

(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
30. Mai 2014 (30.05.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/079649 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02D 35/02 (2006.01) **F02D 41/22** (2006.01)
F02D 41/14 (2006.01) **G01L 23/22** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/072330

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. Oktober 2013 (24.10.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 221 249.3
21. November 2012 (21.11.2012) DE

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

(72) Erfinder: **SCHÜLE, Harry**; Am Wanderweg 19, 92431
Neunburg V. Wald (DE). **SCHNEIDER, Waldemar**;
Handling 30, 94265 Patersdorf (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 DETECTING AUTOIGNITIONS ON THE BASIS OF MEASURED AND ESTIMATED INTERNAL CYLINDER PRESSURE VALUES OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ERKENNEN VON GLÜHZÜNDUNGEN BASIEREND AUF GEMESSENEN UND GESCHÄTZTEN ZYLINDERINNENDRUCKWERTEN EINER VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE

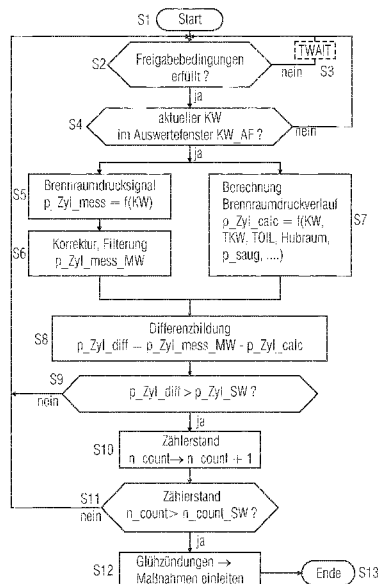


FIG 3
ja = Yes
nein = No
S2 Release conditions met?
S4 Current KW in evaluation window KW_AF?
S5 Combustion chamber pressure signal $p_{Zyl_mess} = f(KW)$
S6 Correction, filtering $p_{Zyl_mess_MW}$
S7 Calculation of combustion chamber pressure curve $p_{Zyl_calc} = f(KW, TKW, TOIL, displacement, p_{saug}, \dots)$
S8 Difference calculation $p_{Zyl_diff} = p_{Zyl_mess_MW} - p_{Zyl_calc}$
S10 Counter state $n_count \rightarrow n_count + 1$
S11 Counter state $n_count > n_count_SW?$
S12 Autoignitions $\rightarrow$ initiate actions
S13 End

(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for detecting an autoignition in a spark-ignited internal combustion engine (VBK) having at least one cylinder (Z1-Z), wherein values for the combustion chamber pressure (p_{Zyl_mess}) are measured during a compression stroke of the internal combustion engine (VBK) at defined crankshaft angles (KW) within an evaluation window (KW-AWF), a filtered pressure value ($p_{Zyl_mess_MW}$) is determined from the measured values for the combustion chamber pressure (p_{Zyl_mess}), theoretical pressure values (p_{Zyl_calc}) in the combustion chamber (27) that would arise if no combustion took place in the combustion chamber (27) are determined for the defined crankshaft angles (KW), the value of the pressure difference (p_{Zyl_diff}) between the filtered pressure value ($p_{Zyl_mess_MW}$) and the theoretical pressure values (p_{Zyl_calc}) is calculated, the value of the pressure difference (p_{Zyl_diff}) is compared with a specified threshold value (p_{Zyl_SW}), and, if the threshold value (p_{Zyl_SW}) is exceeded, an autoignition in the combustion chamber (27) is inferred.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/079649 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)

Es ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erkennen einer Glühzündung bei einer fremdgezündeten Verbrennungskraftmaschine (VBK) mit mindestens einem Zylinder (Zl-Z) beschrieben, wobei während eines Verdichtungstaktes der Verbrennungskraftmaschine (VBK) an festgelegten Kurbelwellenwinkel (KW) innerhalb eines Auswertefensters (KW-AWF) Werte für den Brennraumdruck ($p_{\text{Zyl mess}}$) erfasst werden, aus den erfassten Werten für den Brennraumdruck ($p_{\text{Zyl mess}}$) ein gefilterter Druckwert ($p_{\text{Zyl mess MW}}$) ermittelt wird, zu den festgelegten Kurbelwellenwinkeln (KW) theoretische Druckwerte ($p_{\text{Zyl calc}}$) in dem Brennraum (27) bestimmt werden, die sich einstellen würden, wenn keine Verbrennung in dem Brennraum (27) stattfinden würde, der Wert der Druckdifferenz ($p_{\text{Zyl diff}}$) zwischen dem gefilterten Druckwert ($p_{\text{Zyl mess MW}}$) und den theoretischen Druckwerten ($p_{\text{Zyl calc}}$) gebildet wird, der Wert der Druckdifferenz ($p_{\text{Zyl diff}}$) mit einem vorgegebenen Schwellenwert ($p_{\text{Zyl SW}}$) verglichen wird und bei Überschreiten des Schwellenwertes ($p_{\text{Zyl SW}}$) auf eine Glühzündung in dem Brennraum (27) geschlossen wird.

Beschreibung

**VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ERKENNEN VON GLÜHZÜNDUNGEN
BASIEREND AUF GEMESSENEN UND GESCHÄTZTEN ZYLINDERINNENDRUCKWERTEN EINER
VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE**

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erkennen von Glühzündungen bei einer Verbrennungskraftmaschine.

10

Bei Verbrennungskraftmaschinen können verschiedene Verbrennungsstörungen, sogenannte irreguläre Verbrennungen auftreten, die nicht oder nicht ausschließlich vom Zündfunken der Zündkerze ausgelöst werden, sondern durch eine Selbstentflammung. Hierzu gehören insbesondere klopfende Verbrennung, Vorentflammungen und Glühzündungen.

15

20

25

30

Während die Vorentflammung ein sporadisch auftretendes Ereignis ist, die nach einer gewissen Anzahl von Arbeitsspielen wieder verschwindet, sind Glühzündungen sich selbst verstärkende Vorgänge einer irregulären Verbrennung vor dem regulären Zündzeitpunkt. Auslöser sind dabei heiße Oberflächen und überhitzte Bauteile wie z.B. Elektroden von Zündkerzen, Auslassventile, scharfe, überhitzte Kanten im Brennraum oder zu heiße Brennraumwände. Durch zu früh stattfindende Selbstentflammung steigen der Druck und die Temperatur im Brennraum noch mehr an, das auslösende Bauteil oder die Oberfläche erhitzt sich noch weiter. Im nächsten Zyklus tritt dann die Glühzündung noch früher auf und die Brennraumtemperatur steigt weiter. Oft ist diese irreguläre Verbrennung mit einem starken Klopfen verbunden. In der Endphase, in der die Selbstzündung ihren stationären Punkt findet, ist der Zündzeitpunkt so früh, dass kein Klopfen mehr erkennbar ist. Diese Glühzündung kann nicht durch Spätstellen des Zündwinkels verhindert werden.

Durch die hohe thermische Belastung des Brennraumes kann es zu Schäden oder gar zur totalen Zerstörung des Kolbens, zum Abschmelzen der Elektroden der Zündkerze oder von Teilen der ohnehin hoch belasteten Auslassventile kommen.

5

Um das Auftreten von Verbrennungsstörungen wie zum Beispiel klopfende Verbrennung zu vermeiden, wird in der Druckschrift DE 10 2006 015 662 A1 vorgeschlagen, mittels sogenannter Klopfensensoren Geräusche der Brennkraftmaschine zu erfassen, wobei die Geräusche für jeden Verbrennungszyklus zur Bildung zylinderindividueller Signale dienen. Dabei wird ein überwachter Zylinder abgeschaltet, d.h. es wird zum Beispiel die Kraftstoffzufuhr zu diesem Zylinder unterbrochen, wenn Klopfen durch Vorentflammung vorliegt, d.h. wenn die aktuellen und für diesen Zylinder spezifischen Signalwerte vorgegebene Sollwerte übersteigen.

Aus EP 0 819 925 A2 ist ein Verfahren zur Erfassung einer Frühzündung an einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine bekannt. Dabei wird ein Signal eines Klopfensors in verschiedenen Zeitintervallen erfasst. Mit Hilfe des erfassten Signals des Klopfensors wird erkannt, ob eine unnormale Vibration vorliegt. Zudem wird überprüft, ob die Frequenz der Zeitintervalle der unnormalen Vibration eine festgelegte Schwelle überschreitet. Ist dies der Fall, so wird eine Frühzündung erkannt.

Aus DE 10 234 252 A1 ist ein Verfahren zur Erkennung von Verbrennungsaussetzern bekannt. Zur Verbesserung der Erkennungsgüte werden zwei verschiedene Messverfahren eingesetzt, die nach unterschiedlichen physikalischen Prinzipien arbeiten. Eines der Verfahren erfasst die Drehgeschwindigkeit der Kurbelwelle und das andere Verfahren erfasst den Ionenstrom im Brennraum.

Aus DE 198 59 310 A1 ist eine Motorregelungsvorrichtung bekannt, die eine Vorentflammungs-Erfassungseinrichtung zum Erfassen einer Vorentflammung in mindestens einem Brennraum aufweist. Es ist eine Einstelleinrichtung zum Einstellen mindestens eines Motorparameters vorgesehen. Weiterhin ist eine Regelschleife zwischen der Vorentflammungs-Erfassungs-Einrichtung und der Einstellungseinrichtung zur Unterdrückung einer erfassten Vorentflammung durch Verstellung des Motorparameters vorgesehen.

10

In der DE 10 2007 024 415 B3 ist ein Verfahren zur Erkennung einer Glühzündung einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine mit wenigstens einem Zylinder, der mit einer Kurbelwelle verbunden ist, beschrieben. Gemäß dem Verfahren wird eine Drehgeschwindigkeit der Kurbelwelle während eines Verdichtungstaktes des Zylinders während eines ersten Zeitintervalls im Arbeitsablauf der Brennkraftmaschine gemessen. Ferner wird ein Klopfsignal während eines Arbeitstaktes des Zylinders während eines zweiten Zeitintervalls im Arbeitsablauf der Brennkraftmaschine erfasst. Eine Glühzündung des Zylinders wird erkannt, wenn die Drehgeschwindigkeit der Kurbelwelle gegenüber einem Vergleichswert verlangsamt ist und aufgrund des Klopfsignals eine klopfende Verbrennung erkannt wird.

25 Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht darin, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, das bzw. die eine zuverlässige Erkennung von Glühzündungen beim Betrieb einer Brennkraftmaschine ermöglicht.

30 Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung zeichnet sich aus durch ein Verfahren und eine korrespondierende Vorrichtung zum Erkennen einer Glühzündung bei einer fremdgezündeten Verbrennungskraftmaschine mit mindestens einem Zylinder, der zusammen mit einem, mit einer Kurbelwelle verbundenen Kolben einen Brennraum begrenzt, einem Brennraumdrucksensor zur Messung des Druckes in dem Brennraum, einem Kurbelwellenwinkelsensor, der ein den Kurbelwellenwinkel darstellendes Signal liefert, einer Steuerungseinrichtung zur Steuerung und/oder Regelung der Verbrennungskraftmaschine.

Während eines Verdichtungstaktes der Verbrennungskraftmaschine wird an festgelegten Kurbelwellenwinkel innerhalb eines Auswertefensters Werte für den Brennraumdruck erfasst, aus den erfassten Werten für den Brennraumdruck wird ein gefilterter Druckwert ermittelt, zu den festgelegten Kurbelwellenwinkeln werden theoretische Druckwerte in dem Brennraum bestimmt, die sich einstellen würden, wenn keine Verbrennung in dem Brennraum stattfinden würde, der Wert der Druckdifferenz zwischen dem gefilterten Druckwert und den theoretischen Druckwerten wird gebildet, der Wert der Druckdifferenz wird mit einem vorgegebenen Schwellenwert verglichen und bei Überschreiten des Schwellenwertes wird auf eine Glühzündung in dem Brennraum geschlossen.

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der Vorrichtung können auf einfache und kostengünstige Weise Glühzündungen sicher erkannt und Bauteile im Brennraum der Verbrennungskraftmaschine wirksam vor thermischer Überbelastung geschützt werden.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung erfolgt die Filterung der gemessenen Werte für den Brennraumdruck mittels einer gleitenden Mittelwertbildung. Durch eine solche Glättung wird verhindert, dass nicht zufällig ein geringerer Druckwert herangezogen wird, welcher durch Klopfen ausgelöst wird.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden die theoretischen Druckwerte mittels eines thermodynamischen Modells berechnet, bei dem der Kurbelwellenwinkel, eine Kühlmitteltemperatur, eine Motoröltemperatur, ein
5 Druckwert in einem Saugrohr der Verbrennungskraftmaschine und die geometrischen Größen des Kurbeltriebes berücksichtigt werden. Alle Größen zur thermodynamischen Berechnung des Druckverlaufes sind ohnehin in der Steuerungseinrichtung vorhanden, so dass eine sehr einfache und kostenneutrale
10 Möglichkeit gegeben ist, diesen Druckverlauf zu bestimmen.

Werden die theoretischen Druckwerte nicht online bei jedem abgetasteten Kurbelwellenwinkel separat berechnet, sondern vorab ermittelt und in Kennfeldern eines Speichers der
15 Steuerungseinrichtung abgelegt, so ergibt sich eine einfache Zuordnung, mit der Rechenkapazität in der Steuerungseinrichtung eingespart werden kann.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung
20 wird nicht schon bei einmaligem Überschreiten des Schwellenwertes auf eine Glühzündung geschlossen, sondern es wird ein Zählerstand eines in der Steuerungseinrichtung enthaltenen Zählers erhöht und bei Erreichen eines vorgegebenen Schwellenwertes für den Zählerstand auf eine Glühzündung in dem
25 Brennraum geschlossen. Dadurch erhöht sich die Auswertesicherheit und einzelne Fehlinterpretationen von Messergebnissen aufgrund einer Vorentflammung können sicher vermieden werden.

Da die Glühzündungen umso gefährlicher sind, je früher sie
30 auftreten, (bezogen auf den Kurbelwellenwinkel KW vor dem regulären Zündzeitpunkt) wird gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung überprüft, bei welchem Kurbelwellenwinkel die Druckdifferenz den Schwellenwert überschritten hat. Ist das Ereignis bei einem Kurbelwellenwinkel aufgetreten,

der kleiner ist als ein vorgegebener Schwellenwert, so wird der Zählerstand des Zählers schneller erhöht, beispielsweise um den Wert 2 inkrementiert, im Gegensatz zu einem Wert gleich 1, wenn das Ereignis zu einem späteren Kurbelwellenwinkel stattgefunden hat.

Durch eine solche Gewichtung des Zeitpunktes des Auftretens der Glühzündung kann auf eine beschleunigte Temperaturerhöhung aufgrund der sehr früh auftretenden Glühzündung im Brennraum schneller reagiert werden, d.h. die temperatursenkenden Maßnahmen schneller eingeleitet werden.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung umfassen die Maßnahmen zur Senkung der Temperatur im Brennraum das Einstellen eines fetten Luft-Kraftstoffgemisches, Schließen der Drosselklappe der Verbrennungskraftmaschine, Öffnen eines Wastegates eines Abgasturboladers der Verbrennungskraftmaschine. Die lastsenkenden Maßnahmen können mit bereits in der Steuerungseinrichtung implementierten Verfahren durchgeführt werden, so dass sich kein zusätzlicher Aufwand an Komponenten oder Algorithmen nötig ist.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung und Zeichnung eines Ausführungsbeispiels. Es zeigen:

Figur 1 in schematischer Darstellung eine Verbrennungskraftmaschine mit einer zugehörigen Steuerungsvorrichtung,

Figur 2 ein Diagramm, das verschiedene Druckverläufe in einem Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine abhängig vom Kurbelwellenwinkel zeigt,

Figur 3 ein Ablaufdiagramm eines Programms zum Erkennen von irregulären Verbrennungen bei einer Verbrennungskraftmaschine und

5 Figur 4 eine Abwandlung des in Figur 3 dargestellten Ablaufdiagrammes

Eine Verbrennungskraftmaschine VBK (Figur 1) umfasst einen Ansaugtrakt 1, einen Motorblock 2, einen Zylinderkopf 3 und einen
10 Abgastrakt 4. Der Ansaugtrakt 1 umfasst vorzugsweise eine Drosselklappe 11, ferner ein Saugrohr 13, das hin zu einem Zylinder Z1 über einen Einlasskanal in den Motorblock 2 geführt ist. Der Motorblock 2 umfasst ferner eine Kurbelwelle 21, welche über eine Pleuelstange 25 mit einem Kolben 24 des Zylinders Z1
15 gekoppelt ist. Der Zylinder Z1 und der Kolben 24 begrenzen einen Brennraum 27.

Der Zylinderkopf 3 umfasst einen Ventiltrieb mit einem Gas-einlassventil 30, einem Gasauslassventil 31 und entsprechende,
20 nicht näher bezeichnete Ventilantriebe. Der Zylinderkopf 3 umfasst ferner eine Zündkerze 35, einen Brennraumdrucksensor 36, auch als Zylinderdrucksensor bezeichnet und ein Einspritzventil 34. Alternativ kann das Einspritzventil 34 auch in dem Ansaugtrakt 1 angeordnet sein, wie es in der Figur 1 mit
25 strichlinierter Darstellung gezeigt ist.

Der Abgastrakt 4 umfasst einen Abgaskatalysator 40, der bevorzugt als Dreiwegekatalysator ausgebildet ist. Stromaufwärts des Abgaskatalysators 40 ist eine Abgassonde 41 angeordnet.

30

Eine Steuerungseinrichtung 6 ist vorgesehen, der Sensoren zugeordnet sind, die verschiedene Messgrößen erfassen und die Messwerte der Messgröße ermitteln. Betriebsgrößen umfassen neben den Messgrößen auch von diesen abgeleitete Größen. Die

Steuerungseinrichtung 6 steuert abhängig von mindestens einer der Betriebsgrößen die Stellglieder, die der Verbrennungskraftmaschine VBK zugeordnet sind, und denen jeweils entsprechende Stellantriebe zugeordnet sind, durch das Erzeugen von Stellsignalen für die Stellantriebe an.

Die Steuerungseinrichtung 6 kann auch als Vorrichtung zum Betreiben der Verbrennungskraftmaschine bezeichnet werden.

Die Sensoren sind ein Pedalstellungsgeber 71, welcher die Stellung eines Fahrpedals 7 erfasst, ein Luftmassenmesser 14, welcher einen Luftmassenstrom stromaufwärts der Drosselklappe 11 erfasst, ein Temperatursensor 15, welcher eine Ansauglufttemperatur erfasst, ein Drucksensor 16, welcher einen Saugrohrdruck erfasst, ein Drosselklappenstellungssensor 17, der einen Öffnungswinkel der Drosselklappe 11 erfasst, ein Kurbelwellenwinkelsensor 22, welcher einen Kurbelwellenwinkel KW erfasst, dem dann eine Drehzahl N zugeordnet wird, ein Temperatursensor 23, der eine Öltemperatur TOIL erfasst, ein Temperatursensor 26, der eine Kühlmitteltemperatur TKW der Verbrennungskraftmaschine VBK erfasst, der Brennraumdrucksensor 36, der einen Druck im Brennraum der Verbrennungskraftmaschine VBK erfasst und die Abgassonde 41, welche einen Restsauerstoffgehalt des Abgases erfasst und deren Messsignal charakteristisch ist für das Luft/Kraftstoff-Verhältnis in dem Zylinder Z1 bei der Verbrennung des Luft/Kraftstoff-Gemisches. Die Abgassonde 41 ist bevorzugt als lineare Lambdasonde ausgebildet und erzeugt so über einen weiten relevanten Bereich des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses ein zu diesem proportionales Messsignal λ .

Je nach Ausgestaltung kann eine Untermenge der genannten Sensoren vorhanden sein oder es können auch zusätzliche Sensoren vorhanden sein.

Die Stellglieder sind beispielsweise die Drosselklappe 11, die Gaseinlass- und Gasauslassventile 30, 31, das Einspritzventil 34 und die Zündkerze 35.

- 5 Neben dem Zylinder Z1 können auch noch weitere Zylinder Z2 bis Z4 vorgesehen sein, denen dann auch entsprechende Sensoren und Stellglieder zugeordnet sind.

Die Steuerungseinrichtung 6 umfasst bevorzugt eine Recheneinheit
10 (Prozessor) 61, die mit einem Programmspeicher 62 und einem Wertespeicher (Datenspeicher) 63 gekoppelt ist. Die Recheneinheit 61, der Programmspeicher 62 und der Wertespeicher 63 können jeweils ein oder mehrere mikroelektronische Bauelemente umfassen. Alternativ können diese Komponenten teilweise oder
15 vollständig in einem einzigen mikroelektronischen Bauteil integriert sein. In dem Programmspeicher 61 und dem Wertespeicher 63 sind Programme bzw. Werte abgespeichert, die für den Betrieb der Verbrennungskraftmaschine VBK nötig sind. Insbesondere ist
20 ein Verfahren zur Erkennung von irregulären Verbrennungen implementiert, das während des Betriebes der Verbrennungskraftmaschine VBK von der Recheneinheit 61 abgearbeitet wird, wie es anhand der Figuren 2 bis 4 noch näher erläutert wird.

Ferner ist die Recheneinheit 61 mit einem Zähler 65 zum Auf-
25 summieren der Anzahl der auftretenden, irregulären Verbrennungen verbunden.

In dem Wertespeicher 63 sind u.a. ein Schwellenwert für eine Brennraumdruckdifferenz $p_{\text{Zyl_SW}}$, ein Schwellenwert für einen
30 Zählerstand $n_{\text{count_SW}}$ des Zählers 65, ein Start- und Endwert, ausgedrückt in Kurbelwinkeln, die ein Auswertefenster KW_{AWF} zur Bestimmung von Glühzündungen festlegen und ein Schwellenwert KW_{SW} für einen Kurbelwellenwinkel abgelegt, deren Bedeutungen anhand der Figuren 3 und 4 noch näher erläutert werden. Außerdem

werden in dem Wertespeicher 63 Werte für ermittelte Brennraumdrücke $p_{\text{Zyl_mess}}$ zwischengespeichert, um später weiterverarbeitet zu werden.

5 In der Figur 2 sind verschiedene Verläufe des Brennraumdruckes p_{Zyl} , oft auch vereinfacht als Zylinderdruck bezeichnet, abhängig vom Kurbelwellenwinkel KW [$^{\circ}$] dargestellt. Mit dem Bezugszeichen $p_{\text{Zyl_reg}}$ ist ein typischer Druckverlauf eingezeichnet, wie er sich bei einer regulären Verbrennung des
10 Luft-Kraftstoff-Gemisches einstellt. Unter regulärer Verbrennung ist in diesem Zusammenhang eine Verbrennung zu verstehen, die ausschließlich durch einen Zündfunken der Zündkerze initiiert wird, und bei der keinerlei Klopfen, Vorentflammungen oder Glühzündungen auftreten. Die Lage des Zündzeitpunktes ist
15 abhängig von der Last und der Drehzahl und ist mit dem Bezugszeichen ZZP gekennzeichnet. Er liegt in diesem Ausführungsbeispiel bei etwa 5° KW Kurbelwellenwinkel vor dem ZOT (Oberen Totpunkt Zündung). Bei regulärer Verbrennung liegt der Spitzendruck bei ca. 20° KW Kurbelwellenwinkel nach dem ZOT.

20

Mit dem Bezugszeichen $p_{\text{Zyl_mess}}$ ist der mittels des Brennraumdrucksensors 36 erfasste Brennraumdruck gekennzeichnet, der sich bei Betrieb der Verbrennungskraftmaschine VBK einstellt, wenn irreguläre Verbrennungen auftreten.

25

Mit dem Bezugszeichen $p_{\text{Zyl_calc}}$ ist in der Figur 2 eine thermodynamisch berechnete Kurve des Brennraumdruckes ohne Verbrennung gekennzeichnet. Der Maximalwert des Druckes tritt dabei genau am Oberen Totpunkt Zündung ZOT auf. Der thermodynamisch berechnete Brennraumdruckverlauf ohne Verbrennung
30 $p_{\text{Zyl_calc}}$ ist ein rein theoretischer Verlauf, zu dessen Berechnung insbesondere der Kurbelwellenwinkel KW, die Kühlmitteltemperatur TKW, die Öltemperatur T_{OIL} und der Saugrohrdruck p_{saug} in der Verdichtungsphase herangezogen werden.

In der Figur 2 ist weiterhin mit dem Bezugszeichen ZV der Zündverzug gekennzeichnet. Der Zündverzug ZV ist die Zeitspanne zwischen Zündzeitpunkt ZZP, also dem Zeitpunkt des Abschaltens des Primärzündspulenstromes, womit umgehend der Zündfunke und damit die Zündung des Luft-Kraftstoff-Gemisches initiiert wird und dem Zeitpunkt des Verbrennungsbeginns ZRV der regulären Verbrennung.

Die mit dem Bezugszeichen KF_AWF gekennzeichnete Winkelspanne legt ein Auswertefenster fest, innerhalb dessen die Erkennung von Glühzündungen sinnvoll ist. In diesem Beispiel liegt die untere Grenze des Auswertefensters KW_AWF bei -30°KW bezogen auf den ZOT und die obere Grenze des Auswertefensters KW_AWF liegt bei 10°KW , ebenfalls bezogen auf den ZOT. Dieser Wert fällt hier mit dem Zeitpunkt ZRV, also dem Beginn der regulären Verbrennung zusammen. Mit vertikalen Pfeilen sind innerhalb des Auswertefensters KW_AWF für vier ausgewählte Kurbelwellenwinkel KW die jeweilige Differenz $p_{\text{Zyl_diff}}$ zwischen den dabei gemessenen Brennraumdrücken $p_{\text{Zyl_mess}}$ und den entsprechenden Werten für den berechneten Brennraumdruckverlauf $p_{\text{Zyl_calc}}$ eingezeichnet. Die Anzahl der zu bildenden Differenzen $p_{\text{Zyl_diff}}$ und der Abstand der Messpunkte, ausgedrückt in $^{\circ}\text{KW}$ sind frei wählbar. In diesem Beispiel findet alle 5°KW ein Vergleich zwischen dem gemessenen Brennraumdruck $p_{\text{Zyl_mess}}$ und den entsprechenden Werten für den berechneten Brennraumdruckverlauf $p_{\text{Zyl_calc}}$ statt.

Im nachfolgenden wird anhand der Figuren 3 und 4 das Verfahren zum Erkennen von Glühzündungen näher erläutert.

In einem Schritt S1 wird das Verfahren gestartet, in dem gegebenenfalls Variablen initialisiert und Zählerstände zurückgesetzt werden. Der erstmalige Durchlauf des Verfahrens erfolgt bevorzugt zeitnah zu einem Start der Verbrennungs-

kraftmaschine und kann anschließend in bestimmten zeitlichen Abständen periodisch aufgerufen worden.

5 In einem Schritt S2 wird abgefragt, ob bestimmte Freigabebedingungen zur Durchführung des Verfahrens erfüllt sind.

Wie Eingangs bereits erwähnt, tritt Glühzündung nur auf, wenn Temperaturen von Bauteilen im Brennraum, wie Zündkerze, Auslassventil, Kolbenboden oder Quetschkanten im Zylinderkopf lokal
10 die Selbstentzündungstemperatur des eingespritzten Kraftstoffes überschreiten. Typische Werte für solche Temperaturen liegen abhängig von der Qualität des Kraftstoffes bei ca. 1100-1200 °C. Das Verfahren muss also durchgeführt werden, wenn zu erwarten ist, dass diese Temperaturen aufgrund des momentanen Be-
15 triebpunktes der Verbrennungskraftmaschine VBK erreicht werden. Als Indiz hierfür kann ein oder bevorzugt mehrere der Parameter Kühlmitteltemperatur TKW, Öltemperatur TOIL, Laufzeit der Verbrennungskraftmaschine VBK seit dem letzten Start, Drehzahl, Lastgrößen wie Saugrohrdruck, Luftmassenstrom,
20 Drosselklappenstellung herangezogen und mit zugehörigen Schwellenwerten verglichen werden.

Wird die Verbrennungskraftmaschine VBK beispielsweise mit kleiner Last und Drehzahl betrieben, so sind die Freigabebe-
25 dingungen nicht erfüllt und es wird, gegebenenfalls nach einer vorgebbaren Wartezeitdauer TWAIT (Schritt S3), die Bearbeitung erneut in dem Schritt S2 fortgesetzt.

Ergibt die Abfrage in Schritt S2, dass mindestens einer der
30 Schwellenwerte überschritten wird, so wird das Verfahren in einem Schritt S4 fortgesetzt. Der aktuelle Wert des Kurbelwellenwinkels KW wird mit Hilfe des Kurbelwellenwinkelsensors 22 erfasst und anschließend überprüft, ob dieser Wert KW innerhalb

des festgelegten Auswertefensters KW_AWF liegt (vgl. Fig. 2). Ist das nicht der Fall, so erfolgt ein Rücksprung zum Schritt S2.

Liegt der aktuelle Kurbelwellenwinkel KW in dem Auswertefenster
5 KW_AWF, so werden parallel die Schritte S5 und S7 abgearbeitet. In dem Schritt S5 werden für festgelegte Kurbelwellenwinkel KW, in diesem Beispiel alle 5° KW die dabei auftretenden Brennraumdrücke p_Zyl_mess mit Hilfe des Brennraumdrucksensors 36 erfasst. Je nach Art des verwendeten Brennraumdrucksensors 36
10 kann eine Korrektur des gelieferten Rohsignales nötig sein. Bei einem piezoelektrischen Druckaufnehmer besteht beispielsweise das Problem des Thermoschock-Verhaltens, d. h. wenn das Sensorelement heiß wird, dann tritt eine Ladungsverschiebung innerhalb des Quarzes ein und dadurch wird ein falscher Wert für
15 den Druck ermittelt. Deshalb erfolgt in einem Schritt S6 eine Offset-Korrektur des vom Brennraumdrucksensor 36 gelieferten Signals p_Zyl_mess nach einer bekannten Weise. Beispielsweise kann das Drucksignal p_Zyl_mess während der Ansaugphase der Verbrennungskraftmaschine VBK, also wenn noch keine Verbrennung
20 stattfindet, mit dem Signal des Saugrohrsensors 16 plausibilisiert und dadurch ein Korrektursignal erhalten werden.

Außerdem werden in dem Schritt S6 die ermittelten Druckwerte p_Zyl_mess einer Filterung, beispielsweise einer gleitenden
25 Mittelwertbildung unterzogen, um nicht zufällig einen geringeren Druckwert, welcher durch Klopfen ausgelöst wird, zu erhalten.

Parallel zur Erfassung, Korrektur und Filterung der gemessenen Brennraumdrucksignale in den Schritten S5 und S6 wird in einem
30 Schritt S7 der Verlauf des Brennraumdruckes, wie er sich ohne Verbrennung einstellen würde, thermodynamisch berechnet. In die Berechnung dieses theoretischen Druckverlaufes p_Zyl_calc abhängig von dem Kurbelwellenwinkel KW fließen neben geometrischen Größen des Kurbeltriebes wie Hubraum, Verdichtungs-

verhältnis, die Kühlmitteltemperatur TKW, die Öltemperatur TOIL, der Saugrohrdruck p_{saug} und der Polytropenkoeffizient ein.

Neben einer solchen Online-Berechnung des Druckverlaufes
5 $p_{\text{Zyl_calc}}$ ohne Verbrennung in der Recheneinheit 61 der Steuerungseinrichtung 6 für jeden abgetasteten Kurbelwellenwinkel KW innerhalb des Auswertefensters KW_AW kann dieser Druckverlauf $p_{\text{Zyl_calc}}$ auch vorab für verschiedene Parameterkonstellationen berechnet und in Kennfeldern KF_ $p_{\text{Zyl_calc}}$
10 des Wertespeichers 63 der Steuerungseinrichtung 6 abgelegt werden.

In einem nachfolgenden Schritt S8 wird die Differenz $p_{\text{Zyl_diff}}$ zwischen aktuellem Brennraumdruckmittelwert $p_{\text{Zyl_mess}}$ aus
15 Schritt S6 und dem theoretisch berechneten Druckwert $p_{\text{Zyl_calc}}$ aus Schritt S7 gebildet.

Anschließend wird in einem Schritt S9 überprüft, ob dieser Wert
20 der Druckdifferenz $p_{\text{Zyl_diff}}$ einen vorgegebenen Schwellenwert $p_{\text{Zyl_SW}}$ überschreitet. Der Schwellenwert $p_{\text{Zyl_SW}}$ wird experimentell ermittelt und ist in dem Wertespeicher 63 abgelegt.

Ergibt die Abfrage in Schritt S9 ein negatives Ergebnis (nein)
25 so bedeutet dies, dass keine irreguläre Verbrennung aufgetreten ist und das Verfahren wird erneut in dem Schritt S2 fortgesetzt.

Ist die Bedingung des Schrittes S9 erfüllt, so wird auf eine irreguläre Verbrennung geschlossen und in einem Schritt S10 der
30 Zählerstand n_{count} des in der Steuerungseinrichtung 6 enthaltenden und die Anzahl der irregulären Verbrennungen aufsummierenden Zählers 65 um den Wert 1 erhöht.

In einem anschließenden Schritt S11 wird abgefragt, ob der Zählerstand `n_count` einen vorgegeben Schwellenwert `n_count_SW` überschritten hat. Ist dies der Fall, so wird in einem Schritt S12 auf das Auftreten von Glühzündungen erkannt und es werden
5 Maßnahmen eingeleitet, die eine Herabsetzung der Brennraumtemperatur zur Folge haben. Beispielsweise kann ein fettes Luft-Kraftstoffgemisch eingestellt werden, um eine Kühlung innerhalb des Brennraumes zu erreichen. Eine Reduzierung der Last, beispielsweise durch Schließen der Drosselklappe, Ab-
10 stellen der Kraftstoffzufuhr oder Öffnen eines Wastegates bei einer aufgeladenen Verbrennungskraftmaschine führt ebenfalls zu einer Verringerung der Temperatur im Brennraum.

Sind diese Maßnahmen eingeleitet, so wird das Verfahren in einem
15 Schritt S13 beendet.

Da die Glühzündungen umso gefährlicher sind, je früher sie auftreten, (bezogen auf den Kurbelwellenwinkel KW vor dem regulären Zündzeitpunkt), ist in der Figur 4 eine Abwandlung des
20 anhand der Figur 3 beschriebenen Verfahrensablaufes gezeigt, welches diese Tatsache berücksichtigt.

Hierzu ist das Verfahren nach Figur 3 um zwei weitere Schritte S9A und S10A ergänzt, die in der zeitlichen Abarbeitung des
25 Verfahrens zwischen den Schritten S9 und S10 zusätzlich ausgeführt werden. Die restlichen Schritte des Verfahrens nach der Figur 4 sind identisch mit den entsprechenden Schritten der Figur 3.

30 Wurde in dem Schritt S9 festgestellt, dass die Druckdifferenz `p_Zyl_diff` den Schwellenwert `p_Zyl_SW` überschritten hat, wird in dem Schritt S9A überprüft, ob der hohe Brennraumdruck bei einem Kurbelwellenwinkel KW aufgetreten ist, der kleiner ist als ein vorgegebener Schwellenwert `KW_SW`. Ist dies nicht der Fall, so

wird das Verfahren in dem bereits beschriebenen Schritt S10 fortgesetzt.

Ergibt die Abfrage, dass der hohe Brennraumdruck schon sehr früh,
5 d.h. bei einem Kurbelwellenwinkel KW kleiner als der Schwellenwert KW_SW aufgetreten ist, so wird in dem Schritt S10A der Zählerstand n_count nicht wie bei dem Verfahren nach Fig.3 um den Wert 1 inkrementiert, sondern um einen Wert größer 1 erhöht. Dadurch wird der Schwellenwert n_count_SW schneller erreicht und
10 die Maßnahmen zur Temperaturabsenkung greifen früher ein. Durch eine solche Gewichtung der Kurbelwellenwinkel, bei denen die Glühzündungen auftreten, können die thermisch belasteten Bauteile in dem Brennraum besser geschützt werden.

15 Anschließend wird das Verfahren wie anhand der Figur 3 bereits beschrieben, mit dem Schritt S11 fortgesetzt.

Bezugszeichenliste

	1	Ansaugtrakt
	11	Drosselklappe
5	13	Saugrohr, Einlasskanal
	14	Luftmassenmesser
	15	Temperatursensor für Ansaugluft
	16	Saugrohrdrucksensor
	17	Drosselklappenstellungssensor
10		
	2	Motorblock
	21	Kurbelwelle
	22	Kurbelwellenwinkelsensor
	23	Öltemperatursensor
15	24	Kolben
	25	Pleuelstange
	26	Kühlmitteltemperatursensor
	27	Brennraum
20	3	Zylinderkopf
	30	Gaseinlassventil
	31	Gasauslassventil
	34	Einspritzventil
	35	Zündkerze
25	36	Brennraumdrucksensor
	4	Abgastrakt
	40	Abgaskatalysator
	41	Abgassonde
30		
	6	Steuerungseinrichtung
	61	Recheneinheit, Prozessor
	62	Programmspeicher
	63	Wertespeicher, Datenspeicher
35	65	Zähler
	7	Fahrpedal
	71	Pedalstellungsgeber

	p_saug	Saugrohrdruck
	p_Zyl	Brennraumdruck
	p_Zyl_mess	gemessener Brennraumdruck
5	p_Zyl_mess_MW	Mittelwert gemessener Brennraumdruck
	p_Zyl_calc	berechneter Brennraumdruck
	p_Zyl_diff	Differenz zwischen gemessenem und berechnetem Brennraumdruck
10	p_Zyl_reg	regulärer Brennraumdruckverlauf ohne Glühzündung
	p_Zyl_SW	Schwellenwert für Brennraumdruckdifferenz
	KF_p_Zyl_calc	Kennfeld berechneter Druckverlauf
	KW	Kurbelwellenwinkel in Grad
	KW_SW	Schwellenwert für Kurbelwellenwinkel
15	KW_AWF	Auswertefenster für Glühzündung
	λ	Luftverhältnis
	N	Drehzahl
	n_count_SW	Schwellenwert für Zähler Anzahl der irregulären Verbrennungen,
20	S1-S13	Verfahrensschritte
	TKW	Kühlmitteltemperatur
	TOIL	Öltemperatur
	TWAIT	Wartezeitdauer
	VBK	Verbrennungskraftmaschine
25	Z1-Z4	Zylinder
	ZZP	Zündzeitpunkt
	ZV	Zündverzug
	ZOT	oberer Totpunkt Zündung
	ZRV	Beginn der regulären Verbrennung
30		

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erkennen einer Glühzündung bei einer fremdgezündeten Verbrennungskraftmaschine (VBK) mit

5

- mindestens einem Zylinder (Z1-Z), der zusammen mit einem, mit einer Kurbelwelle (21) verbundenen Kolben (24) einen Brennraum (27) begrenzt,
- einem Brennraumdrucksensor (36) zur Messung des Druckes (p_Zyl) in dem Brennraum (27),
- einem Kurbelwellenwinkelsensor (22), der ein den Kurbelwellenwinkel (KW) darstellendes Signal liefert,
- einer Steuerungseinrichtung (6) zur Steuerung und/oder Regelung der Verbrennungskraftmaschine (VBK),

15

- dadurch gekennzeichnet, dass
 - während eines Verdichtungstaktes der Verbrennungskraftmaschine (VBK) an festgelegten Kurbelwellenwinkel (KW) innerhalb eines Auswertefensters (KW_AWF) Werte für den Brennraumdruck (p_Zyl_mess) erfasst werden,
 - aus den erfassten Werten für den Brennraumdruck (p_Zyl_mess) ein gefilterter Druckwert (p_Zyl_mess_MW) ermittelt wird,
 - zu den festgelegten Kurbelwellenwinkeln (KW) theoretische Druckwerte (p_Zyl_calc) in dem Brennraum (27) bestimmt werden, die sich einstellen würden, wenn keine Verbrennung in dem Brennraum (27) stattfinden würde,
 - der Wert der Druckdifferenz (p_Zyl_diff) zwischen dem gefilterten Druckwert (p_Zyl_mess_MW) und den theoretischen Druckwerten (p_Zyl_calc) gebildet wird,
 - der Wert der Druckdifferenz (p_Zyl_diff) mit einem vorgegebenen Schwellenwert (p_Zyl_SW) verglichen wird und

20

25

30

- bei Überschreiten des Schwellenwertes ($p_{\text{Zyl_SW}}$) auf eine Glühzündung in dem Brennraum (27) geschlossen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die
5 Filterung der gemessenen Werte für den Brennraumdruck ($p_{\text{Zyl_mess}}$) mittels einer gleitenden Mittelwertbildung erfolgt.

10 3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die theoretischen Druckwerte ($p_{\text{Zyl_calc}}$) mittels eines thermodynamischen Modells berechnet werden, bei dem der Kurbelwellenwinkel (KW), eine Kühlmitteltemperatur (TKW), eine Motoröltemperatur (TOIL), ein Druckwert (p_{saug}) in einem Saugrohr (13) der Verbrennungskraftmaschine (VBK) und
15 die geometrischen Größen des Kurbeltriebes berücksichtigt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die theoretischen Druckwerte ($p_{\text{Zyl_calc}}$) in einem Werte-
20 speicher (63) der Steuerungseinrichtung (6) in Form von Kennfeldern ($KF_{p_{\text{Zyl_calc}}}$) abgespeichert sind.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
25 bei jeder Überschreitung des Schwellenwertes ($p_{\text{Zyl_SW}}$) der Zählerstand (n_{count}) eines in der Steuerungseinrichtung (6) enthaltenen Zählers (65) erhöht wird und bei Erreichen eines vorgegebenen Schwellenwertes für den Zählerstand ($n_{\text{count_SW}}$) auf eine Glühzündung in dem Brennraum (27) geschlossen wird.

30

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass überprüft wird, ob die Überschreitung des Schwellenwertes ($p_{\text{Zyl_SW}}$) für die Druckdifferenz ($p_{\text{Zyl_diff}}$) zu einem Kurbelwellenwinkel (KW) stattgefunden hat, der bezogen auf

den oberen Totpunkt bei Zündung (ZOT) kleiner ist, als ein vorgegebener Schwellenwert (KW_SW) und bei positivem Ergebnis der Abfrage der Zählerstand (n_count) schneller erhöht wird.

5

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei erkannter Glühzündung mittels der Steuerungseinrichtung (6) Maßnahmen eingeleitet werden, die eine Senkung der Temperatur im Brennraum (27) zur Folge haben.

10

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine oder mehrere der folgenden Schritte eingeleitet werden:

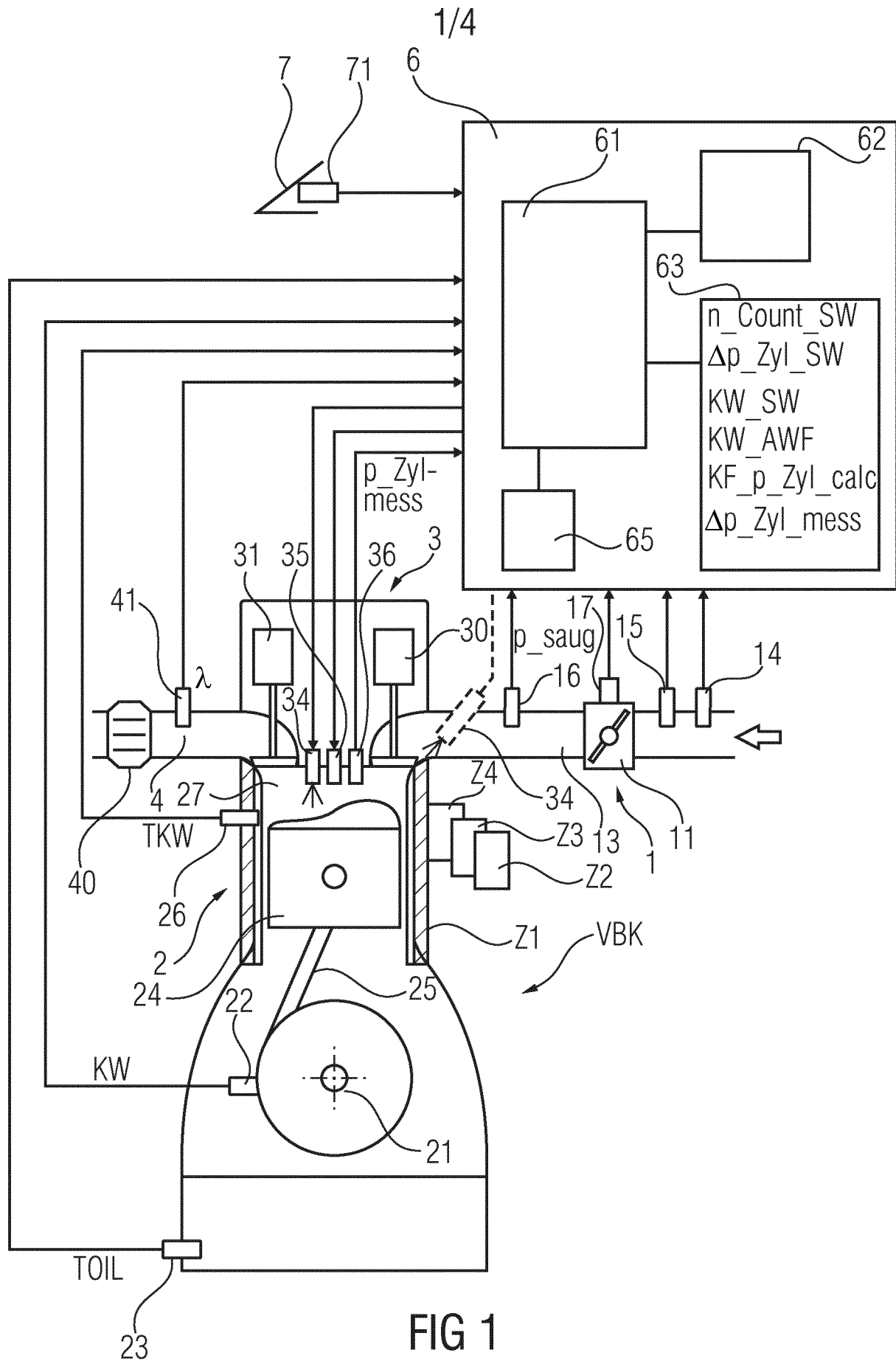
15

- Einstellen eines fetten Luft-Kraftstoffgemisches,
- Schließen der Drosselklappe (11) der Verbrennungskraftmaschine (VBK),
- Abstellen der Kraftstoffzufuhr,
- Öffnen eines Wastegates eines Abgasturboladers der Verbrennungskraftmaschine (VBK).

20

9. Vorrichtung zum Erkennen einer Glühzündung bei einer fremdgezündeten Verbrennungskraftmaschine (VBK), die eingerichtet ist zum Ausführen eines der Verfahren gemäß Anspruch 1-8.

25



2/4

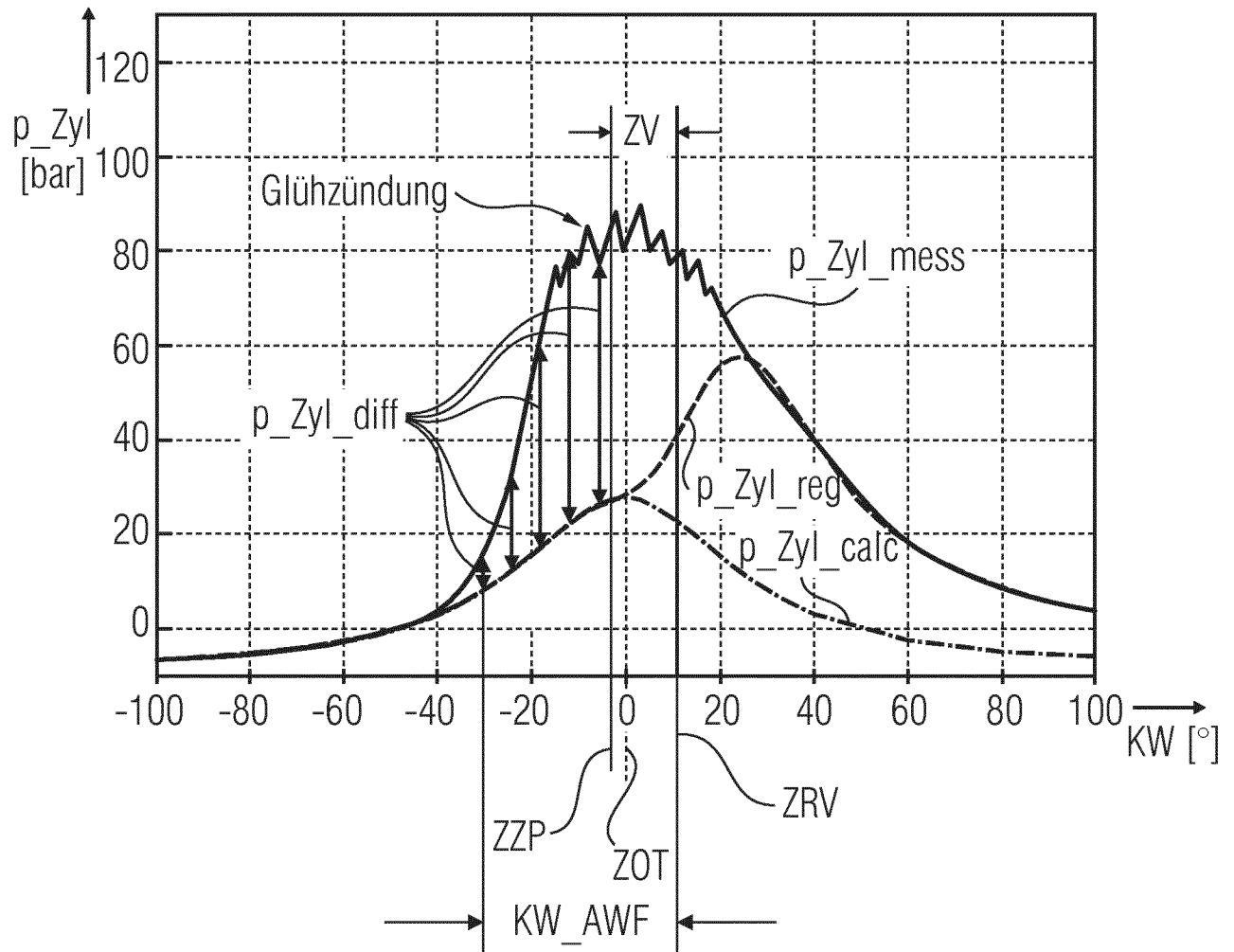


FIG 2

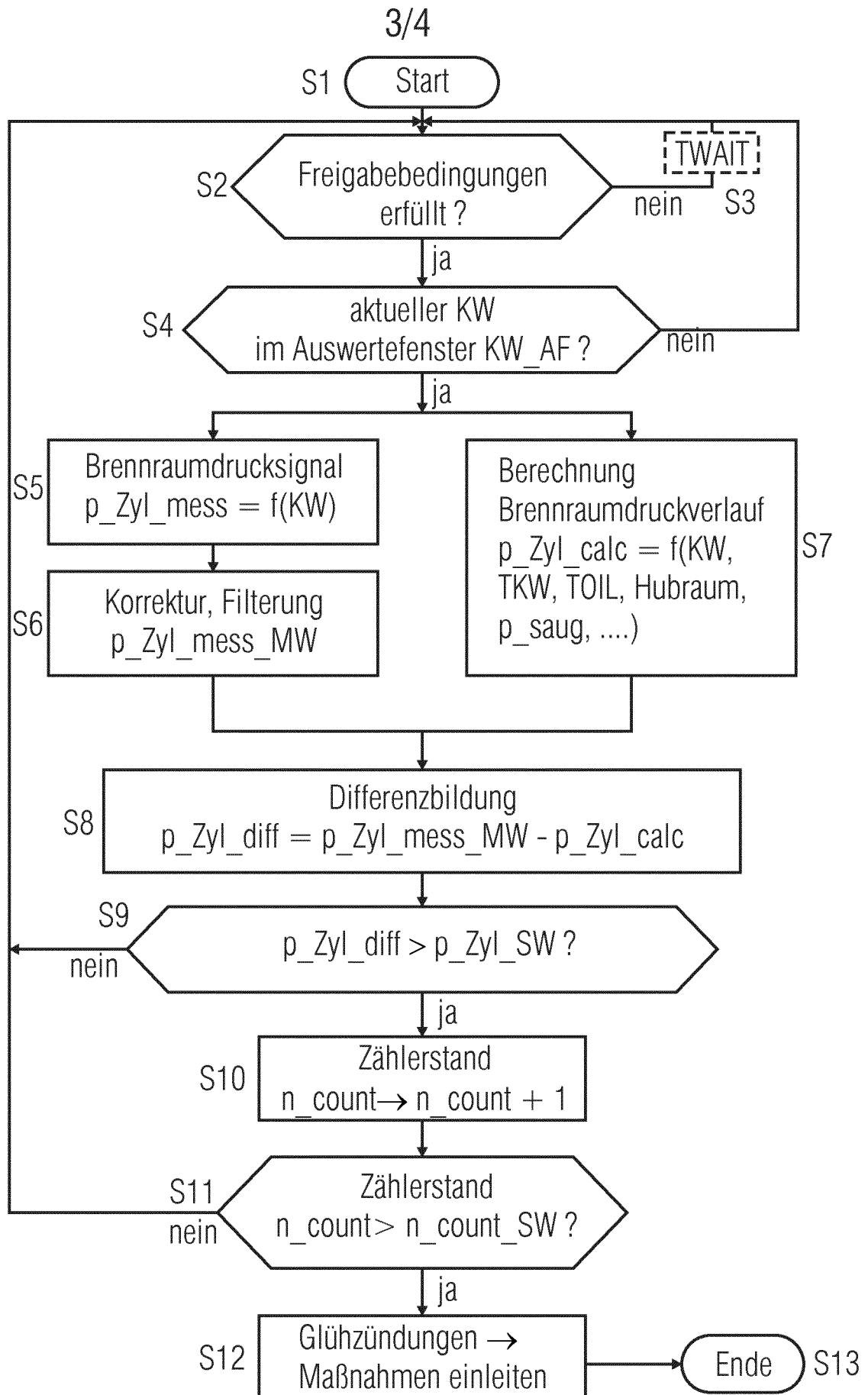


FIG 3

4/4

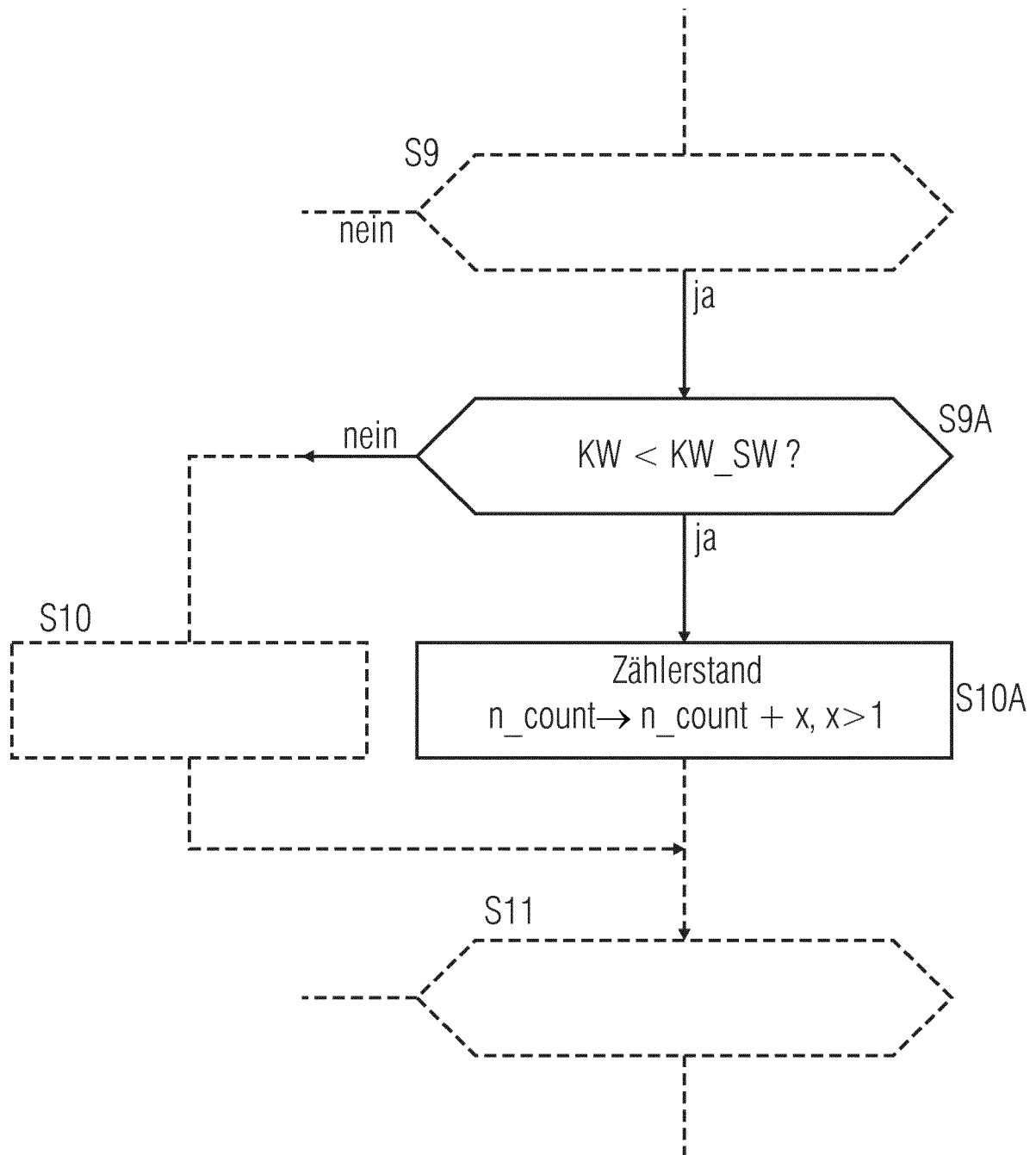


FIG 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2013/072330

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F02D35/02 F02D41/14 F02D41/22 G01L23/22
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 G01L

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2 166 214 A1 (INST FRANCAIS DU PETROLE [FR] IFP ENERGIES NOUVELLES [FR]) 24 March 2010 (2010-03-24) the whole document	1-5,7-9
A	----- the whole document	6
X	EP 1 826 379 A1 (INST FRANCAIS DU PETROLE [FR]) 29 August 2007 (2007-08-29) the whole document	1-5,7-9
A	----- the whole document	6
X	WO 2012/105012 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]; SUZUKI YUSUKE [JP]) 9 August 2012 (2012-08-09) abstract	1-5,7-9
A	& EP 2 672 095 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 11 December 2013 (2013-12-11) abstract paragraph [0045] ----- -/-	6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 February 2014

Date of mailing of the international search report

20/02/2014

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

Mineau, Christophe

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/072330

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2011/246049 A1 (MATSUO NAOYA [JP] ET AL) 6 October 2011 (2011-10-06) the whole document -----	1-9
A	DE 10 2007 061226 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 25 June 2009 (2009-06-25) abstract; figure 1 paragraph [0003] - paragraph [0004] -----	1,9
A	DE 10 2006 033483 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 24 January 2008 (2008-01-24) the whole document -----	3
A	DE 297 22 031 U1 (JENBACHER ENERGIESYSTEME AG [AT]) 8 April 1999 (1999-04-08) the whole document -----	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/072330

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2166214	A1	24-03-2010	EP 2166214 A1 24-03-2010
		FR 2936019 A1	19-03-2010
		JP 2010071284 A	02-04-2010
		US 2010077992 A1	01-04-2010
EP 1826379	A1	29-08-2007	CN 101037970 A 19-09-2007
		EP 1826379 A1	29-08-2007
		FR 2897900 A1	31-08-2007
		JP 4836832 B2	14-12-2011
		JP 2007231948 A	13-09-2007
		US 2008035129 A1	14-02-2008
WO 2012105012	A1	09-08-2012	EP 2672095 A1 11-12-2013
		US 2013311064 A1	21-11-2013
		WO 2012105012 A1	09-08-2012
US 2011246049	A1	06-10-2011	CN 102207040 A 05-10-2011
		DE 102011012722 A1	06-10-2011
		JP 2011226473 A	10-11-2011
		US 2011246049 A1	06-10-2011
DE 102007061226	A1	25-06-2009	NONE
DE 102006033483	A1	24-01-2008	DE 102006033483 A1 24-01-2008
		US 2008027621 A1	31-01-2008
DE 29722031	U1	08-04-1999	DE 29722031 U1 08-04-1999
		EP 0922947 A1	16-06-1999

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F02D35/02 F02D41/14 F02D41/22 G01L23/22
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F02D G01L

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 2 166 214 A1 (INST FRANCAIS DU PETROLE [FR] IFP ENERGIES NOUVELLES [FR]) 24. März 2010 (2010-03-24)	1-5,7-9
A	das ganze Dokument	6
X	EP 1 826 379 A1 (INST FRANCAIS DU PETROLE [FR]) 29. August 2007 (2007-08-29)	1-5,7-9
A	das ganze Dokument	6
X	WO 2012/105012 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]; SUZUKI YUSUKE [JP]) 9. August 2012 (2012-08-09)	1-5,7-9
A	Zusammenfassung & EP 2 672 095 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 11. Dezember 2013 (2013-12-11) Zusammenfassung Absatz [0045]	6
	----- -/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. Februar 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

20/02/2014

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

Mineau, Christophe

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2011/246049 A1 (MATSUO NAOYA [JP] ET AL) 6. Oktober 2011 (2011-10-06) das ganze Dokument -----	1-9
A	DE 10 2007 061226 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 25. Juni 2009 (2009-06-25) Zusammenfassung; Abbildung 1 Absatz [0003] - Absatz [0004] -----	1,9
A	DE 10 2006 033483 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 24. Januar 2008 (2008-01-24) das ganze Dokument -----	3
A	DE 297 22 031 U1 (JENBACHER ENERGIESYSTEME AG [AT]) 8. April 1999 (1999-04-08) das ganze Dokument -----	1-9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/072330

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 2166214	A1	24-03-2010	EP	2166214 A1		24-03-2010
			FR	2936019 A1		19-03-2010
			JP	2010071284 A		02-04-2010
			US	2010077992 A1		01-04-2010

EP 1826379	A1	29-08-2007	CN	101037970 A		19-09-2007
			EP	1826379 A1		29-08-2007
			FR	2897900 A1		31-08-2007
			JP	4836832 B2		14-12-2011
			JP	2007231948 A		13-09-2007
			US	2008035129 A1		14-02-2008

WO 2012105012	A1	09-08-2012	EP	2672095 A1		11-12-2013
			US	2013311064 A1		21-11-2013
			WO	2012105012 A1		09-08-2012

US 2011246049	A1	06-10-2011	CN	102207040 A		05-10-2011
			DE	102011012722 A1		06-10-2011
			JP	2011226473 A		10-11-2011
			US	2011246049 A1		06-10-2011

DE 102007061226	A1	25-06-2009	KEINE			

DE 102006033483	A1	24-01-2008	DE	102006033483 A1		24-01-2008
			US	2008027621 A1		31-01-2008

DE 29722031	U1	08-04-1999	DE	29722031 U1		08-04-1999
			EP	0922947 A1		16-06-1999
