichen

Testimpulsen. Beide Zyklen werden miteinander verglichen, wobei die Differenz von beiden Zyklen eine Anzeige für die eingespritzte Kraftstoffmenge darstellt. Mit diesem Verfahren können absolute Kraftstoffmengen ermittelt werden.

5

Bei der zweiten bevorzugten Variante wird die Detektion durch einen Vergleich von zwei Zyklen mit unterschiedlichen Testeinspritzungen durchgeführt. Ein erster Einspritzzyklus besitzt einen oder mehrere definierte Testimpulse. Der zweite
10 Zyklus besitzt ebenfalls einen oder mehrere definierte Testimpulse. Aus der Differenz der Zyklen können Unterschiede in den eingespritzten Kraftstoffmengen ermittelt werden.

Vorzugsweise wird der Testzyklus als Kopie der Konfiguration
15 des durch die Drehzahlsteuerung festgelegten normalen Einspritzzyklus mit mindestens einem zusätzlichen definierten Testimpuls durchgeführt, indem die Drehzahlsteuerung für den Testzyklus mindestens in einem Segment „eingefroren“ wird. Dies wird vorzugsweise dann durchgeführt, wenn sich die
20 Brennkraftmaschine in einer Steuerphase einer stetigen Leerlaufdrehzahl befindet, d.h. mindestens die Einspritzparameter im Testsegment entsprechen den Parametern des letzten Verbrennungszyklus, abgesehen vom definierten Testeinspritzimpuls. Je nach Signalverlauf und Auswertung
25 werden die Parameter für weitere Segmente vom vorhergehenden Zyklus kopiert.

Der Einspritzzyklus wird vorzugsweise in n-Segmente aufgeteilt, und die durch den Testimpuls eingespritzte
30 Kraftstoffmenge wird aus der Differenz des Drehzahl- oder Beschleunigungssignals der ersten n-Segmente und der der nachfolgenden n-Segmente ermittelt. n entspricht vorzugsweise der Anzahl der Zylinder.

In Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird durch einen Vergleich des Drehzahl- oder Beschleunigungssignals vor und nach dem Testimpuls ein Verbrennungssignal für den Testimpuls ermittelt, das dem durch den Testimpuls erreichten Effekt bzw. der entsprechenden Verbrennung entspricht.
5 Insbesondere wird ein statistisch relevanter Wert, speziell der Mittelwert, von mehreren Verbrennungssignalen gewonnen. Aus dem Verbrennungssignal bzw. dem statistisch relevanten Wert der Verbrennungssignale wird dann die tatsächlich
10 eingespritzte Kraftstoffmenge ermittelt. Mit Hilfe der ermittelten tatsächlich eingespritzten Kraftstoffmenge werden dann die Ansteuerdaten des Injektors bzw. der Injektoren der Brennkraftmaschine so korrigiert bzw. angepasst, dass die definierte Kraftstoffmenge bzw. Soll-Kraftstoffmenge exakt
15 über die Lebensdauer des Injektors eingespritzt wird.

Die Erfindung bezieht sich ferner auf eine Einspritzvorrichtung für eine Brennkraftmaschine, die eine Steuerung für Einspritzventile der Brennkraftmaschine
20 umfasst, wobei die Steuerung programmtechnisch zur Durchführung eines vorstehend beschriebenen Verfahrens ausgebildet ist. Ferner betrifft die Erfindung eine Brennkraftmaschine, die eine derartige Einspritzvorrichtung umfasst.

25

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung im Einzelnen erläutert. Es zeigen:

30 Figur 1 eine schematische Darstellung von Beispielen von Einspritzkonfigurationen;

Figur 2 ein Diagramm, das ein Beispiel der durch einen Testimpuls erreichten Beschleunigung zeigt;

Figur 3 ein Diagramm, das ein berechnetes Verbrennungssignal für Testimpulse zeigt; und

5 Figur 4 ein Diagramm, das schematisch die eingespritzte Kraftstoffmenge in Abhängigkeit von Verbrennungssignalen zeigt.

Es wird nunmehr eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen
10 Verfahren beschrieben, bei der eine Testeinspritzung durchgeführt wird, während sich die Brennkraftmaschine in einer Steuerphase mit stetiger Leerlaufdrehzahl befindet. Figur 1 zeigt die Einspritzkonfigurationen bei der Leerlaufdrehzahl ohne und mit Testimpuls. Der normale
15 Einspritzzyklus wird durch die Leerlaufdrehzahlsteuerung definiert. Bei dem durchgeführten Einspritztestzyklus handelt es sich um eine Kopie der Einspritzkonfiguration beim normalen Einspritzzyklus (d.h. Einspritzzeiten, Einspritzposition etc.) mit zusätzlichem Testimpuls. Das
20 bedeutet, dass die Leerlaufdrehzahlsteuerung für den Testzyklus „eingefroren“ wird, d.h. dass die Einspritzparameter sämtlicher Einspritzimpulse den Parametern des letzten Verbrennungszyklus entsprechen, abgesehen vom definierten Testeinspritzimpuls.

25

Für die hier beschriebene Brennkraftmaschine mit vier Zylindern besitzt ein Verbrennungszyklus vier Segmente. Der Unterschied zwischen den ersten vier Segmenten und den nachfolgenden vier Segmenten entspricht exakt dem Testimpuls.
30 Durch Vergleich des Drehzahlsignals oder Beschleunigungssignals der Brennkraftmaschine für die ersten vier Segmente mit dem der nachfolgenden vier Segmente kann die durch den Testimpuls erzeugte Verbrennung ermittelt bzw. berechnet werden.

Beispielsweise werden mehrere Testimpulse bei
Leerlaufdrehzahl durchgeführt.

5 Figur 1 zeigt auf der linken Seite das Einspritzmuster im
normalen Zyklus (mit aktiver Steuerung) und auf der rechten
Seite das Einspritzmuster im Testzyklus (mit „eingefrorener“
Steuerung) über jeweils vier Segmente. Im Unterschied zum
Normalzyklus ist im Segment 0 ein Testimpuls vorhanden. Es
10 sind im Übrigen identische Parameter für identische Segmente
vorhanden.

Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung einer Kurve, die
ein Beispiel eines aus einem Testimpuls berechneten
15 Beschleunigungssignals N_{DF} repräsentiert. Wie erwähnt, wird
ein Testimpuls im Segment 0 abgegeben und realisiert. Die
Beschleunigung und Verzögerung der Kurbelwelle kann in den
Segmenten 2 und 3 festgestellt werden. Durch Vergleich des
Beschleunigungssignals vor und nach dem Testimpuls kann der
20 durch den Testimpuls erzeugte „Effekt“ oder die hierdurch
bewirkte Verbrennung ermittelt werden.

Zum Konfigurieren des „Verbrennungssignals“ kann folgendes
Berechnungsverfahren angewendet werden:

25

$$\text{SIG_CMB} = (a_1 \cdot N_{DF}(0) + a_2 \cdot N_{DF}(1) + a_3 \cdot N_{DF}(2) + a_4 \cdot N_{DF}(3))$$

Summe von N_{DF} nach Testimpuls

30

$$- (a_5 \cdot N_{DF}(0) + a_6 \cdot N_{DF}(1) + a_7 \cdot N_{DF}(2) + a_8 \cdot N_{DF}(3))$$

Summe von N_{DF} vor Testimpuls

Hierbei stellen $N_{DF}(0)$ bis $N_{DF}(3)$ die den Segmenten 0-3 zuzuordnenden Beschleunigungswerte dar.

Die Werte $a_1 \dots a_8$ stellen Gewichtungparameter dar, die je nach dem Auftreten der Beschleunigung und Verzögerung im entsprechenden Segment konfiguriert werden.

Figur 3 zeigt das gemäß vorheriger Gleichung berechnete Verbrennungssignal SIG CMB für die unterschiedlichen Testimpulse, das gemäß dem beschriebenen Verfahren ermittelt wurde. Um ein zuverlässigeres Ergebnis zu erreichen, können Filterverfahren oder Mittelwertbildungsverfahren Anwendung finden. Durch einfache Mittelwertbildung nach Ausschließen des Maximums und Minimums kann der statistische Verbrennungswert `sig_cmb_mean` berechnet werden.

Die Beziehung oder Korrelation zwischen den Werten `sig_cmb_mean` und einer tatsächlich eingespritzten Kraftstoffmenge ist bekannt, da sie experimentell ermittelt werden kann. Auf der Basis der ermittelten tatsächlich eingespritzten Kraftstoffmenge werden dann die Ansteuerdaten des entsprechenden Injektors der Brennkraftmaschine korrigiert.

Figur 4 zeigt nur rein beispielhaft zur Verdeutlichung die Beziehung zwischen berechneten Verbrennungswerten `CMB_STC` und der jeweiligen tatsächlich eingespritzten Kraftstoffmenge `MF` für einen Druck von 80 MPa.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Anpassen der tatsächlichen
5 Einspritzmenge eines Injektors einer
Brennkraftmaschine an die Soll-Einspritzmenge, bei
dem die durch einen Testeinspritzimpuls erzielte
Kurbelwellenbeschleunigung im Drehzahlsignal der
Brennkraftmaschine detektiert und hieraus die
10 eingespritzte Kraftstoffmenge des Injektors ermittelt
wird und bei dem auf der Basis der ermittelten
eingespritzten Kraftstoffmenge die Ansteuerdaten des
Injektors der Brennkraftmaschine korrigiert werden,
dadurch gekennzeichnet, dass die eingespritzte
15 Kraftstoffmenge des Injektors durch einen
Testeinspritzimpuls während des normalen befeuerten
Betriebszustandes der Brennkraftmaschine (während der
normalen Zündphase) detektiert und korrigiert wird.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass die Detektion während einer Leerlaufphase der
Brennkraftmaschine durchgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch
25 gekennzeichnet, dass die Detektion im ausgekuppelten
Zustand der Brennkraftmaschine durchgeführt wird.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Detektion durch
30 einen Vergleich eines normalen Einspritzzyklus mit
einem dem normalen Einspritzzyklus und mindestens
einem zusätzlichen definierten Testimpuls
entsprechenden Testzyklus durchgeführt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektion durch einen Vergleich von zwei Zyklen mit unterschiedlichen Testeinspritzungen durchgeführt wird.
- 5
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Testzyklus als Kopie der Konfiguration des normalen Einspritzzyklus mindestens in einem Segment und mindestens einem zusätzlichen definierten Testimpuls durchgeführt wird.
- 10
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Testzyklus als Kopie der Konfiguration des durch die Drehzahlsteuerung, insbesondere
- 15
- Leerlaufdrehzahlsteuerung, festgelegten normalen Einspritzzyklus und mindestens einem zusätzlichen definierten Testimpuls durchgeführt wird, indem die Drehzahlsteuerung, insbesondere
- 20
- Leerlaufdrehzahlsteuerung, für den Testzyklus „eingefroren“ wird.
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Einspritzzyklus in n Segmente aufgeteilt wird und die durch den Testimpuls eingespritzte Kraftstoffmenge aus der Differenz des Drehzahl- oder Beschleunigungssignals der ersten n Segmente und dem der nachfolgenden n Segmente ermittelt wird.
- 25
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass durch einen Vergleich des Drehzahl- oder Beschleunigungssignals vor und nach dem Testimpuls ein Verbrennungssignal für den Testimpuls ermittelt wird.
- 30

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,
dass ein statistisch relevanter Wert, insbesondere
der Mittelwert, von mehreren Verbrennungssignalen
5 gewonnen wird.
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch
gekennzeichnet, dass aus dem Verbrennungssignal bzw.
dem statistisch relevanten Wert der
10 Verbrennungssignale die tatsächlich eingespritzte
Kraftstoffmenge ermittelt wird.
12. Einspritzvorrichtung für eine Brennkraftmaschine, die
eine Steuerung für Einspritzventile der
15 Brennkraftmaschine umfasst, wobei die Steuerung
programmtechnisch zur Durchführung eines Verfahrens
nach einem der Ansprüche 1 bis 11 ausgebildet ist.
13. Brennkraftmaschine umfassend eine
20 Einspritzvorrichtung nach Anspruch 12.

25

30

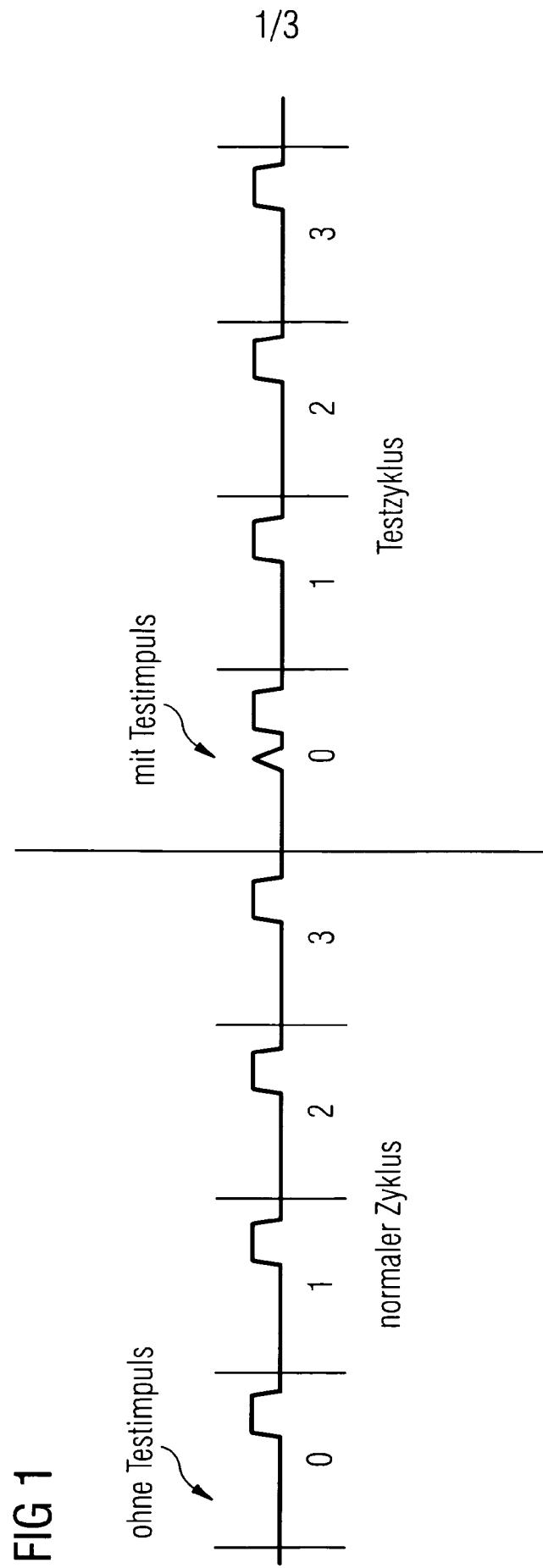


FIG 1

FIG 2

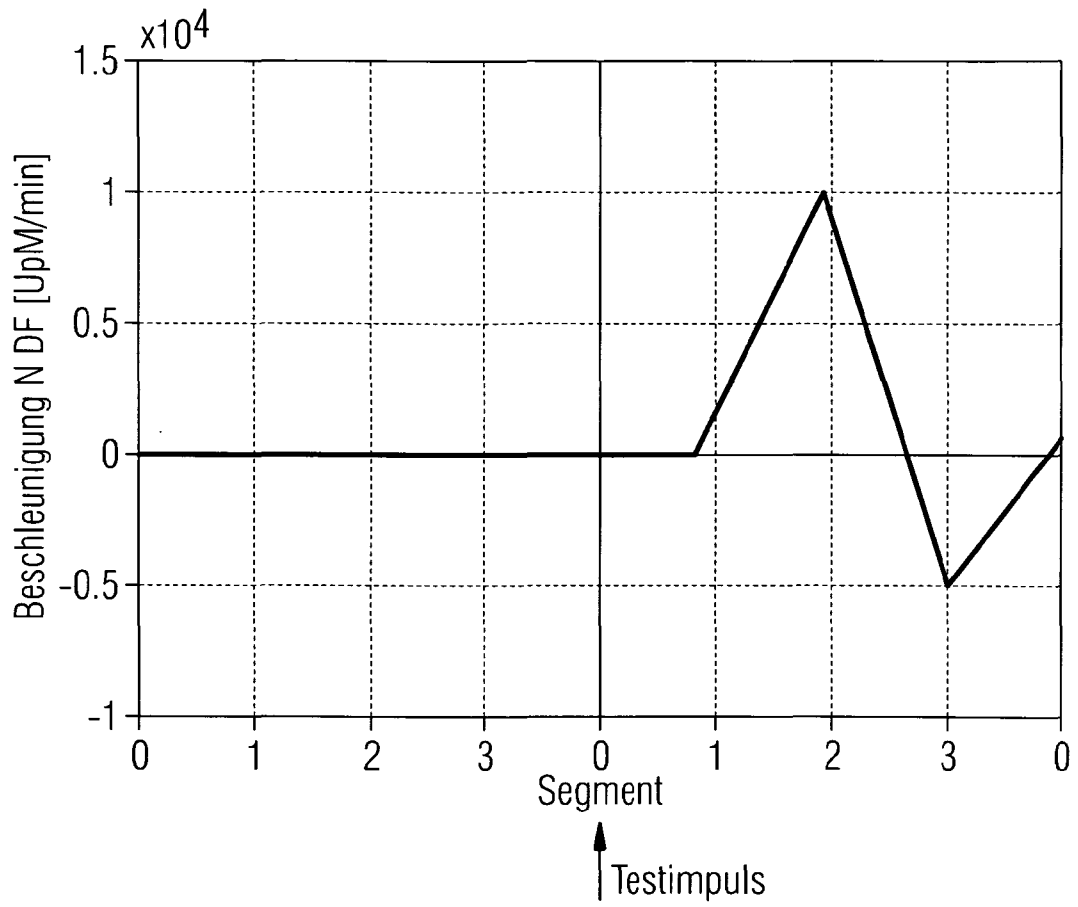


FIG 3

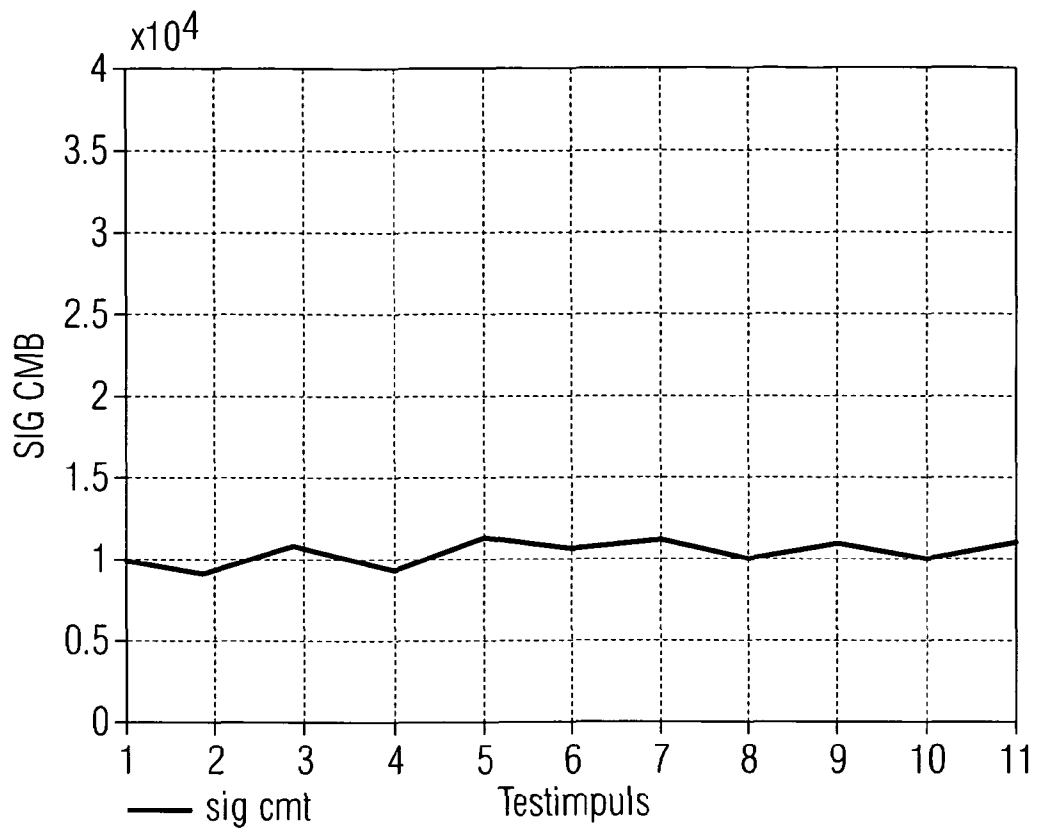
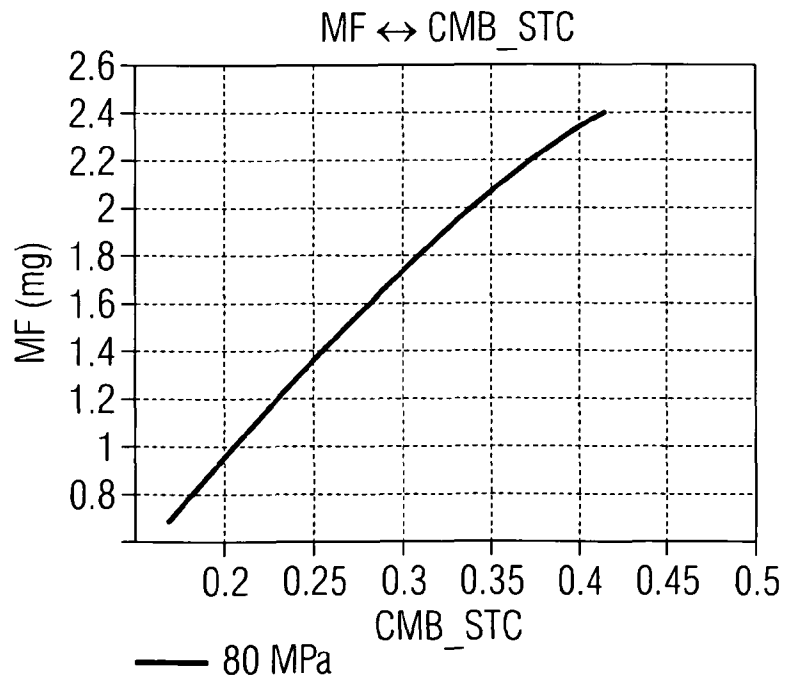


FIG 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/055306

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02D41/14 F02D41/24
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)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2005 052024 A1 (DENSO CORP [JP]) 24 May 2006 (2006-05-24) abstract; claim 1; figures 3,5 paragraph [0040] - paragraph [0050] -----	1-3,5, 8-12
X	DE 197 00 711 A1 (SIEMENS AG [DE]) 17 September 1998 (1998-09-17) the whole document -----	1,11,12
A	EP 2 039 917 A2 (DENSO CORP [JP]) 25 March 2009 (2009-03-25) abstract; claim 1; figures 2,3 paragraph [0004] - paragraph [0016] paragraph [0054] - paragraph [0071] -----	1-12
A	EP 1 388 661 A2 (FIAT RICERCHE [IT]) 11 February 2004 (2004-02-11) abstract; claim 1; figure 3 paragraph [0034] - paragraph [0065] -----	1,11,12

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
21 July 2011

Date of mailing of the international search report
28/07/2011

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

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/055306

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102005052024 A1	24-05-2006	JP 4289280 B2 JP 2006125370 A	01-07-2009 18-05-2006

DE 19700711 A1	17-09-1998	NONE	

EP 2039917 A2	25-03-2009	JP 4442670 B2 JP 2009074389 A US 2009076707 A1	31-03-2010 09-04-2009 19-03-2009

EP 1388661 A2	11-02-2004	AT 453795 T JP 4387722 B2 JP 2004132360 A US 2004089273 A1	15-01-2010 24-12-2009 30-04-2004 13-05-2004

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F02D41/14 F02D41/24
 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	DE 10 2005 052024 A1 (DENSO CORP [JP]) 24. Mai 2006 (2006-05-24) Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildungen 3,5 Absatz [0040] - Absatz [0050] -----	1-3,5, 8-12
X	DE 197 00 711 A1 (SIEMENS AG [DE]) 17. September 1998 (1998-09-17) das ganze Dokument -----	1,11,12
A	EP 2 039 917 A2 (DENSO CORP [JP]) 25. März 2009 (2009-03-25) Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildungen 2,3 Absatz [0004] - Absatz [0016] Absatz [0054] - Absatz [0071] ----- -/--	1-12



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

21. Juli 2011

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

28/07/2011

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

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 388 661 A2 (FIAT RICERCHE [IT]) 11. Februar 2004 (2004-02-11) Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildung 3 Absatz [0034] - Absatz [0065] -----	1,11,12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/055306

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102005052024 A1	24-05-2006	JP 4289280 B2	01-07-2009
		JP 2006125370 A	18-05-2006

DE 19700711 A1	17-09-1998	KEINE	

EP 2039917 A2	25-03-2009	JP 4442670 B2	31-03-2010
		JP 2009074389 A	09-04-2009
		US 2009076707 A1	19-03-2009

EP 1388661 A2	11-02-2004	AT 453795 T	15-01-2010
		JP 4387722 B2	24-12-2009
		JP 2004132360 A	30-04-2004
		US 2004089273 A1	13-05-2004
