

(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

2. April 2015 (02.04.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2015/043774 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02D 41/12 (2006.01) F02D 41/04 (2006.01)

F02D 41/40 (2006.01) F02D 41/24 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/059708

(22) Internationales Anmeldedatum:

13. Mai 2014 (13.05.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2013 219 701.2

30. September 2013 (30.09.2013)

DE

(71) Anmelder: CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder: ZHANG, Hong; Spitzwegstraße 16, 93105
Tegernheim (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING THE TRANSITION BETWEEN OPERATION WITH OVERRUN CUT-OFF AND NORMAL OPERATION OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE OPERATED WITH DIRECT FUEL INJECTION

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR STEUERUNG DES ÜBERGANGS ZWISCHEN DEM BETRIEB MIT SCHUBABSCHALTUNG UND NORMALBETRIEB EINER MIT KRAFTSTOFF-DIREKTEINSPRITZUNG BETRIEBENEN BRENNKRAFTMASCHINE

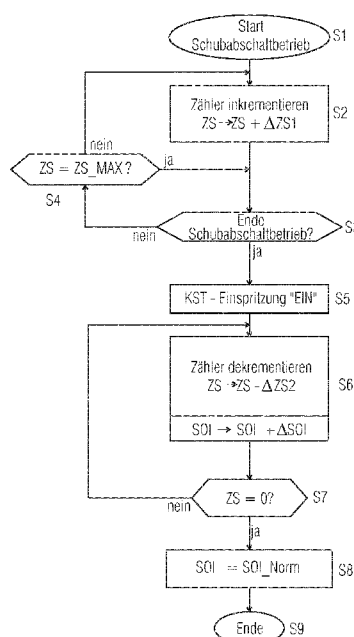


FIG 2

S1 Start overrun cut-off mode
S2 Increment counter
S3 End of overrun cut-off mode?
S5 KST - injection "On"
S6 Decrement counter
S7 End
S9 End
ja yes
nein no

(57) Abstract: The method for controlling the transition between operation with overrun cut-off and normal operation in an internal combustion engine (10) operated with direct fuel injection is defined in that during a transition phase after the overrun cut-off has ended with resumption of the fuel injection and normal operation of the internal combustion engine, the injection starting time (SOI) is shifted by an adaptation value (ΔSOI) with respect to a later injection starting time (SOI) compared to an injection starting time (SOI_Norm) which is determined during normal operation of the internal combustion engine (10). The adaptation value (ΔSOI) is preferably defined as a function of the duration of the overrun cut-off. As a result, the emission of particles by the internal combustion engine during the transition phase can be significantly lowered.

(57) Zusammenfassung: Das Verfahren zur Steuerung des Übergangs zwischen einem Betrieb mit Schubabschaltung und Normalbetrieb bei einer mit Kraftstoff-Direkteinspritzung betriebenen Brennkraftmaschine (10), zeichnet sich dadurch aus, dass während einer Übergangsphase nach Beendigung der Schubabschaltung mit Wiederaufnahme der Kraftstoffeinspritzung und Normalbetrieb der Brennkraftmaschine der Einspritzbeginnzeitpunkt (SOI) um einen Adaptionswert (ΔSOI) in Bezug auf einen, im Normalbetrieb der Brennkraftmaschine (10) ermittelten Einspritzbeginnzeitpunkt (SOI_Norm), später liegenden Einspritzbeginnzeitpunkt (SOI) verschoben wird. Der Adaptionswert (ΔSOI) wird vorzugsweise abhängig von der Zeitdauer der Schubabschaltung festgelegt. Dadurch kann der Partikelaustritt der Brennkraftmaschine während der Übergangsphase deutlich gesenkt werden.

WO 2015/043774 A1



SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung des Übergangs zwischen dem Betrieb mit Schubabschaltung und Normalbetrieb einer mit Kraftstoff-Direkteinspritzung betriebenen Brennkraftmaschine

Die Erfindung betrifft ein Verfahren um eine Vorrichtung zur Steuerung des Übergangs zwischen dem Betrieb mit Schubabschaltung und Normalbetrieb einer mit Kraftstoff-Direkteinspritzung betriebenen Brennkraftmaschine.

Aus Gründen der immer vordringlicher werdenden Einsparung an Kraftstoff und zur Verringerung der Schadstoffemissionen ist es bei der Steuerung moderner Brennkraftmaschinen üblich, die Kraftstoffzufuhr zu den Zylindern im Schubbetrieb zu reduzieren oder ganz abzuschalten.

Im Allgemeinen wird von Schubbetrieb oder Schiebebetrieb dann gesprochen, wenn bei geschlossener Drosselklappe die Drehzahl der Brennkraftmaschine einen bestimmten, vorgegebenen Wert, z.B. die Leerlaufdrehzahl übersteigt. Auf Schubbetrieb kann aber auch dann erkannt werden, wenn die Brennkraftmaschine eine höhere Drehzahl aufweist, als dies der Stellung der Drosselklappe bei einer Otto-Brennkraftmaschine bzw. der eingespritzten Kraftstoffmenge bei einer Diesel-Brennkraftmaschine entspricht. Anstelle der Auswertung der Drosselklappenstellung bzw. der Kraftstoffmenge kann auch das Signal eines Pedalwertgebers eines Fahrpedals herangezogen werden.

Da während des Schubbetriebs keine Arbeitsleistung der Brennkraftmaschine erwünscht ist, kann in diesem Betriebszustand die Zufuhr von Kraftstoff unterbunden werden, was in der Regel als Schubabschalten oder Schubabschneiden bezeichnet wird.

Beim Übergang von Schubbetrieb auf Schubabschaltung tritt im Allgemeinen aufgrund der Unterbrechung der Kraftstoffzufuhr ein Drehmomentsprung auf, der unter Umständen im Fahrzeug als Ruck bemerkbar ist und die Laufruhe der Brennkraftmaschine, sowie den

Fahrkomfort der Insassen des mit der Brennkraftmaschine angetriebenen Fahrzeuges beeinträchtigen kann. Das gleiche Problem entsteht, wenn nach dem Betrieb nach Schubabschaltung der normale Fahrbetrieb des Fahrzeugs wieder aufgenommen werden soll und die
5 Brennkraftmaschine wieder ein gewünschtes Drehmoment erzeugen und an die Räder des Fahrzeugs abgeben soll.

Unter dem Begriff „Normalbetrieb“ ist in diesem Zusammenhang der befeuerte Betrieb einer Brennkraftmaschine außerhalb der
10 Schubabschaltung zu verstehen, also der Betrieb mit freigegebener Kraftstoffzufuhr.

Zur Reduzierung des unerwünschten Drehmomentensprungs, der durch das Abschalten bzw. das Zuschalten der Kraftstoffeinspritzung im
15 Schubbetrieb entsteht, wurden schon verschiedene Maßnahmen vorgeschlagen.

Beispielsweise ist aus der EP 0 614 003 B1 ein Verfahren zur Steuerung der Kraftstoffzufuhr zu einer Brennkraftmaschine mit
20 mehreren Zylindern und aufeinanderfolgenden Einspritzungen in die Zylinder in vorgegebener Folge im Bereich des Schubbetriebes beschrieben. Dabei werden Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine erfasst und auf Beginn und Ende des Schubbetriebes erkannt, wenn diese Betriebskenngrößen bestimmte Bedingungen
25 erfüllen. Die Kraftstoffzufuhr zu den Zylindern wird bei Schubbeginn nach einer wählbaren Funktion verringert und bei Schubende nach einer wählbaren Funktion wieder freigegeben, wobei nach Erkennen des Schubbetriebes die Einspritzungen für einzelne Zylinder nach einer vorgegebenen Reihenfolge unterdrückt werden und nach Erkennen des Schubendes die Einspritzungen
30 für einzelne Zylinder nach einer weiteren vorgegebenen Reihenfolge wieder einsetzen. Die Reihenfolgen sind durch eine zeitliche Abfolge einzelner, in einem Speicher einer elektronischen Steuerungseinrichtung abgelegter Ausblendmuster
35 bestimmt. Durch ein solches selektives Unterdrücken von Einspritzimpulsen der einzelnen Zylinder ist es möglich, den Drehmomentsprung bei den Übergängen erheblich zu reduzieren.

In der DE 27 38 886 C3 ist ein Verfahren zur elektrischen Steuerung des Betriebsverhaltens einer Brennkraftmaschine mit Fremdzündung im und nach dem Schubbetrieb beschrieben, wobei die Kraftstoffzufuhr während dieses Schubbetriebs abstellbar ist und
5 eine Zündverstellung vorgenommen wird. Zu Beginn, bzw. ab einem vorgegebenen Zeitpunkt nach Beginn des Schubbetriebes wird der Zündzeitpunkt in wählbarer Funktion in Richtung spät verstellt und nach Beginn des Schubbetriebes die Kraftstoffzufuhr noch für eine bestimmbare Zeitdauer aufrechterhalten und der Zünd-
10 zeitpunkt auf ein Auslösesignal hin von spät nach wählbarer Funktion zum Erreichen eines weichen Überganges wieder auf den normalen Zündzeitpunkt zurückgeführt. Das Auslösesignal wird durch das Ende des Schubbetriebs und/oder das Ende der Absperrung der Kraftstoffzufuhr zur Brennkraftmaschine durch ein Signal von
15 einem Geber für den Drosselklappenöffnungswinkel und/oder durch eine wählbare Drehzahl bestimmt. Anschließend wird die Spätverstellung des Zündzeitpunktes verringert und gegen Ende des Schubbetriebes die der Brennkraftmaschine zugeführte Kraftstoffmenge vorübergehend erhöht.

20 Aus der DE 103 34 401 B3 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung des Übergangs zwischen einem Normalbetrieb und einem Betrieb mit Schubabschaltung bei einem mit Kraftstoff-Direkteinspritzung betriebenen Ottomotor bekannt, wobei
25 zur Vermeidung eines unzulässigen Drehmomentensprungs, der bei der Schubabschaltung durch Abschalten der Kraftstoffeinspritzung entsteht, der Zündwinkel in Richtung spät verstellt wird. Zur weiteren Reduzierung des Drehmomentensprungs wird Kraftstoff in Form einer Mehrfacheinspritzung in einen Zylinder
30 des Ottomotors eingespritzt, wobei wenigstens eine Teilmenge des einzuspritzenden Kraftstoffs während der Kompressionsphase abgesetzt wird.

Bisher werden beim Wiedereinsetzen der Kraftstoffzufuhr nach dem
35 Beenden der Schubabschaltung die Einspritzparameter wie im normalen, befeuerten Betrieb eingestellt. Insbesondere wird der Einspritzbeginnzeitpunkt abhängig von der Drehzahl, Last und der Temperatur der Brennkraftmaschine bestimmt. Auch die Ent-

scheidung, ob Mehrfacheinspritzung aktiviert wird oder nicht, hängt in erster Linie von diesen Parametern der Brennkraftmaschine ab.

5 Neben dem Problem, dass bei den erwähnten Betriebsübergängen ein gewisses Ruckeln auftritt, besteht ferner die Gefahr, dass während des Schubabschaltbetriebes die Temperatur im Brennraum merklich absinkt, wodurch es beim Wiedereinsetzen der Verbrennung nach Beendigung des Schubabschaltbetriebes zu erhöhten
10 Emissionen kommt.

Insbesondere bei Brennkraftmaschinen, bei denen der Kraftstoff direkt in die Brennräume eingespritzt wird (Kraftstoff-Direkteinspritzung), müssen Vorkehrungen getroffen
15 werden, dass es beim Wiedereinsetzen der Kraftstoffzufuhr nach dem Schubabschaltbetrieb nicht zu einem erhöhten Partikelaustritt kommt. Im Zuge der zukünftigen Euro -6-Abgasnorm müssen Kraftfahrzeuge, die über einen Ottomotor mit Kraftstoff-Direkteinspritzung verfügen, den vorgeschriebenen
20 Grenzwert für die Partikelanzahl (PN) von $6,0 \cdot 10^{11}$ /km (mit einer dreijährigen Übergangsfrist von $6,0 \cdot 10^{12}$ /km) einhalten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung zu schaffen, mit dem bzw. bei der beim Wiedereinsetzen der Kraftstoffzufuhr nach einem Schubabschaltbetrieb
25 einer mit Kraftstoff-Direkteinspritzung arbeitenden Brennkraftmaschine eine größere Reduzierung des Partikelaustrittes erzielt werden kann.

30 Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der nebengeordneten Ansprüche gelöst. Unteransprüche geben bevorzugte Ausführungsformen wieder.

Das Verfahren beziehungsweise die Vorrichtung zur Steuerung des
35 Übergangs zwischen einem Betrieb mit Schubabschaltung und Normalbetrieb bei einer mit Kraftstoff-Direkteinspritzung betriebenen Brennkraftmaschine zeichnet sich dadurch aus, dass während einer Übergangsphase nach Beendigung der Schubab-

schaltung mit Wiederaufnahme der Kraftstoffeinspritzung und Normalbetrieb der Brennkraftmaschine der Einspritzbeginnzeitpunkt um einen Adaptionwert in Bezug auf einen, im Normalbetrieb der Brennkraftmaschine (10) ermittelten Einspritzbeginnzeitpunkt, später liegenden Einspritzbeginnzeitpunkt verschoben wird.

Während der Schubabschaltung kühlt aufgrund der nicht stattfindenden Verbrennung und der durchgespülten Luftmasse der Brennraum, insbesondere die Zylinderwände und der Kolben stark ab. Bei herkömmlichen Systemen, die beim Wiedereinsetzen der Kraftstoffzufuhr nach Schubabschalten mit einem Einspritzzeitpunkt starten, welcher auch im normalen Betrieb, d.h. im befeuerten Betrieb verwendet wird, kann der während der Einspritzung die auf den Kolben gesammelte Kraftstoffmasse nicht mehr rechtzeitig vor der Verbrennung verdampfen, was zu einem erhöhten Partikelaustritt führt.

Durch Verschieben des Einspritzbeginnzeitpunktes während der Übergangsphase in Richtung spät trifft während der Einspritzung weniger Kraftstoffmasse auf den Kolben, wodurch der Partikelaustritt während dieser Übergangsphase deutlich gesenkt wird.

Da die Kühlwirkung sehr stark von der Dauer der Schubabschaltung abhängt, wird gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Adaptionwert in Abhängigkeit dieser Dauer gewählt.

Die Dauer der Schubabschaltung kann in einfacher Weise mittels eines Zeitzählers ermittelt werden, wobei der Zeitzähler zu Beginn der Schubabschaltung gestartet wird und während der Zeitdauer der Schubabschaltung der Zählerstand des Zeitzählers in vorgegebenen Schritten (Abtastschritte) um einen ersten Wert inkrementiert wird. Bei Beendigung der Schubabschaltung wird der Zählerstand des Zeitzählers in vorgegebenen Schritten um einen zweiten Wert dekrementiert und bei Erreichen des Zählerstandes gleich Null wird die Verschiebung des Einspritzbeginnzeitpunktes beendet. Dann wird der für den Normalbetrieb der Brennkraftmaschine ermittelte Einspritzbeginnzeitpunkt verwendet.

Um die Kühlung zu berücksichtigen, werden in vorteilhafter Weise der erste und der zweite Wert abhängig von der Höhe des Luftmassenstromes im Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine und /oder abhängig von einer Drehzahl und der Last der Brennkraftmaschine gewählt.

Durch Aufteilen der zuzumessenden Kraftstoffmasse in mehrere Einspritzvorgänge lässt sich in einfacher Weise die Eindringtiefe des Kraftstoffstrahles verringern, was zu einer geringeren Benetzung des Kolbens führt und damit ebenfalls zur Senkung der Partikelemission beiträgt.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung des nachfolgenden Ausführungsbeispiels, das in der Zeichnung dargestellt ist. Es zeigen:

Figur 1 in schematischer Darstellung ein Blockschaltbild einer mit Kraftstoff-Direkteinspritzung betriebenen Brennkraftmaschine mit der erfindungsgemäßen Steuerungsvorrichtung und

Figur 2 ein Ablaufdiagramm zur Steuerung des Übergangs zwischen dem Betrieb mit Schubabschaltung und Normalbetrieb dieser Brennkraftmaschine

In Figur 1 ist in schematischer Darstellung eine Otto-Brennkraftmaschine 10 gezeigt, die eine Kraftstoffversorgungseinrichtung 11 zum Einspritzen von Kraftstoff KST direkt in Brennräume von Zylindern Z1-Z4 aufweist. Der Brennkraftmaschine 10 wird über einen Ansaugtrakt 12 die zur Verbrennung des Kraftstoff-Luftgemisches in den Zylindern Z1-Z4 benötigte Frischluft zugeführt. Die Verbrennungsabgase strömen durch mindestens einen, in einem Abgastrakt 13 angeordneten Abgaskatalysator und einen Schalldämpfer in die Umgebung.

Zur Steuerung des Übergangs zwischen dem Betrieb mit Schubabschaltung und Normalbetrieb der Brennkraftmaschine 10 ist eine elektronische Steuerungsvorrichtung 14 vorgesehen. Die

Steuerungsvorrichtung 14 umfasst bevorzugt eine Recheneinheit (Prozessor) 15, die mit einem Programmspeicher 16, einem Wertespeicher (Datenspeicher) 17 und einem Zeitzähler 23 gekoppelt ist. Unter anderem ist in dem Programmspeicher 16
5 softwaremäßig eine kennfeldbasierte Funktion FKT_SCH zur Steuerung des Übergangs zwischen dem Betrieb mit Schubabschaltung und Normalbetrieb der Brennkraftmaschine 10 implementiert, die anhand der Beschreibung der Figur 2 noch näher erläutert wird.

10 In dem Wertespeicher 17 sind u.a. Parameter - bzw. Schwellenwerte SOI_Norm, Δ SOI, Δ ZS1,2, ZS_MAX gespeichert, deren Bedeutungen ebenfalls später anhand der Beschreibung der Figur 2 noch näher erläutert werden.

15 Die Steuerungsvorrichtung 14 ist mit verschiedenen Sensoren verbunden, die Betriebsparameter der Brennkraftmaschine 10 und Betriebsparameter des mit der Brennkraftmaschine 10 angetriebenen Kraftfahrzeuges erfassen. Die Sensoren sind u.a. ein
20 Fahrpedalstellungsgeber 18, welcher einen Fahrpedalwert FPW, also die Stellung eines Fahrpedals 19 erfasst, ein im Ansaugtrakt 12 angeordneter, als Lastsensor dienender Luftmassenmesser 20, der ein der Last der Brennkraftmaschine 10 entsprechendes Signal MAF erfasst, ein Drosselklappensensor 25 der einen Drossel-
25 klappenöffnungswinkel DKW einer im Ansaugtrakt 12 angeordneten Drosselklappe 24 erfasst, ein Kurbelwellenwinkelsensor 21, welcher einen Kurbelwellenwinkel der Brennkraftmaschine 10 erfasst, dem dann eine Drehzahl N zugeordnet wird und ein
Temperatursensor 22, der ein der Temperatur der Brennkraft-
30 maschine 10 repräsentatives Signal TEMP erfasst, in der Regel die Kühlmitteltemperatur der Brennkraftmaschine 10.

Diese Sensoren sind üblicherweise ohnehin vorhanden, da deren Signale auch für das Steuerprogramm des Motormanagementsystems
35 benötigt werden.

Anstelle des Luftmassenmessers 20 als Lastsensor kann alternativ oder zusätzlich auch ein Saugrohrdrucksensor eingesetzt werden.

In alternativer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Steuerprogramm FKT_SCH zur Steuerung des Übergangs zwischen dem Betrieb mit Schubabschaltung und Normalbetrieb nicht in einer separaten Steuerungsvorrichtung 14 abläuft, sondern als Unterprogramm im Managementsystem der Motorsteuerung enthalten ist. Dadurch kann in vorteilhafter Weise auf zusätzliche Hardware verzichtet werden.

Das Verfahren zur Steuerung des Übergangs zwischen dem Betrieb mit Schubabschaltung und dem Normalbetrieb wird anhand eines Ablaufdiagrammes gemäß der Figur 2 erläutert.

Das Verfahren wird in einem Schritt S1 immer dann gestartet, wenn im Schubbetrieb der Brennkraftmaschine 10 die Kraftstoffzufuhr zu den Zylindern Z1-Z4 abgeschaltet wird, also der Betrieb Schubabschaltung vorliegt.

Zu Beginn dieser Schubabschaltungsphase wird in einem Schritt S2 der Zeitzähler 23 gestartet und während des fortlaufenden Betriebes der Schubabschaltungsphase pro Abtastung um einen ersten Wert $\Delta ZS1$ inkrementiert. Der Wert des Inkrements $\Delta ZS1$ ist abhängig von dem Luftmassenstrom MAF durch die Zylinder Z1-Z4 und in einem Kennfeld des Wertespeichers 17 abgelegt. Dadurch kann die durch den Luftmassenstrom MAF bewirkte Abkühlung der Brennkraftmaschine, insbesondere die der Brennräume und der Kolben berücksichtigt werden. Dieser Luftmassenstrom MAF kann in vorteilhafter Weise direkt von dem Luftmassenmesser 20 erfasst werden. Alternativ oder zusätzlich kann auch die Drehzahl und die Last berücksichtigt werden.

Der Betriebsbereich der Schubabschaltung bleibt solange bestehen, bis in einem anschließenden Schritt S3 auf Beendigung des Schubabschaltbetriebes, also auf Wiedereinsetzen der Kraftstoffeinspritzung in die Zylinder Z1-Z4 erkannt wird.

Sind die Bedingungen für den Schubabschaltbetrieb weiterhin erfüllt, so wird in einem Schritt S4 abgefragt, ob der Zählerstand ZS des Zählers 23 einen vorgegebenen Maximalwert ZS_MAX erreicht

hat. Der Maximalwert ZS_MAX ist in dem Wertespeicher 17 abgelegt und bestimmt die maximale Zeitdauer, in der die Verschiebung des Einspritzbeginnzeitpunktes in Richtung „spät“ berücksichtigt wird.

5

Die Schleife, bestehend aus den Schritten S2, S3 und S4 wird so oft durchlaufen, bis entweder der Maximalwert ZS_MAX erreicht ist oder der Betriebsbereich der Schubabschaltung verlassen wird, beispielsweise weil der Fahrer des mit der Brennkraftmaschine 10 angetriebenen Kraftfahrzeuges das Fahrpedal 19 betätigt.

Im Falle der Fahrpedalbetätigung, also beim Verlassen des Schubabschaltbetriebes wird in einem nachfolgenden Schritt S5 die Kraftstoffeinspritzung freigegeben und in einem Schritt S6 der Zeitzähler 23 wieder gestartet und während des fortlaufenden, befeuerten Betriebes der Brennkraftmaschine 10 pro Abtastung um einen zweiten Wert $\Delta ZS2$ dekrementiert. Der Wert des Dekrements $\Delta ZS2$ ist abhängig vom Luftmassenstrom MAF oder von der Drehzahl N und der Last und ist ebenfalls in einem Kennfeld des Wertespeichers 17 abgelegt.

Mit dem Wiedereinsetzen der Kraftstoffeinspritzung wird der Einspritzbeginnzeitpunkt SOI um einen Wert ΔSOI in Richtung zu einem, gegenüber aus Drehzahl, Last und Temperatur der Brennkraftmaschine ermittelten, zeitlich später liegenden Einspritzbeginnzeitpunkt $SOI + \Delta SOI$ verschoben. Der Wert ΔSOI kann dabei abhängig vom Zählerstand ZS festgelegt sein, wobei der Wert ΔSOI umso größer ist, je höher der Zählerstand ZS ist.

Alternativ kann der Einspritzbeginnzeitpunkt SOI auch um einen konstanten Wert ΔSOI unabhängig vom Zählerstand ZS in Richtung zu einem zeitlich später liegenden Einspritzbeginnzeitpunkt SOI verschoben werden. Auch dieser Wert ist in dem Wertespeicher 17 abgelegt.

35

Nach erfolgtem Verschieben des Einspritzbeginnzeitpunktes SOI wird in einem Schritt S7 abgefragt, ob der Zählerstand ZS schon den Wert Null erreicht hat. Ist das noch nicht der Fall, so wird

wieder zum Schritt S6 verzweigt und eine weitere Verschiebung des Einspritzbeginnzeitpunktes SOI wird vorgenommen.

- 5 Hat der Zählerstand ZS den Wert Null erreicht, findet keine Verschiebung mehr statt und es stellt sich ein Wert SOI_Norm ein, der sich aus dem momentanen Betriebspunkt der Brennkraftmaschine (Drehzahl, Last, Temperatur) ergibt (Schritt 8). Anschließend wird das Verfahren in einem Schritt S9 beendet.
- 10 Darüber hinaus kann auch beim Wiedereinsetzen der Kraftstoffeinspritzung in Schritt S6 zusätzlich die zuzumessende Masse an Kraftstoff in Form von Mehrfacheinspritzungen in den Brennraum eingebracht werden, um das Eindringen des Kraftstoffstrahls zu reduzieren. Die Mehrfacheinspritzungen werden
- 15 solange aktiviert, bis der Zählerstand ZS den Wert Null erreicht. Der Aufteilungsfaktor für die Mehrfacheinspritzungen kann dabei bevorzugt abhängig vom Zählerstand ZS definiert sein. Je kleiner der Zählerstand ZS, desto mehr wird die insgesamt zuzumessende Kraftstoffmasse auf die erste Einspritzung der Mehrfachein-
- 20 spritzungen aufgeteilt.

Begriffs-/Bezugszeichenliste

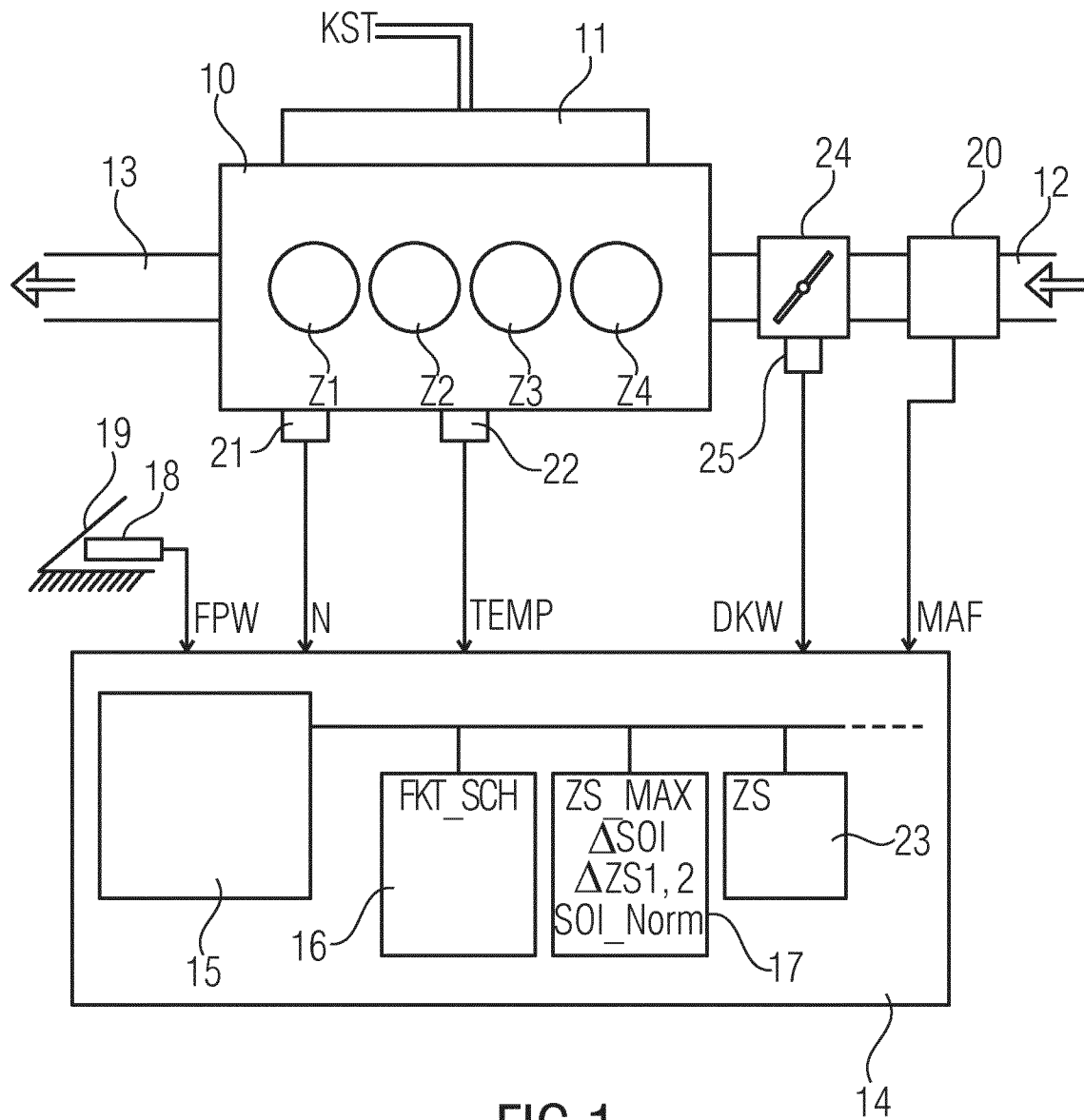
	10	Otto-Brennkraftmaschine
	11	Kraftstoffversorgungseinrichtung
5	12	Ansaugtrakt
	13	Abgastrakt
	14	elektronische Steuerungsvorrichtung
	15	Steuereinheit, Recheneinheit, Prozessor
	16	Programmspeicher
10	17	Datenspeicher, Wertespeicher
	18	Fahrpedalstellungsgeber
	19	Fahrpedal
	20	Luftmassenmesser, Lastsensor
	21	Kurbelwellenwinkelsensor
15	22	Temperatursensor
	23	Zeitähler
	24	Drosselklappe
	25	Drosselklappensensor
	DKW	Drosselklappenöffnungswinkel
20	FKT_SCH	Steuerungsfunktion Schubabschaltbetrieb
	FPW	Fahrpedalwert
	KST	Kraftstoff
	MAF	Luftmassenstrom, Lastsignal
	N	Drehzahl der Brennkraftmaschine
25	SOI	Einspritzbeginnzeitpunkt, start of injection
	Δ SOI	Adaptionswert für Einspritzbeginnzeitpunkt
	SOI_Norm	Einspritzbeginnzeitpunkt für Normalbetrieb
	TEMP	Brennkraftmaschinentemperatur
	Z1-Z4	Zylinder der Brennkraftmaschine
30	ZS	Zählerstand
	Δ ZS1	Inkrement Zählerstand
	Δ ZS2	Dekrement Zählerstand
	ZS_MAX	Maximalwert Zählerstand
	S1-S9	Verfahrensschritte

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung des Übergangs zwischen einem Betrieb mit Schubabschaltung und Normalbetrieb bei einer mit Kraftstoff-Direkteinspritzung betriebenen Brennkraftmaschine (10), dadurch gekennzeichnet, dass während einer Übergangsphase nach Beendigung der Schubabschaltung mit Wiederaufnahme der Kraftstoffeinspritzung und Normalbetrieb der Brennkraftmaschine (10) der Einspritzbeginnzeitpunkt (SOI) um einen Adaptionswert (Δ SOI) in Bezug auf einen, im Normalbetrieb der Brennkraftmaschine (10) ermittelten Einspritzbeginnzeitpunkt (SOI_Norm), später liegenden Einspritzbeginnzeitpunkt (SOI) verschoben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Adaptionswert (Δ SOI) abhängig von der Zeitdauer der Schubabschaltung festgelegt ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass
 - zu Beginn der Schubabschaltung ein Zeitzähler (23) gestartet wird und während der Zeitdauer der Schubabschaltung der Zählerstand (ZS) des Zeitzählers (23) in vorgegebenen Schritten um einen ersten Wert (Δ ZS1) inkrementiert wird,
 - bei Beendigung der Schubabschaltung der Zählerstand (ZS) des Zeitzählers (23) in vorgegebenen Schritten um einen zweiten Wert (Δ ZS2) dekrementiert wird und
 - bei Erreichen des Zählerstandes (ZS) gleich Null die Verschiebung des Einspritzbeginnzeitpunktes (SOI) beendet ist und der im Normalbetrieb der Brennkraftmaschine (10) ermittelte Einspritzbeginnzeitpunkt (SOI_Norm) herangezogen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Adaptionswert (Δ SOI) abhängig von dem Zählerstand (ZS) des Zeitzählers (23) gewählt ist.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Adaptionswert (ΔSOI) umso größer ist, je höher der Zählerstand (ZS) des Zeitzählers (23) ist.
- 5 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mit Wiederaufnahme der Kraftstoffeinspritzung die zuzumessende Masse an Kraftstoff in Form von Mehrfacheinspritzungen eingespritzt wird.
- 10 7. Verfahren nach Anspruch 3 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein Aufteilungsfaktor für die Mehrfacheinspritzungen abhängig von dem Zählerstand (ZS) des Zeitzählers (23) festgelegt ist und je kleiner der Zählerstand (ZS) ist, desto mehr Kraftstoffmasse mittels der ersten Einspritzung der
- 15 Mehrfacheinspritzungen eingespritzt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Mehrfacheinspritzungen solange durchgeführt werden, bis der Zählerstand (ZS) den Wert Null
- 20 erreicht hat.
9. Verfahren nach Anspruch 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Adaptionswert (ΔSOI) umso größer ist, je höher der Zählerstand (ZS) des Zeitzählers (23) ist.
- 25 10. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Wert ($\Delta ZS1$) und /oder der zweite Wert ($\Delta ZS2$) abhängig von der Höhe eines Luftmassenstromes (MAF) in einem Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine (10) festgelegt ist.
- 30 11. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Wert ($\Delta ZS1$) und /oder der zweite Wert ($\Delta ZS2$) abhängig von einer Drehzahl (N) und der Last der Brennkraftmaschine (10) festgelegt ist.
- 35 12. Vorrichtung zur Steuerung des Übergangs zwischen einem Betrieb mit Schubabschaltung und Normalbetrieb bei einer mit Kraftstoff-Direkteinspritzung betriebenen Brennkraftma-

schine (10), wobei die Vorrichtung dazu ausgebildet ist, ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11 durchzuführen.



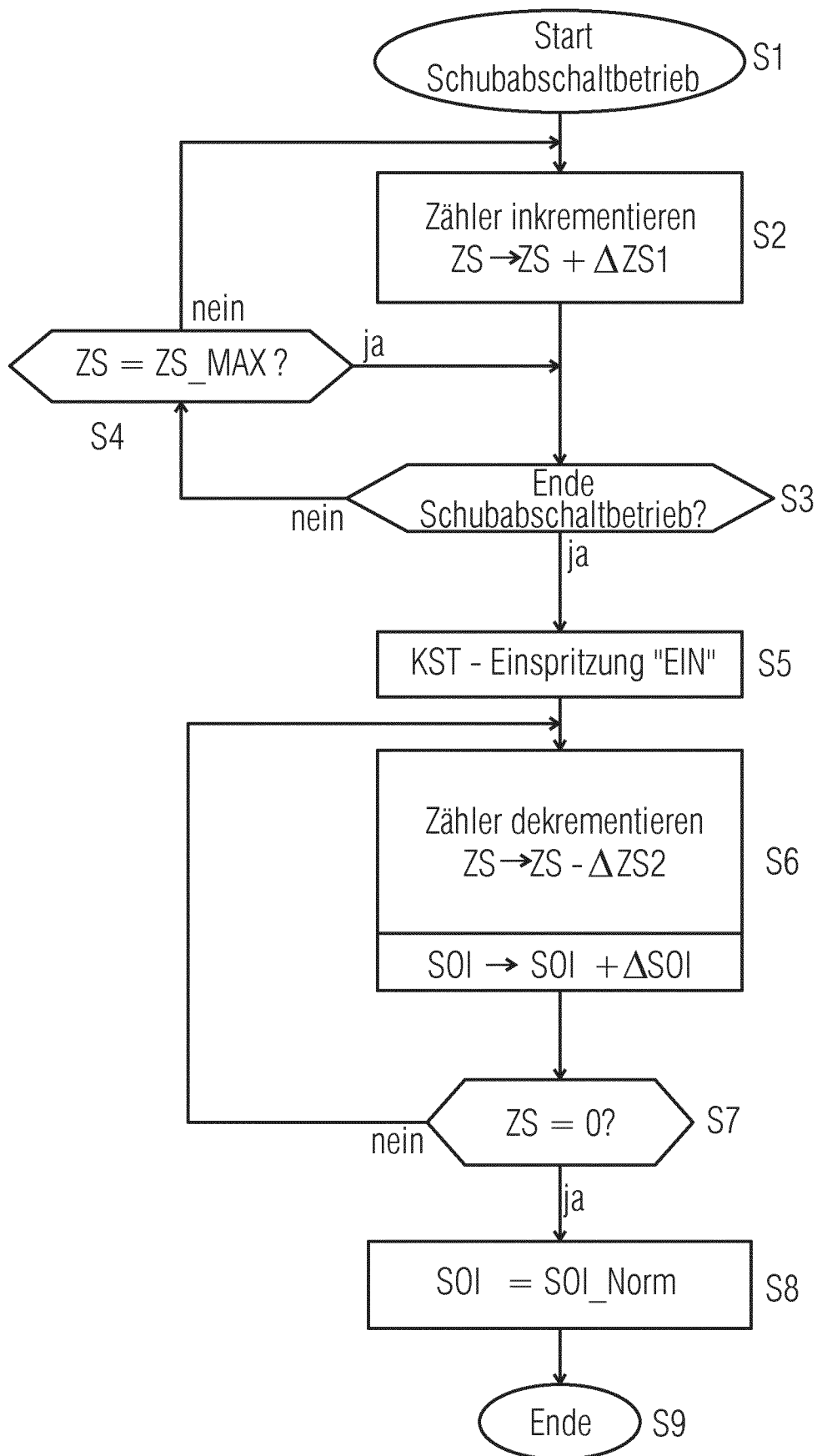


FIG 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/059708

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02D41/12 F02D41/40 F02D41/04 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 practicable, 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	WO 2012/161127 A1 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD [JP]; ARIHARA YOSHINOBU [JP]) 29 November 2012 (2012-11-29) the whole document & US 2014/182557 A1 (ARIHARA YOSHINOBU [JP]) 3 July 2014 (2014-07-03) -----	1-12
X	US 2012/080009 A1 (SHIBATA JONATHAN T [US] ET AL) 5 April 2012 (2012-04-05)	1,12
A	abstract; figures 1-3 paragraphs [0016] - [0021], [0024] - [0032]; claim 1 -----	3,10,11
A	EP 1 361 354 A2 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 12 November 2003 (2003-11-12) abstract; figure 1 paragraphs [0064] - [0066], [0076], [0080], [0090] - [0092] -----	1,10,11



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

23 October 2014

Date of mailing of the international search report

10/11/2014

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

Ossanna, Luca

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/059708

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2012161127 A1	29-11-2012	CN 103562531 A DE 112012002218 T5 JP 5396430 B2 JP 2012241654 A US 2014182557 A1 WO 2012161127 A1	05-02-2014 12-06-2014 22-01-2014 10-12-2012 03-07-2014 29-11-2012
US 2012080009 A1	05-04-2012	CN 102444488 A US 2012080009 A1	09-05-2012 05-04-2012
EP 1361354 A2	12-11-2003	EP 1361354 A2 EP 1589208 A1 JP 3797278 B2 JP 2003322044 A US 2003200952 A1	12-11-2003 26-10-2005 12-07-2006 14-11-2003 30-10-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/059708

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F02D41/12 F02D41/40 F02D41/04 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	WO 2012/161127 A1 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD [JP]; ARIHARA YOSHINOBU [JP]) 29. November 2012 (2012-11-29) das ganze Dokument & US 2014/182557 A1 (ARIHARA YOSHINOBU [JP]) 3. Juli 2014 (2014-07-03) -----	1-12
X	US 2012/080009 A1 (SHIBATA JONATHAN T [US] ET AL) 5. April 2012 (2012-04-05)	1,12
A	Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 Absätze [0016] - [0021], [0024] - [0032]; Anspruch 1 -----	3,10,11
A	EP 1 361 354 A2 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 12. November 2003 (2003-11-12) Zusammenfassung; Abbildung 1 Absätze [0064] - [0066], [0076], [0080], [0090] - [0092] -----	1,10,11
☐ 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 23. Oktober 2014		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 10/11/2014
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 Ossanna, Luca

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/059708

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 2012161127	A1	29-11-2012	CN	103562531 A		05-02-2014
			DE	112012002218 T5		12-06-2014
			JP	5396430 B2		22-01-2014
			JP	2012241654 A		10-12-2012
			US	2014182557 A1		03-07-2014
			WO	2012161127 A1		29-11-2012

US 2012080009	A1	05-04-2012	CN	102444488 A		09-05-2012
			US	2012080009 A1		05-04-2012

EP 1361354	A2	12-11-2003	EP	1361354 A2		12-11-2003
			EP	1589208 A1		26-10-2005
			JP	3797278 B2		12-07-2006
			JP	2003322044 A		14-11-2003
			US	2003200952 A1		30-10-2003
