(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
28. März 2013 (28.03.2013)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/041293 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F02D 41/22 (2006.01) *F02D 41/40* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/065341

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. August 2012 (06.08.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 083 033.2
20. September 2011 (20.09.2011) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **JOOS, Klaus** [DE/DE]; In Der Eichhaelde 3, 74399 Walheim (DE). **HESS, Werner** [DE/DE]; Zorndorfer Str. 23, 70499 Stuttgart (DE). **SCHLUETER, Ruben** [DE/DE]; Yokohoma-Shi, Kanagawa, 224-8501 Bosch Corporation (DE). **HEISEN, Christoph** [DE/DE]; Weissenburger Platz 2, 81667 Muenchen (DE). **RESCHKE, Christian** [DE/DE]; Anne-Frank-Str. 14, 71229 Leonberg (DE). **RAPP, Holger** [DE/DE]; Birkenweg 22, 71254 Ditzingen (DE). **HAMEDOVIC, Haris** [DE/DE]; Haydnstr. 1, 71696 Moeglingen (DE). **KOENIG, Joerg** [DE/DE]; Rueckertstr. 5a, 70197 Stuttgart (DE). **WIRTH, Stephanie** [DE/DE]; Gehenbuehlstrasse 5, 70499 Stuttgart (DE). **FRIEDMANN, Harry** [DE/DE]; Lilo-Herrmann-Ring 13, 71665 Vaihingen An Der Enz (DE). **HIRCHENHEIN, Achim** [DE/DE]; Schulstrasse 39, 54311 Trierweiler (DE). **KOCH, Andreas** [DE/DE]; Eichenweg 31, 74369 Loechgau (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (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, 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, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR ASSESSING AN INJECTION BEHAVIOUR OF AT LEAST ONE INJECTION VALVE IN AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE AND OPERATING METHOD FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR BEURTEILUNG EINES EINSPRITZVERHALTENS WENIGSTENS EINES EINSPRITZ-VENTILS EINER BRENNKRAFTMASCHINE UND BETRIEBSVERFAHREN FÜR BRENNKRAFTMASCHINE

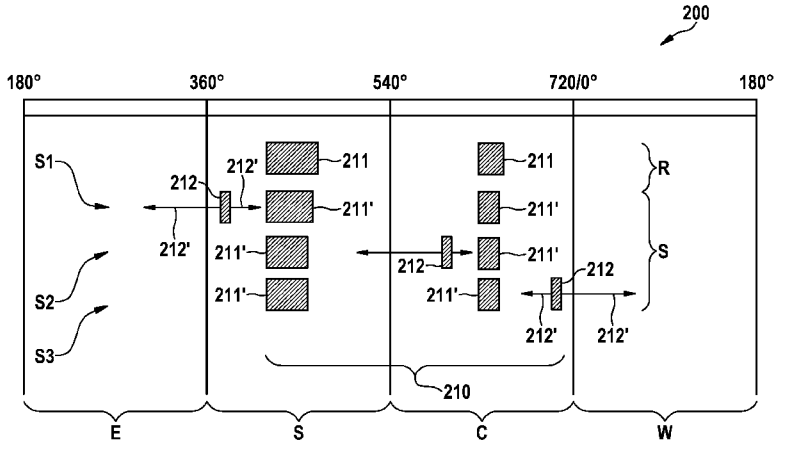


Fig. 2

(57) Abstract: A method for assessing an injection behaviour of at least one injection valve (109) in an internal combustion engine, comprising: switching the internal combustion engine to a special operating mode (S) defined by control parameters, and operating the internal combustion engine in the special operating mode (S) during a diagnostic period, wherein at least one operating parameter (321, 322, 323) of the internal combustion engine is determined at least during the diagnostic period and at least one characteristic value of the injection behaviour of at least one injection valve (109) is recorded at least during a portion of the diagnostic period and is evaluated on the basis of at least one operating parameter (321, 322, 323).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2013/041293 A1

(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, 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)*

Ein Verfahren zur Beurteilung eines Einspritzverhaltens wenigstens eines Einspritzventils (109) einer Brennkraftmaschine umfasst, die Brennkraftmaschine in einen durch Ansteuerparameter definierten Sonderbetriebsmodus (S) zu überführen und während eines Diagnosezeitraums in dem Sonderbetriebsmodus (S) zu betreiben, wobei zumindest während des Diagnosezeitraums wenigstens ein Betriebsparameter (321, 322, 323) der Brennkraftmaschine bestimmt und wenigstens eine das Einspritzverhalten des wenigstens einen Einspritzventils (109) cha- rakterisierende Größe zumindest während eines Abschnitts des Diagnosezeitraums erfasst und auf Grundlage des wenigstens einen Betriebsparameters (321, 322, 323) ausgewertet wird.

Beschreibung

Titel

Verfahren zur Beurteilung eines Einspritzverhaltens wenigstens eines Einspritzventils einer Brennkraftmaschine und Betriebsverfahren für Brennkraftmaschine

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Beurteilung eines Einspritzverhaltens wenigstens eines Einspritzventils einer Brennkraftmaschine und ein Betriebsverfahren für eine entsprechende Brennkraftmaschine.

Stand der Technik

Brennkraftmaschinen mit direkter Kraftstoffeinspritzung in den Brennraum über entsprechende (Hochdruck-)Einspritzventile sowie mit Motorsteuereinrichtungen zur Realisierung unterschiedlicher Betriebsarten und/oder mehrerer Einspritzungen oder Einspritzsequenzen pro Arbeitsspiel (z.B. in Form von Doppel- oder Mehrfacheinspritzungen) sind hinlänglich bekannt.

Derartige Brennverfahren erfordern eine hohe Zumessgenauigkeit seitens der Einspritzventile, also der durch diese eingespritzten Kraftstoffmenge, um alle Vorteile entsprechender Techniken ausnutzen zu können. Dies trifft vor allem für Mehrfacheinspritzungen von Kleinstmengen zu, die vor allem für den Start, den Warmlauf und für das Aufheizen von Katalysatoren verwendet werden. Steigende Einspritzdrücke in Verbindung mit Mehrfacheinspritzungen bedingen gleichfalls höhere Anforderungen an die Zumessgenauigkeit von Einspritzventilen.

Die geforderte Zumessgenauigkeit ist, insbesondere für Kleinstmengen, nur durch besondere Verfahren zu realisieren, bei denen jeweils eine genaue Kenntnis des Einspritzverhaltens der beteiligten Einspritzventile erforderlich ist.

Aus dem Stand der Technik ist bekannt, charakteristische Kenngrößen der Einspritzventile in Form von Applikationsparametern in einer Vorsteuerung abzulegen. Eine Kennlinie, die hierbei eine Beziehung einer Einspritzmenge zur Ventilansteuerdauer wiedergibt, verläuft im Bereich langer Ansteuerdauern nahezu linear. Dies betrifft vor allem den sogenannten Vollhubbereich, bei dem das Einspritzventil während des Einspritzvorgangs vollständig öffnet. Im Bereich kleiner Ansteuerdauern zeigt sich hingegen eine deutliche Abweichung von der Linearität. Die Zumessgenauigkeit nimmt in Verbindung mit einem signifikanten Anstieg der Exemplarstreuung deutlich ab, wenn die Ansteuerdauer so weit reduziert wird, dass das Einspritzventil nicht mehr oder nur sehr kurz vollständig öffnet.

Aus der DE10 2005 051 701 A1 ist ein Verfahren bekannt, das ermöglicht, eine Abweichung des Verhaltens eines Einspritzventils von der linearen Beziehung zwischen Ansteuerdauer und Einspritzdauer zu beschreiben. Hierzu werden Testeinspritzungen vorgenommen, deren Dauern zunächst noch im linearen Bereich der erwähnten Kennlinie liegen. Die Menge des im Rahmen einer regulären Einspritzung eingespritzten Kraftstoffs wird dabei um die im Rahmen der Messeinspritzung eingespritzte Kraftstoffmenge verringert, um Einflüsse auf die Motorlaufruhe und andere nachteilige Auswirkungen zu vermeiden. Der Effekt der Einspritzungen wird durch eine Auswertung der Luftzahl Lambda, also motorausgangsseitig und indirekt, bewertet. Bei zunehmender Verringerung der Dauer der Testeinspritzungen wird eine Abweichung vom linearen Verhalten über eine Abweichung von der bei einer Linearität erwarteten Luftzahl erfassbar.

Es besteht jedoch weiterhin der Bedarf nach verbesserten Möglichkeiten zur Beurteilung des Einspritzverhaltens von Einspritzventilen während eines Motorbetriebs, die genauere und zuverlässigere Aussagen liefern.

Offenbarung der Erfindung

Erfindungsgemäß werden vor diesem Hintergrund ein Verfahren zur Beurteilung des Einspritzverhaltens wenigstens eines Einspritzventils einer Brennkraftmaschine sowie ein Betriebsverfahren für eine entsprechende Brennkraftmaschine mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche vorgeschlagen. Eine er-

findungsgemäße Recheneinheit, z.B. ein Steuergerät eines Kraftfahrzeugs, ist, insbesondere programmtechnisch, dazu eingerichtet, ein erfindungsgemäßes Verfahren durchzuführen. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der nachfolgenden Beschreibung.

Vorteile der Erfindung

Zur Beurteilung des Einspritzverhaltens wird eine Brennkraftmaschine in einen durch Ansteuerparameter definierten Sonderbetriebsmodus überführt und während eines Diagnosezeitraums in dem Sonderbetriebsmodus betrieben. Zumindest während des Diagnosezeitraums werden Betriebsparameter der Brennkraftmaschine ermittelt. Wenigstens eine Zusatzeinspritzung kann dabei zusätzlich zu den im regulären Motorbetrieb verwendeten Einspritzungen (nachfolgend auch als "Regeleinspritzungen" bezeichnet) abgesetzt werden. Das Einspritzverhalten charakterisierende Größen werden zumindest während eines Abschnitts des Diagnosezeitraums, bei Absetzung einer Zusatzeinspritzung besonders während dieser, ventilseitig erfasst und auf Grundlage der Betriebsparameter ausgewertet.

Durch die ventilseitige Erfassung und Auswertung der das Einspritzverhalten charakterisierenden Größen, nachfolgend auch als "Ventildiagnose" bezeichnet, kann ein Verhalten eines entsprechenden Einspritzventils sehr viel zuverlässiger als über die aus dem Stand der Technik bekannte, motorausgangsseitige Auswertung der Luftzahl Lambda erfasst werden. Die spezifische Einstellung der Ansteuerparameter sorgt dabei nicht nur für konstante, reproduzierbare Bedingungen, sondern kann, wie unten beschrieben, auch spezifische Voraussetzungen schaffen, die eine entsprechende Ventildiagnose sehr viel schneller und zuverlässiger ermöglichen.

Die genannten Betriebsbedingungen umfassen unter anderem die Spannung des Bordnetzes, einen Raildruck, einen Einspritz- und/oder Zylindergegendruck, das verwendete Einspritzmuster, die Pausenzeit(en) zwischen Einspritzungen, den Kraftstoff bzw. Kraftstofftyp, die Betriebsart der Brennkraftmaschine, deren Momentenreserve sowie Temperaturen, z.B. von Motor, Frischgas, Abgas, Kraft-

stoff und Einspritzventil sowie Motorlast und Motordrehzahl. Es handelt sich hierbei also sowohl um Ansteuerparameter, mit denen der Motor gezielt angesteuert werden kann, und die dann, wie unten erläutert, einen Sonderbetriebsmodus definieren, als auch um Einflussfaktoren, die zwar nicht gezielt eingestellt aber zumindest zeitweise während des Diagnosezeitraums ermittelt werden können.

Insbesondere kann dabei wichtig sein, welcher Kraftstofftyp eingesetzt wird; dies umfasst z.B. die jeweiligen Mengenanteile an (Bio-) Diesel, Benzin, Ethanol etc.

Ein "Sonderbetriebsmodus" ist also durch die gezielte Einstellung von bestimmten Ansteuerparametern definiert, insbesondere durch einen definierten Raildruck bzw. Einspritzdruck und/oder ein definiertes Einspritzmuster mit zumindest zwei Teileinspritzungen, insbesondere einer Vor- und einer Haupteinspritzung. Ein derartiger Sonderbetriebsmodus kann die Verwendung applikationstechnisch, also z.B. unter Verbrauchs-, Lärm- oder Effizienzaspekten nicht optimaler, jedoch unter Diagnosegesichtspunkten vorteilhafter Ansteuerparameter umfassen, die eine Diagnose mit erhöhter Zuverlässigkeit ermöglichen. Wie der Name aussagt, handelt es sich gerade nicht um einen Regelbetrieb/Normalbetrieb.

Ein Sonderbetriebsmodus zeichnet sich also beispielsweise dadurch aus, dass dieser auf optimale Messbedingungen abgestimmt ist, um z.B. eine schnelle Vermessung bzw. Diagnose durchzuführen. Im Leerlauf wird ein Fahrzeug beispielsweise mit einem Raildruck von 40 bar betrieben. Da eine aussagekräftige Beurteilung eines Einspritzverhaltens jedoch auch Messungen mit anderen Drücken erforderlich macht, werden im Rahmen der erfindungsgemäßen Verfahren kurzfristig, d. h. für die Dauer der jeweiligen Beurteilung, mittels eines Koordinators bzw. Steuergeräts entsprechende andere Drücke bereitgestellt. Diese sind zwar aus Applikationssicht nicht optimal, liefern jedoch optimale Ergebnisse aus messtechnischer Sicht. Aufgrund dieser Maßnahmen lässt sich letztlich im Regelbetrieb ein vorteilhafter Betrieb erzielen, der auf den während des Sonderbetriebsmodus ermittelten Informationen beruhen kann.

Die erfindungsgemäßen Maßnahmen unterstützen durch eine spezifische Ansteuerung der Brennkraftmaschine mittels der Ansteuerparameter die Vermessung bzw. Diagnose der Einspritzventile während des Betriebs der Brennkraftmaschine und ermöglichen durch das Erfassen und/oder Einstellen definierter Betriebsbedingungen eine schnelle Vermessung mit hoher Güte. Hierbei können durch das gezielte Anfahren von Betriebspunkten unter definierten Ansteuerparametern und Einflussfaktoren Quereinflüsse gezielt berücksichtigt, beeinflusst und/oder ausgeblendet werden.

Durch den Sonderbetriebsmodus wird eine Vermessung der Einspritzventile und eine Beurteilung des Einspritzverhaltens in Verbindung mit entsprechenden Diagnoseverfahren unter definierten Randbedingungen ermöglicht. Der Sonderbetriebsmodus erlaubt in Verbindung mit derartigen definierten Betriebsbedingungen (beispielsweise Druck und Temperatur) eine deutlich gesteigerte Erkennungsgüte, da Einflussgrößen auf die ventilindividuelle Einspritzung gezielt berücksichtigt bzw. ausgeblendet werden können.

Durch das gezielte Einstellen von Ansteuerparametern, also mit anderen Worten die Erzwingung definierter Randbedingungen, ermöglicht der Sonderbetriebsmodus eine gezielte Korrektur der Einflüsse (z.B. von Raildruck, Kraftstofftemperatur, Kraftstoff oder Einspritzmuster) auf die Zumessung des Einspritzventils. Zudem kann ein Geschwindigkeitsvorteil bis zum Vorliegen belastbarer ventilindividueller Ansteuerkorrekturwerte erzielt werden, sofern für bestimmte Diagnoseverfahren gezielte Abläufe oder Randbedingungen für eine bestimmte Zeitdauer benötigt werden. So erfordern bestimmte Diagnoseverfahren, wie z.B. unten näher erläutert, in bestimmter Häufigkeit definierte Ansteuerdauern bzw. Ansteuersequenzen. Im normalen Motorbetrieb dauert es gegebenenfalls sehr lange, bis sich entsprechende Betriebsbedingungen zufällig ergeben oder solche Betriebsbedingungen kommen nie zufällig vor. Beispielsweise können in entsprechenden Diagnoseverfahren Sequenzen festgelegter Ansteuerdauern mit einer definierten Anzahl an Wiederholungsmessungen und definierten Einspritzlagen erforderlich sein, die durch den Sonderbetriebsmodus schnell bereitgestellt werden können.

Mit besonderem Vorteil können Ansteuerparameter beispielsweise ein bestimmtes Einspritzmuster umfassen, bei dem zusätzliche Einspritzungen abgesetzt werden. In einer besonders vorteilhaften Umsetzung werden die Einspritzmengen dieser zusätzlichen Einspritzungen von der Gesamtmenge der Regeleinspritzungen (hier als "Regeleinspritzmenge" bezeichnet) abgezogen, so dass die eingespritzte Gesamtmenge sich nicht ändert. In einer weiteren besonders vorteilhaften Umsetzung werden die zusätzlichen Einspritzungen immer nur auf den Zylindern abgesetzt, deren Einspritzventil(e) auch vermessen werden können. Die Zusatzeinspritzungen können als Ansteuerdauern in Verbindung mit einer anschließenden Berechnung der dazugehörigen Kraftstoffmassen vorgegeben werden. Alternativ können Zusatzeinspritzungen auf Basis von Kraftstoffmassenvorgaben vorgegeben werden.

Diagnoseverfahren zur Beurteilung des Einspritzverhaltens von Einspritzventilen sind z.B. aus der DE 10 2009 045 469 A1 und der DE 10 2009 002 483 A1 bekannt und profitieren in besonderer Weise von dem zuvor erläuterten Sonderbetriebsmodus. Ein erläuterter Sonderbetriebsmodus kann auch für andere Diagnoseverfahren vorteilhaft sein. Beispielsweise kann eine Auswertung der Luftzahl Lambda sehr viel zuverlässiger erfolgen, wenn definierte Kraftstoffdrücke in Verbindung mit definierten Kraftstoff- bzw. Ventiltemperaturen eingestellt und/oder zur Auswertung herangezogen werden.

Als Diagnoseverfahren für das oder die Einspritzventile kann vorteilhafterweise ein Verfahren zum Einsatz kommen, bei dem eine erste Ventilverzugszeit bestimmt und aufgrund einer Korrelation dieser mit einer zweiten Ventilverzugszeit die zweite Ventilverzugszeit ermittelt werden kann. Bei Einspritzventilen können als Ventilverzugszeiten eine Öffnungsverzugszeit und eine Schließverzugszeit auftreten. Die Öffnungsverzugszeit ist dabei die Zeit zwischen dem Beginn der Bestromung eines Ventilaktors und dem Zeitpunkt, ab dem sich ein bewegliches Element, z. B. eine Ventilkugel, tatsächlich in Bewegung setzt. Die Schließverzugszeit bezeichnet die Zeit zwischen dem Zeitpunkt, zu dem die Bestromung beendet wird und jenem, zu dem das bewegliche Element seine Ruhelage wieder eingenommen hat.

Bei vielen herkömmlichen Ventiltypen ist die Schließverzugszeit verhältnismäßig einfach aus Betriebsgrößen des Ventils beziehungsweise des darin verbauten Aktors ermittelbar. Beispielsweise kann bei einem elektromagnetischen Aktor eine Auswertung des Aktorstroms beziehungsweise der Aktorspannung zur Ermittlung der Schließverzugszeit dienen (siehe unten). Im Gegensatz hierzu ist es bei gängigen Ventiltypen üblicherweise schwieriger, eine Öffnungsverzugszeit unter Zuhilfenahme derartiger messtechnischer Verfahren zu ermitteln. Da jedoch eine Korrelation zwischen Schließverzugszeit und Öffnungsverzugszeit besteht, können entsprechende Rückschlüsse aus der Schließverzugszeit auf die Öffnungsverzugszeit gezogen werden, so dass sich messtechnische Maßnahmen für die Ermittlung der Öffnungsverzugszeit erübrigen.

Die Anwendung eines entsprechenden Verfahrens ist besonders vorteilhaft in einem ballistischen Betriebsbereich eines Einspritzventils, der dadurch gekennzeichnet ist, dass mindestens eine bewegliche Komponente des Ventils, z.B. eine Ventilnadel, eine ballistische Trajektorie vollführt.

Die erste Verzugszeit, z.B. die Schließverzugszeit, braucht ihrerseits nicht notwendigerweise durch eine Messung ermittelt werden, sondern kann über eine Ansteuerdauer hergeleitet werden. Ebenfalls ist es möglich, die zweite Verzugszeit in Abhängigkeit von einem minimalen Wert für die erste Verzugszeit – bezogen auf ihren Verlauf über die Ansteuerdauer – zu ermitteln.

Eine zweite Verzugszeit kann in entsprechenden Verfahren auch mittels Modellen ermittelt werden, die ein Betriebsverhalten des Einspritzventils nachbilden, und denen mindestens die erste Verzugszeit und/oder ihr Verlauf über die Ansteuerdauer als Eingangsgröße zugeführt wird. In besonders vorteilhafter Weise werden dem Modell ergänzend auch die Ansteuerdauer und weitere Betriebsparameter wie Kraftstoffdruck, Temperatur und dergleichen, insbesondere im Rahmen des erläuterten Sonderbetriebsmodus, zugeführt.

Zur Diagnose des Ventilverhaltens des oder der Einspritzventile, insbesondere hierbei zur Ermittlung der soeben erläuterten ersten Verzugszeit, kann ferner auch ein Verfahren zum Einsatz kommen, bei dem in Abhängigkeit von einer

elektrischen Betriebsgröße des elektromagnetischen Aktors des Ventils eine die Beschleunigung einer beweglichen Komponente des elektromagnetischen Aktors, insbesondere seines Magnetankers, charakterisierende Größe gebildet wird. Ausgehend von der die Beschleunigung charakterisierenden Größe wird auf einen Betriebszustand des Ventils geschlossen.

Insbesondere kann dieses Verfahren dazu verwendet werden, einen tatsächlichen hydraulischen Schließzeitpunkt zu ermitteln, zu welchem die Ventilnadel des Einspritzventils auf den Ventilsitz auftrifft.

Als elektrische Betriebsgröße des elektromagnetischen Aktors kann beispielsweise eine an der Magnetspule anliegende Aktorspannung oder ein entsprechender Aktorstrom verwendet werden. Als die die Beschleunigung des Magnetankers charakterisierende Größe wird die erste zeitliche Ableitung der Aktorspannung oder des Aktorstroms gebildet und verwendet.

Sind die genannten Betriebsbedingungen (insbesondere Ansteuerdauern, Kraftstoffdruck, Einspritzmuster inklusive der Pausenzeiten zwischen Einspritzungen und einer möglichen Rampung der Ansteuerung sowie die Kraftstofftemperatur) bekannt oder definiert eingestellt, können entsprechende Verfahren sehr viel schneller und zuverlässiger durchgeführt werden. Umfangreiche rechnerische Extrapolationen bzw. eine Simulation in entsprechend aufwendigen Modellen können zumindest teilweise entfallen.

Die ventilseitige Erfassung der das Einspritzverhalten charakterisierenden Größen und eine entsprechende Auswertung erlauben besonders zuverlässige Rückschlüsse bezüglich des Ventilverhaltens, die weit über eine reine Erfassung einer Linearitätsabweichung, wie aus dem Stand der Technik über die Erfassung eines Lambda-Werts bekannt, hinausgehen.

Im Rahmen derartiger Diagnoseverfahren erweist sich insbesondere als vorteilhaft, wenn definierte Einspritzmuster sowie Kraftstoffdrücke mittels der erläuterten Ansteuerparameter voreingestellt werden, die für das jeweilige Diagnoseverfahren besonders relevant sind. Eine gleichzeitige Überwachung relevanter

Randbedingungen, d.h. von Betriebsparametern, gewährleistet eine Motorlauffähigkeit in dem jeweiligen Modus unter Berücksichtigung der Anforderungen hinsichtlich Fahrbarkeit, Brennverfahren sowie Emissionen. Unzulässige, also fehlerhafte Vermessungs- bzw. Diagnoseergebnisse durch unzulässige Randbedingungen, werden vorteilhafterweise vermieden.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann auch beinhalten, während eines regulären Motorbetriebs die relevanten Betriebsbedingungen, insbesondere die nichtbeeinflussbaren Einflussfaktoren, kontinuierlich zu überwachen und den Sonderbetriebsmodus nur dann anzufordern, wenn die genannten Einflussfaktoren innerhalb eines zulässigen Bereichs für die jeweilige Diagnose liegen. Einflussfaktoren, die negative Auswirkungen auf die Erkennungsgüte eines entsprechenden Diagnoseverfahrens aufweisen können, können gezielt zugelassen oder ausgeblendet werden. Insbesondere kann es sich hierbei um andere Diagnoseverfahren und/oder z.B. um eine sogenannte Schlechtwegeerkennung zur Erkennung eines Straßenzustands handeln.

Wenn die Schlechtwegerkennung beispielsweise einen schlechten Straßenzustand meldet, könnten die dadurch resultierenden Vibrationen zu einem Ventilverhalten führen, welches nicht dem Normalbetrieb entspricht. Dies kann dann gezielt vermieden werden, wenn für diesen Fall eine Diagnose unterbunden wird. Das erfindungsgemäße Verfahren kann insbesondere ein sogenanntes Kollisionsmanagement umfassen, im Rahmen dessen Einspritzungen bei Bedarf derart verschoben werden, dass relevante Parameter, wie z.B. Pausenzeiten zwischen Einspritzungen, in einem zulässigen Bereich für das Erkennungsverfahren liegen. Auch dieses Vorgehen dient dazu, die Messbedingungen für das jeweilige Diagnoseverfahren zu optimieren.

Die hier erläuterten Verfahren können parallel auf allen Zylindern oder zylinderindividuell durchgeführt werden. Eine entsprechende Zusatzeinspritzung kann beliebig appliziert und beispielsweise auch momentenneutral abgesetzt werden. Dies umfasst ein Absetzen der Zusatzeinspritzung(en) während sämtlicher Winkelbereiche des Motorbetriebs, d.h. im Saug-, Kompressions-, Ausstoß- und Arbeitshub.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren umfasst mit anderen Worten also beispielsweise zunächst eine Beobachtung bzw. Überwachung von Randbedingungen. Diese können auch eine Feststellung umfassen, ob überhaupt ein Messbedarf für ein Ventil vorliegt. Als weiteres Kriterium wird ermittelt, ob relevante Betriebsparameter gültig sind, also z.B. kein Fehler eines Drucksensors, einer Einspritzventilendstufe oder eines Temperatursensors vorliegen. Ferner wird z.B. festgestellt, ob Motorlast und Motordrehzahl in einem Bereich in dem eine Ventilvermessung sinnvoll ist, ob Quereinflüsse (z.B. ein schlechter Straßenzustand) vorliegen, die sich negativ auf die Messung auswirken und/oder z.B. die Kraftstoff- bzw. Ventiltemperatur in einem Bereich liegt, in dem eine Vermessung vorgenommen werden soll.

Auf Grundlage dieser Randbedingungen, also von Betriebszuständen, wird ermittelt, ob eine Vermessung erfolgen soll. Falls dies der Fall ist, wird der Motor z.B. durch Auswahl des Kraftstoffdrucks, für den die höchste Dringlichkeit hinsichtlich einer Messung besteht, und/oder die Auswahl des passenden Einspritztimings in einen Sonderbetriebsmodus überführt und die Diagnose vorgenommen.

Zu den Merkmalen und Vorteilen des erfindungsgemäß ebenfalls vorgeschlagenen Betriebsverfahrens sei auf die zuvor erläuterten Merkmale und Vorteile ausdrücklich verwiesen.

Auch die Implementierung der Erfindung in Form von Software ist vorteilhaft, da dies besonders geringe Kosten verursacht, insbesondere wenn ein ausführendes Steuergerät noch für weitere Aufgaben genutzt wird und daher ohnehin vorhanden ist. Geeignete Datenträger zur Bereitstellung des Computerprogramms sind insbesondere Disketten, Festplatten, Flash-Speicher, EEPROMs, CD-ROMs, DVDs u.a.m. Auch ein Download eines Programms über Computernetze (Internet, Intranet usw.) ist möglich.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der beiliegenden Zeichnung.

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachfolgend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Die Erfindung ist anhand von Ausführungsbeispielen in der Zeichnung schematisch dargestellt und wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung ausführlich beschrieben.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Figur 1 zeigt schematisch ein Common-Rail-System, anhand dessen die Erfindung beschrieben wird.

Figur 2 zeigt Ansteuerschemata für eine Brennkraftmaschine in einem Regel- und einem Sonderbetriebsmodus

Figur 3 zeigt ein Verfahren gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung in schematischer Darstellung.

Ausführungsformen der Erfindung

In Figur 1 ist eine hier als Common-Rail-Motor mit Direkteinspritzung ausgebildete Brennkraftmaschine dargestellt, wie sie der vorliegenden Erfindung zugrunde liegen kann. Die erfindungsgemäße Lösung ist jedoch in gleicher Weise beispielsweise in Ottomotoren und/oder Motoren mit Saugrohreinspritzung einsetzbar. Die Brennkraftmaschine umfasst ein Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem 100 und einen Zylinder 116.

In einem teilweise angeschnitten gezeigten, mit Kühlwasser 114 gekühlten Brennraum 124 des Zylinders 116 ist ein Kolben 126 beweglich angeordnet. Ein Einspritzventil 109 dient zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum 124. Wenngleich hier nur ein Zylinder 116 dargestellt ist, ist die Erfindung für Brenn-

kraftmaschinen mit beliebig vielen Zylinder geeignet, wobei das Einspritzverhalten von Ventilen eines oder mehrerer Zylinder beurteilt werden kann.

Das Kraftstoffeinspritzsystem umfasst einen Kraftstofftank 101, der in nahezu gefülltem Zustand gezeigt ist. Innerhalb des Kraftstofftanks 101 ist eine Vorförderpumpe 103 angeordnet, die durch ein Vorfilter 102 Kraftstoff aus dem Tank 101 ansaugt und mit niedrigem Druck von 1 bar bis maximal 10 bar durch eine Kraftstoffleitung 105 bis zu einem Kraftstofffilter 104 befördert. Von dem Kraftstofffilter 104 führt eine weitere Niederdruckleitung 105' zu einer Hochdruckpumpe 106, die den zugeführten Kraftstoff bis auf einen hohen Druck komprimiert, der je nach System typischerweise zwischen 100 bar und 2000 bar liegt. Die entsprechenden Werte bei Ottomotoren betragen typischerweise zwischen 35 bar und 250 bar. Die Hochdruckpumpe 106 weist eine Zumesseinheit (ZME) 113 zum Einstellen einer Kraftstoffmenge auf. Die Hochdruckpumpe 106 speist den komprimierten Kraftstoff in eine Hochdruckleitung 107 und ein mit dieser verbundenes Rail 108 (Hochdruckspeicher), das sogenannte Common-Rail, ein. Vom Rail 108 führt eine weitere Hochdruckleitung 107' zum Einspritzventil 109.

Ein System von Rücklaufleitungen 110 ermöglicht den Rückfluss überschüssigen Kraftstoffs aus dem Kraftstofffilter 104, der Hochdruckpumpe 106 bzw. der Zumesseinheit 113, dem Injektor 109 und dem Rail 108 in den Kraftstofftank 101. Dabei ist zwischen das Rail 108 und die Rückflussleitung 110 ein Druckregelventil (DRV) 112 geschaltet, das – neben der ZME – durch Verändern der vom Rail 108 in die Rückflussleitung 110 abfließenden Kraftstoffmenge den im Rail 108 herrschenden hohen Druck, den sog. Raildruck, regeln kann.

Das gesamte Common-Rail-Einspritzsystem 100 wird durch ein Steuergerät 111 gesteuert, das über elektrische Leitungen 128 u.a. mit der Vorförderpumpe 103, der Hochdruckpumpe 106, der Zumesseinheit 113, dem Einspritzventil 109, einem Drucksensor 134 am Rail 108, dem Druckregelventil 112 sowie Temperatursensoren 130, 132, 122 am Zylinder 116 bzw. an der Kraftstoffzulaufleitung 105 verbunden ist. Weitere, jedoch nicht dargestellte Sensoren oder Softsensoreinrichtungen sind beispielsweise zur Erfassung der Spannung des Bordnetzes, und weiterer Temperaturen (z.B. der Motortemperatur, der Kraftstofftemperatur,

der Kraftstoffzusammensetzung, der Temperatur zugeführten Frischgases oder des Abgases) sowie des Kraftstoffdrucks vorgesehen. Das Steuergerät 111 ist zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens, insbesondere zur Einstellung des Regel- und/oder des Sonderbetriebsmodus, wie oben erläutert, eingerichtet.

Figur 2 zeigt Ansteuerschemata für eine Brennkraftmaschine in einem Regelbetriebsmodus R und einem Sonderbetriebsmodus S gemäß besonders bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung. Die Ansteuerschemata sind insgesamt mit 200 bezeichnet und über einen Kurbelwellenwinkel in Grad aufgetragen. Die Darstellung ist auf einen Zylinder beschränkt, die beschriebenen Konzepte können jedoch in einer beliebigen Anzahl von Zylindern realisiert sein.

Mit E ist in einem Kurbelwellenwinkelbereich von 180° bis 360° ein Ausstoßhub dargestellt. S bezeichnet einen Saughub in einem Kurbelwellenwinkelbereich von 360° bis 540°. Mit C ist in einem Kurbelwellenwinkelbereich von 540° bis 720° bzw. 0° ein Kompressionshub, mit W in einem Kurbelwellenwinkelbereich von 0° bis 180° ein Arbeitshub bezeichnet. Mit R ist ein Regelbetriebsmodus, mit S (bzw. einzeln mit S1 bis S3) sind Sonderbetriebsmodi angegeben.

Der Regelbetriebsmodus R und die Sonderbetriebsmodi S1 bis S3 unterscheiden sich unter anderem in Form der jeweils vorgesehenen Einspritzmuster 210. Die in der Figur 2 dargestellte Einspritzung erfolgt sowohl im Regelbetriebsmodus R als auch in den Sonderbetriebsmodi S1 bis S3 in Form einer sogenannten Spliteinspritzung mit jeweils zwei Teileinspritzungen 211 bzw. 211', von denen jeweils eine während des Saughubs S und eine während des Kompressionshubs C abgesetzt wird. Der Fachmann wird verstehen, dass die erfindungsgemäßen Maßnahmen bei anderen Einspritzschemata verwendet werden können. So muss die Basis der Diagnose keine Spliteinspritzung darstellen, vielmehr kann auch eine Aufteilung einer Regeleinspritzung in eine Haupt- und eine Messeinspritzung erfolgen. Auch kann es in bestimmten Fällen vorteilhaft sein, sämtliche Einspritzungen im Saughub oder Kompressionshub oder in Form einer entsprechenden Kombination oder in anderen Winkelbereichen abzusetzen. Dabei können auch mehr als zwei oder drei Einspritzungen abgesetzt werden.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, während eines Sonderbetriebsmodus S1 bis S3, zusätzlich zu den jeweiligen Teileinspritzungen 211' Zusatzeinspritzungen 212 vorzunehmen. Die im Rahmen der Zusatzeinspritzungen 212 eingespritzte Kraftstoffmenge reduziert dabei vorteilhafterweise die der jeweiligen Teileinspritzungen 211 des Regelbetriebsmodus R, so dass sich für die Teileinspritzungen 211' des Sonderbetriebsmodus S1 bis S3 jeweils eine reduzierte Kraftstoffmenge ergibt. Die Teileinspritzungen 212 können, wie durch die Pfeile 212' veranschaulicht, jeweils ausgedehnt oder zeitlich verlagert werden. Dabei muss nicht notwendigerweise die erste oder nur die erste Regeleinspritzung um die Messeinspritzung korrigiert werden, es können auch beliebige andere Einspritzungen reduziert werden.

Während der jeweiligen Teileinspritzungen 212 erfolgt gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung eine Diagnose des jeweiligen Einspritzverhaltens, wie oben erläutert.

In Figur 3 ist, insgesamt mit 300 bezeichnet, ein Verfahren gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung dargestellt. In einem ersten Verfahrensschritt 310 läuft die Brennkraftmaschine in einem Regelbetriebsmodus R. Die Brennkraftmaschine wird durch Verwendung geeigneter Ansteuerparameter in einem Schritt 320 in einen Sonderbetriebsmodus S, wie zuvor erläutert, überführt. In dem Sonderbetriebsmodus S werden, wie erwähnt, Betriebsparameter 321 bis 323 erfasst. Eine Brennkraftmaschine wird z.B. derart angesteuert, 325, dass die zuvor erläuterten Zusatzeinspritzungen abgesetzt werden. Hierbei kann eine Berücksichtigung des Kraftstoffdrucks (z.B. in Form einer Veroderung) erfolgen, wodurch auch andere Diagnoseverfahren von den vorgeschlagenen Maßnahmen profitieren können, weil das Einspritzverhalten druckabhängig ist.

In einem Schritt 330 erfolgt eine Diagnose der jeweils beteiligten Einspritzventile 109, wobei jeweils während der wenigstens einen Zusatzeinspritzung 212 eine das Einspritzverhalten des wenigstens einen Einspritzventils 109 charakterisierende Größe ventilseitig erfasst wird.

Ansprüche

1. Verfahren zur Beurteilung eines Einspritzverhaltens wenigstens eines Einspritzventils (109) einer Brennkraftmaschine, das umfasst, die Brennkraftmaschine in einen durch Ansteuerparameter definierten Sonderbetriebsmodus (S) zu überführen und während eines Diagnosezeitraums in dem Sonderbetriebsmodus (S) zu betreiben, wobei zumindest während des Diagnosezeitraums wenigstens ein Betriebsparameter (321, 322, 323) der Brennkraftmaschine bestimmt und wenigstens eine das Einspritzverhalten des wenigstens einen Einspritzventils (109) charakterisierende Größe zumindest während eines Abschnitts des Diagnosezeitraums erfasst und auf Grundlage des wenigstens einen Betriebsparameters (321, 322, 323) ausgewertet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem mittels des wenigstens einen Einspritzventils (109) wenigstens eine Zusatzeinspritzung (212) abgesetzt und die wenigstens eine das Einspritzverhalten des wenigstens einen Einspritzventils (109) charakterisierende Größe zumindest während der wenigstens einen Zusatzeinspritzung (212) ventilseitig erfasst und auf Grundlage des wenigstens einen Betriebsparameters (321, 322, 323) ausgewertet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Ansteuerparameter zumindest einen Raildruck und/oder ein Einspritzmuster (210) umfassen.

4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem ein Einspritzmuster (210) mit wenigstens einer Haupt- und wenigstens einer Zusatzeinspritzung (212) verwendet wird, wobei eine mittels der wenigstens einen Haupt- und der wenigstens einen Zusatzeinspritzung (212) insgesamt eingespritzte Kraftstoffmenge einer Regeleinspritzmenge entspricht.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, bei dem ein Einspritzmuster (210) mit einer Haupteinspritzung als Spliteinspritzung mit wenigstens zwei Teileinspritzungen (211, 211') und einer Zusatzeinspritzung (212) verwendet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, bei dem eine Zusatzeinspritzung (212) während eines Saughubs (S) und/oder während eines Kompressionshubs (C) und/oder während eines Ausstoßhubs und/oder während eines Arbeitshubs in Form einer Vor- und/oder Nacheinspritzung abgesetzt wird.

7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem der wenigstens eine Betriebsparameter (321, 322, 323) zumindest eine Spannung eines Bordnetzes, einen Kraftstoffdruck, einen Raildruck, ein verwendetes Einspritzmuster, eine Pausenzeit zwischen zwei Einspritzungen, einen Kraftstofftyp, eine Motorlast, eine Motordrehzahl, eine Betriebsart der Brennkraftmaschine, eine Momentenreserve der Brennkraftmaschine und/oder Temperaturen eines Frischgases, eines Abgases, eines Kraftstoffs und/oder des Einspritzventils umfasst.

8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem als die wenigstens eine das Einspritzverhalten des Einspritzventils (109) charakterisierende Größe wenigstens eine Verzugszeit des Einspritzventils erfasst wird.

9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem als die wenigstens eine das Einspritzverhalten des Einspritzventils (109) charakterisierende Größe eine zur Ansteuerung des Einspritzventils (109) verwendete Ansteuerspannung und/oder ein bei der Ansteuerung des Einspritzventils (109) bestimmter Ansteuerstrom und/oder eine Ableitung hiervon verwendet wird.

10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die Brennkraftmaschine nur dann in den Sonderbetriebsmodus (S) überführt wird, wenn zuvor bestimmte Betriebsparameter (321, 322, 323) wenigstens teilweise innerhalb eines vorgegebenen Bereichs liegen.

11. Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine, bei dem eine Beurteilung eines Einspritzverhaltens wenigstens eines Einspritzventils (109) der Brennkraftmaschine mittels eines Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche vorgenommen wird.

5

12. Recheneinheit (111), die dazu eingerichtet ist, ein Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche durchzuführen.

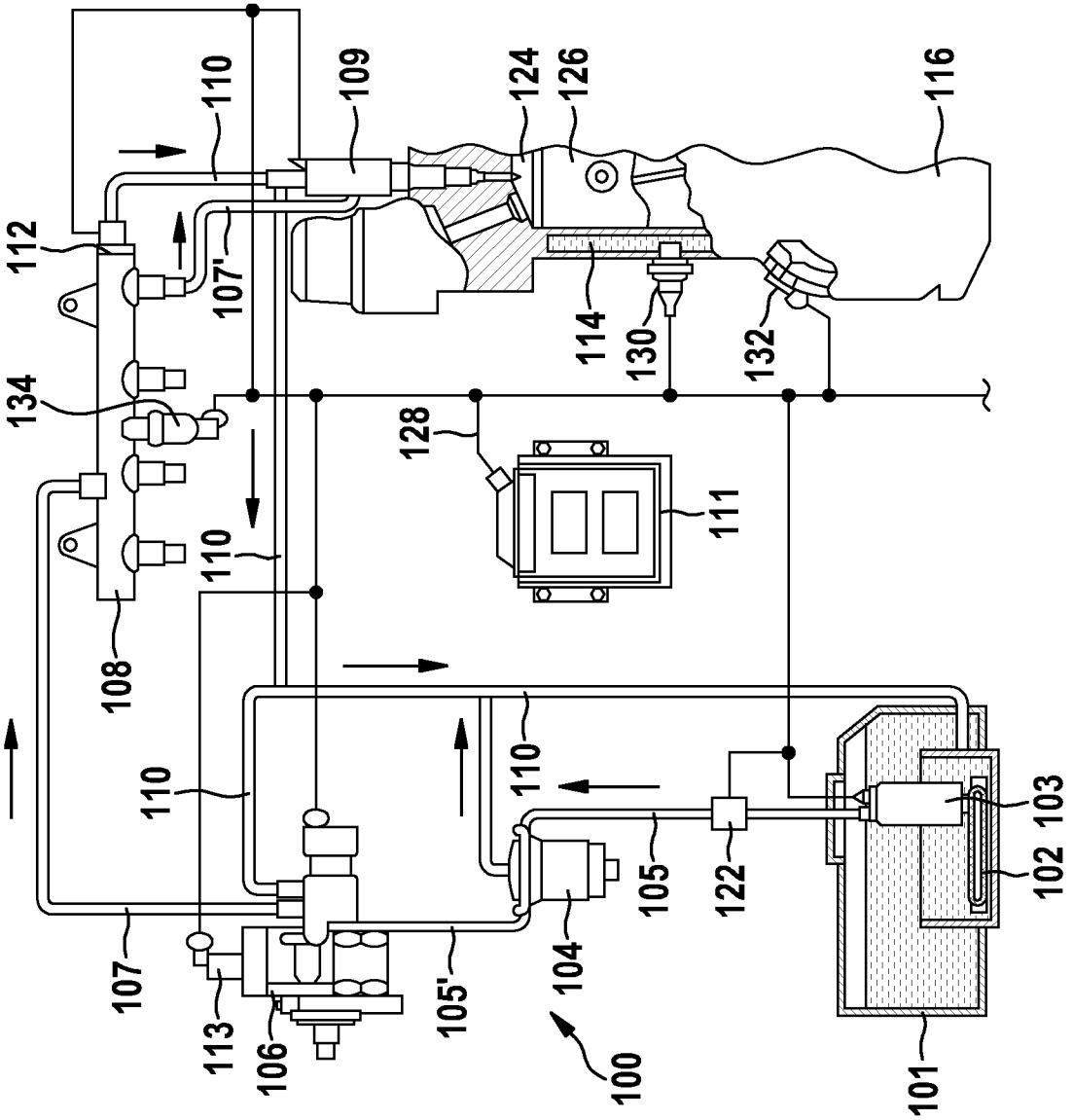

110
109
124
126
116
112
107'
114
130
132
134
128
111
110
108
110
110
103
102
105
122
107
113
106
105'
104
100
101

Fig. 1

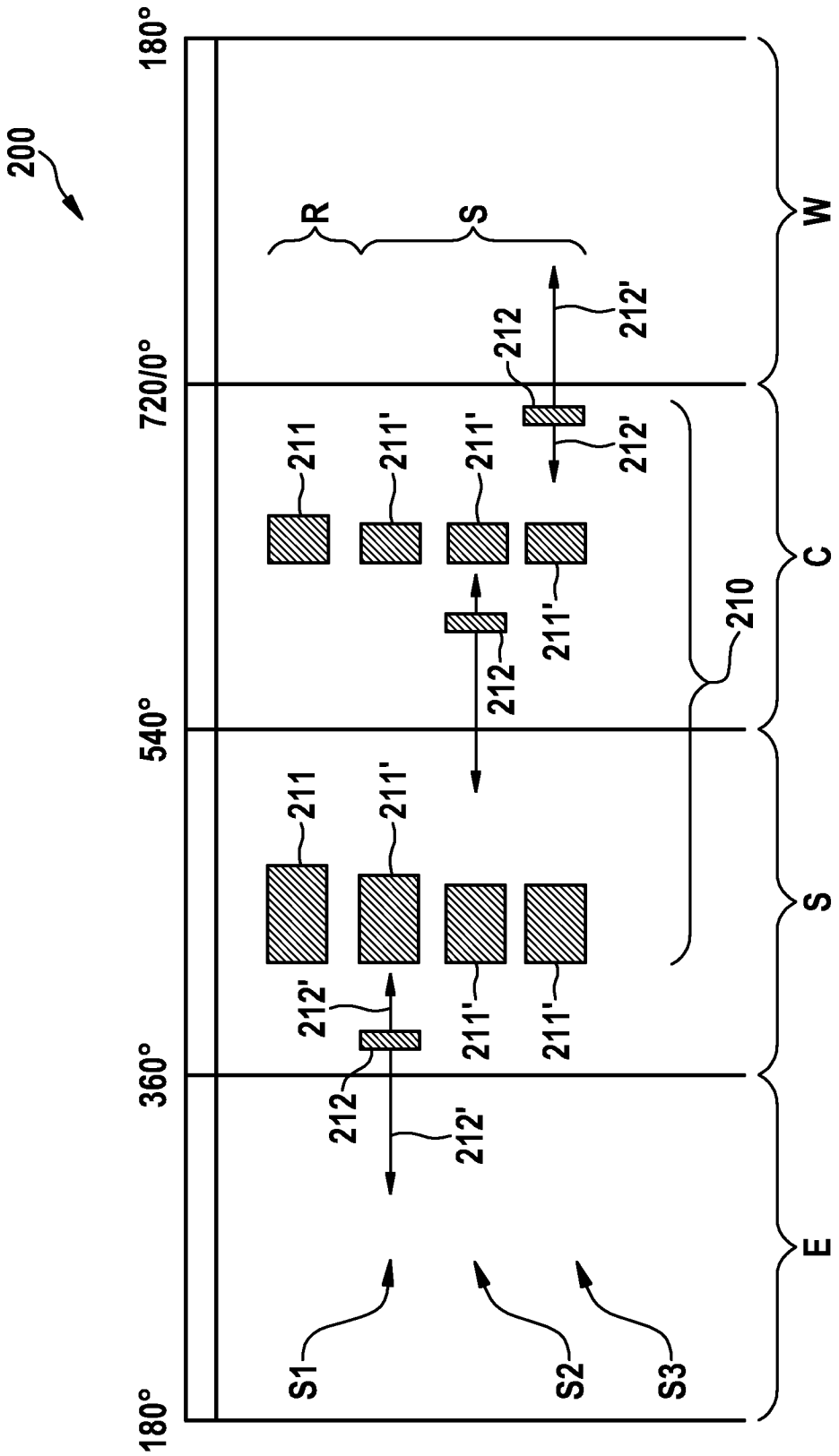


Fig. 2

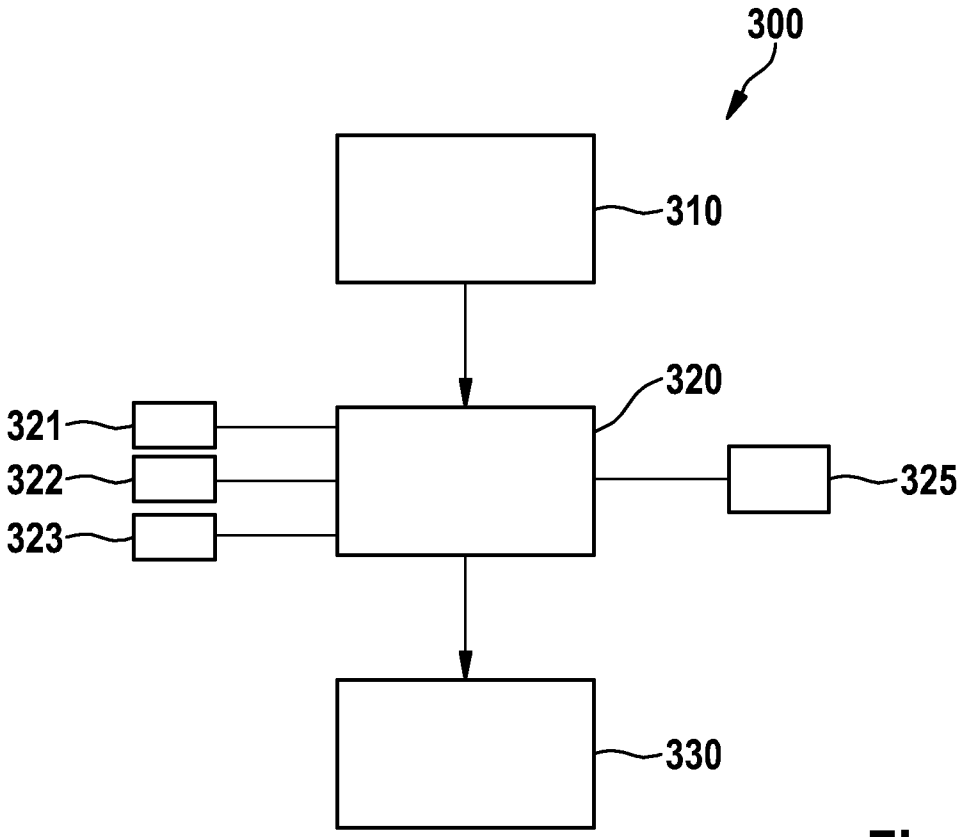


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/065341

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02D41/22 F02D41/40
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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2008 002901 A1 (WOODWARD GOVERNOR CO [US]) 29 January 2009 (2009-01-29) paragraphs [0010] - [0020] paragraphs [0032] - [0043] figures 3-7	1-12
X	DE 10 2005 051701 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 3 May 2007 (2007-05-03) cited in the application	1,3,4,6, 7,11,12
A	paragraphs [0024] - [0034]	2
X,P	EP 2 469 064 A1 (DELPHI TECH INC [US]) 27 June 2012 (2012-06-27) paragraphs [0014] - [0021] paragraphs [0040] - [0063]	1-12

☐ 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 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	Date of mailing of the international search report
11 December 2012	19/12/2012

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Röttger, Klaus

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2012/065341

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102008002901 A1	29-01-2009	DE 102008002901 A1	29-01-2009
		GB 2450523 A	31-12-2008
		JP 2009036196 A	19-02-2009
		KR 20090003127 A	09-01-2009
		US 2009005955 A1	01-01-2009
DE 102005051701 A1	03-05-2007	CN 101300416 A	05-11-2008
		DE 102005051701 A1	03-05-2007
		EP 1945934 A1	23-07-2008
		JP 2009513864 A	02-04-2009
		KR 20080069972 A	29-07-2008
		US 2009299604 A1	03-12-2009
		WO 2007048676 A1	03-05-2007
EP 2469064 A1	27-06-2012	EP 2469064 A1	27-06-2012
		WO 2012084491 A1	28-06-2012

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2012/065341

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F02D41/22 F02D41/40
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F02D

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

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2008 002901 A1 (WOODWARD GOVERNOR CO [US]) 29. Januar 2009 (2009-01-29) Absätze [0010] - [0020] Absätze [0032] - [0043] Abbildungen 3-7	1-12

X	DE 10 2005 051701 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 3. Mai 2007 (2007-05-03) in der Anmeldung erwähnt	1,3,4,6, 7,11,12
A	Absätze [0024] - [0034]	2

X,P	EP 2 469 064 A1 (DELPHI TECH INC [US]) 27. Juni 2012 (2012-06-27) Absätze [0014] - [0021] Absätze [0040] - [0063]	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" 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
11. Dezember 2012	19/12/2012

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Röttger, Klaus

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (April 2005)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2012/065341

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102008002901 A1	29-01-2009	DE 102008002901 A1	29-01-2009
		GB 2450523 A	31-12-2008
		JP 2009036196 A	19-02-2009
		KR 20090003127 A	09-01-2009
		US 2009005955 A1	01-01-2009
DE 102005051701 A1	03-05-2007	CN 101300416 A	05-11-2008
		DE 102005051701 A1	03-05-2007
		EP 1945934 A1	23-07-2008
		JP 2009513864 A	02-04-2009
		KR 20080069972 A	29-07-2008
		US 2009299604 A1	03-12-2009
		WO 2007048676 A1	03-05-2007
EP 2469064 A1	27-06-2012	EP 2469064 A1	27-06-2012
		WO 2012084491 A1	28-06-2012