

(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  
17. Januar 2013 (17.01.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2013/007428 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
**F02D 41/14** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/059101

(22) Internationales Anmeldedatum:  
16. Mai 2012 (16.05.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102011078930.8 11. Juli 2011 (11.07.2011) 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): **BAUMANN, Thomas**  
[DE/DE]; Mirabellenweg 1, 70806 Kornwestheim (DE).  
**SCHULZ, Udo** [DE/DE]; Kornblumenweg 34, 71665  
Vaihingen/Enz (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, 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.

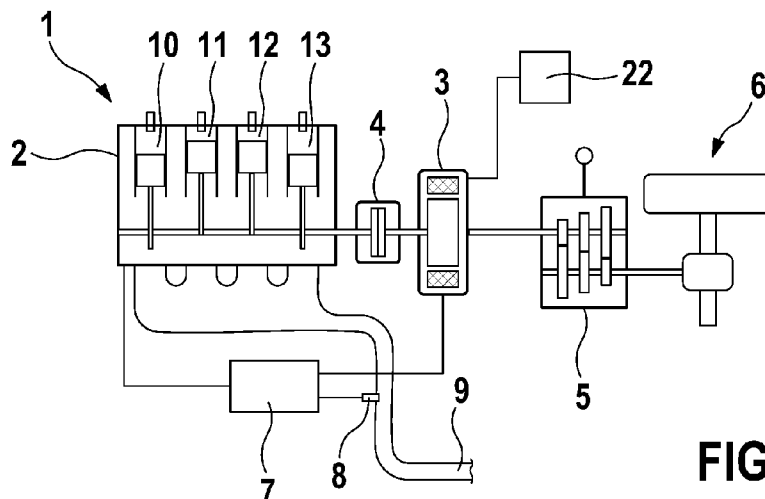
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,  
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,  
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,  
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, 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)

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR OPERATING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM BETREIBEN EINER BRENNKRAFTMASCHINE



**FIG. 1**

(57) Abstract: The invention relates to a method for operating a drive device (1), which for the purpose of providing a driving torque comprises an internal combustion engine having a plurality of cylinders (10, 11, 12, 13) that, during normal operation, supply a respective torque contribution, and at least one electric motor (3) operatively connected to said engine. To this end, in a diagnostic mode a cylinder-selective measurement of at least one characteristic operating variable is carried out, for which purpose in the diagnostic mode only the cylinder (10, 11, 12, 13) to be measured is operated and the torque contributions of the remaining cylinders (10, 11, 12, 13) are simulated by the electric motor (3).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2013/007428 A1



---

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Antriebsvorrichtung (1), die zum Bereitstellen eines Antriebsmoments einen mehrere, in einem Normalbetrieb jeweils einen Drehmomentbeitrag liefernde Zylinder (10,11,12,13) aufweisenden Verbrennungsmotor (2) sowie mindestens eine damit wirkverbundene Elektromaschine (3) umfasst. Dabei ist vorgesehen, dass in einem Diagnosemodus eine zylinderselektive Messung mindestens einer charakteristischen Betriebsgröße erfolgt, wozu in dem Diagnosemodus nur der zu messende Zylinder (10,11,12,13) betrieben und die Drehmomentbeiträge der übrigen Zylinder (10,11,12,13) durch die Elektromaschine (3) nachgebildet werden.

## 5 Beschreibung

## Titel

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM BETREIBEN EINER BRENNKRAFTMASCHINE

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Antriebsvorrichtung, die zum Bereitstellen eines Antriebsdrehmoments einen mehrere, in einem Normalbetrieb jeweils einen Drehmomentbeitrag liefernde Zylinder aufweisenden Verbrennungsmotor sowie mindestens eine damit wirkverbundene

15 Elektromaschine umfasst.

Ferner betrifft die Erfindung ein Computer-Programm-Produkt mit einem auf einem maschinenlesbaren Träger gespeicherten Programmcode zur Durchführung des oben genannten Verfahrens.

20

## Stand der Technik

Verfahren der eingangs genannten Art sind aus dem Stand der Technik bekannt. So zeigt beispielsweise die Offenlegungsschrift DE 101 16 749 A1 eine

25 Antriebsvorrichtung, die einen Verbrennungsmotor und eine elektrische Maschine umfasst, die zum Bereitstellen eines Antriebsdrehmoments angesteuert werden, sodass in einem Normalbetrieb jeder der Zylinder des Verbrennungsmotors einen Drehmomentbeitrag liefert. Zum Bereitstellen eines gewünschten Drehmoments und zum Erhalten einer optimalen Leistungsfähigkeit und Kraftstoffausnutzung werden in einem gesonderten Betriebsmodus

30 ausgewählte Zylinder des Verbrennungsmotors aktiviert oder deaktiviert.

Aus der Offenlegungsschrift WO 01/59282 A1 ist es darüber hinaus bekannt, in einem Diagnosemodus eine zylinderindividuelle Messung von zylinderindividuell

35 abgegebenen Drehmomenten beziehungsweise Drehmomentbeiträgen und/oder von zylinderindividuellen Brennraumdrücken als charakteristische Betriebsgröße

durchzuführen, wobei die Bestimmung der zylinderindividuellen Drehmomentunterschiede indirekt anhand einer Auswertung der Laufruhe der Brennkraftmaschine unter Zuhilfenahme eines Kurbelwellen-Drehzahlsensors durchgeführt wird.

5

Ein ähnliches Verfahren wird in der Patentanmeldung EP 1 849 979 A2 offenbart, bei welchem ein zylinderindividuelles Kraftstoff-Frischgas-Verhältnis im Abgas gemessen wird.

10

#### Offenbarung der Erfindung

15

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass in einem Diagnosemodus eine zylinderselektive Messung mindestens einer charakteristischen Betriebsgröße erfolgt, wozu in dem Diagnosemodus nur der zu messende Zylinder betrieben und die Drehmomentbeiträge der übrigen Zylinder durch die Elektromaschine nachgebildet werden. Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, dass das Antriebsdrehmoment insgesamt erhalten bleibt, sodass ein Fahrer eines die Antriebsvorrichtung aufweisenden Fahrzeugs keinen Unterschied fühlt, während gleichzeitig nur der zu messende Zylinder betrieben und somit dessen charakteristische Betriebsgröße unabhängig von den übrigen Zylindern erfasst wird und keine Verfälschung des Messergebnisses durch andere Zylinder des Verbrennungsmotors erfolgt. Dadurch, dass die Drehmomentbeiträge der übrigen Zylinder durch die Elektromaschine nachgebildet werden, verhält sich die Antriebsvorrichtung im Diagnosemodus im Bezug auf das Antriebsdrehmoment genauso wie im normalen Betriebsmodus. So kann das Antriebsdrehmoment der Antriebsvorrichtung beispielsweise auch während des Diagnosemodus erhöht oder verringert werden. Hierdurch ist es insbesondere möglich, auch durch Vorsehen nur eines einzigen Sensors, der im gemeinsamen Abgastrakt der Zylinder vorgesehen ist, die zylinderindividuelle Messung der charakteristischen Betriebsgröße durchzuführen. Natürlich ist es auch denkbar, die Zylinder in zwei oder mehr Bänke aufzuteilen, denen jeweils ein Abgastrakt mit einem darin angeordneten entsprechenden Sensor zugeordnet ist.

30

35

Besonders bevorzugt wird der Diagnosemodus in Abhängigkeit eines aktuell durch die Elektromaschine erbringbaren Drehmoments eingestellt

beziehungsweise durchgeführt. Dadurch wird gewährleistet, dass die Elektromaschine auch stets die Drehmomentbeiträge der übrigen Zylinder zumindest für einen Mindestzeitraum nachbilden kann. Ist die Elektromaschine nicht in der Lage, die Drehmomentbeiträge der übrigen Zylinder nachzubilden, so wird der Diagnosemodus gesperrt, da ansonsten ein plötzlicher Drehmomentabfall der Antriebsvorrichtung die Folge wäre. Vorzugsweise wird der Diagnosemodus in Abhängigkeit eines aktuellen Ladezustands eines der Elektromaschine zugeordneten Energiespeichers eingestellt beziehungsweise durchgeführt. Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass, wenn der aktuelle Ladezustand des Energiespeichers einen vorgebbaren Schwellenwert unterschreitet, der Diagnosemodus gesperrt wird.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Diagnosemodus so lange erfolgt, bis die charakteristische Betriebsgröße des zu messenden Zylinders erfasst wurde. Die Drehmomentbeiträge der übrigen Zylinder werden somit so lange durch die Elektromaschine nachgebildet, bis die charakteristische Betriebsgröße des zu messenden Zylinders sicher und eindeutig erfasst wurde. Zusätzlich ist insbesondere vorgesehen, dass diese Zeitdauer in Abhängigkeit des aktuellen Ladezustands der Elektromaschine, wie oben beschrieben, begrenzt wird, sodass eine Überanspruchung des Energiespeichers vermieden wird. Vorzugsweise erfolgt der Diagnosemodus so lange, bis das Abgasgemisch der übrigen Zylinder abgeführt wurde und somit nur noch das Abgas des zu messenden Zylinders zur Verfügung steht.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass in dem Diagnosemodus die charakteristische Betriebsgröße bei allen Zylindern nacheinander gemessen wird. Somit wird stets ein Zylinder betrieben, während die Drehmomentbeiträge der übrigen Zylinder durch die Elektromaschine nachgebildet werden. Anschließend erbringt ein anderer der Zylinder seinen Drehmomentbeitrag, während die übrigen, also auch der vorher ein Drehmoment liefernde Zylinder, deaktiviert sind und durch die Elektromaschine nachgebildet werden. Dadurch wird die charakteristische Betriebsgröße für jeden der Zylinder eindeutig gemessen beziehungsweise bestimmt.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform ist vorgesehen, dass in dem Diagnosemodus nur ein verdächtiger Zylinder gemessen und insbesondere

anschließend der Diagnosemodus wieder beendet wird. Unter einem verdächtigen Zylinder ist hierbei ein Zylinder des Verbrennungsmotors zu verstehen, der in Verdacht steht, nicht einen Sollwert bezüglich der Betriebsgröße zu erfüllen beziehungsweise nicht ausreichend genau zu erfüllen.  
5 Dabei kann der verdächtige Zylinder beispielsweise aufgrund einer zylinderselektiven Messung gemäß einem Verfahren aus dem Stand der Technik erfasst werden und anschließend durch das erfindungsgemäße Verfahren bestätigt beziehungsweise im Detail beziehungsweise mit einer höheren Genauigkeit gemessen werden.

10 Weiterhin ist bevorzugt vorgesehen, dass Ein- und/oder Auslassventile der übrigen Zylinder, also der deaktivierten Zylinder, im Diagnosemodus geschlossen werden, um den zylinderindividuellen Gaswechsel des betriebenen Zylinders zu messen. Dies ist natürlich nur dann möglich, wenn die Antriebsvorrichtung  
15 beziehungsweise der Verbrennungsmotor mit einem entsprechenden Ventiltrieb ausgestattet ist, der ein individuelles Betätigen seiner Ventile erlaubt. Werden die Ein- und Auslassventile der übrigen Zylinder geschlossen, so wird nur durch den zu messenden Zylinder Luft gefördert, sodass der zylinderindividuelle Einfluss der Luft gemessen wird.

20 Vorzugsweise ist vorgesehen, dass, während der zu messende Zylinder seinen Drehmomentbeitrag leistet, die Elektromaschine ein unterstützendes oder entgegenwirkendes Drehmoment erzeugt. Zum Messen bestimmter charakteristischer Betriebsgrößen kann eine höhere oder niedrigere Beanspruchung des zu messenden Zylinders vorteilhaft sein. Um das  
25 Gesamtantriebsmoment jedoch konstant zu halten, wirkt die Elektromaschine unterstützend oder entgegenwirkend, während der Zylinder einen niedrigeren oder höheren Drehmomentbeitrag im Bezug auf den eigentlichen Sollbeitrag leistet.

30 Besonders bevorzugt erbringt der zu messende Zylinder im Diagnosemodus ein erhöhtes Drehmoment oder wird mit einer erhöhten Kraftstoffmenge befüllt beziehungsweise versorgt, wodurch sich die charakteristische Betriebsgröße leichter beziehungsweise deutlicher erfassen lässt. Dem wirkt die  
35 Elektromaschine – wie bereits erwähnt – bevorzugt entgegen, um das zusätzliche Drehmoment zu kompensieren.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zeichnet sich durch ein speziell hergerichtetes Steuergerät aus, das Mittel zur Durchführung des Verfahrens, wie es oben beschrieben wurde, enthält. Dem Steuergerät ist bevorzugt wenigstens ein Sensor zur Erfassung der charakteristischen Betriebsgröße zugeordnet sowie Schnittstellen, die es dem Steuergerät erlauben, den Verbrennungsmotor sowie die Elektromaschine wie oben beschrieben anzusteuern, um die zylinderindividuelle Messung der Betriebsgröße zu ermöglichen.

Das erfindungsgemäße Computer-Programm-Produkt zeichnet sich durch einen Programm-Code zur Durchführung des oben beschriebenen Verfahrens aus, wenn das Programm auf einem Computer ausgeführt wird.

Im Folgenden soll die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert werden. Dazu zeigen

Figur 1 eine Antriebsvorrichtung in einer vereinfachten Darstellung und

Figur 2 ein vorteilhaftes Verfahren zum Betreiben der Antriebsvorrichtung in einem Blockschaltbild.

Figur 1 zeigt eine Antriebsvorrichtung 1 für ein Kraftfahrzeug, die einen Verbrennungsmotor 2 sowie eine Elektromaschine 3 umfasst. Der Verbrennungsmotor 2 ist dabei über eine betätigbare Kupplung 4 mit der Elektromaschine 3 wirkverbindbar. Die Elektromaschine 3 ist ausgangsseitig weiterhin mit einem Getriebe 5 verbunden, das als Automatikgetriebe oder Handschaltgetriebe ausgebildet sein kann. Das Getriebe 5 ist ausgangsseitig mit einer hier nur angedeuteten Antriebsachse 6 des nicht näher dargestellten Kraftfahrzeugs verbunden. Die Antriebsvorrichtung 1 weist weiterhin eine Vorrichtung 7 auf, die zumindest mit dem Verbrennungsmotor 2 und der Elektromaschine 3 verbunden ist, um diese anzusteuern. Ferner ist die Vorrichtung 7 mit einem Sensor 8 verbunden, der in einem Abgastrakt 9 des Verbrennungsmotors 2 angeordnet ist, um wenigstens eine bestimmte Größe des Abgases, wie beispielsweise den Sauerstoffgehalt des Abgases, erfasst.

Der Verbrennungsmotor 2 weist mehrere Zylinder 10, 11, 12 und 13 auf, deren Auslasskanäle in den gemeinsamen Abgastrakt 9 münden, sodass alle Abgase der Zylinder 10-13 an dem Sensor 8 vorbeigeführt werden.

5 Mit Bezug auf Figur 2 wird im Folgenden ein Verfahren zum Betreiben der Antriebsvorrichtung 1 beschrieben, das insbesondere von der Vorrichtung 7 durchgeführt wird, die hierzu ein speziell hergerichtetes Steuergerät aufweist, das entsprechende Mittel zur Durchführung des Verfahrens enthält.

10 In einem ersten Schritt 14 wird die Antriebsvorrichtung 1 in Betrieb genommen und bevorzugt ein Normalbetrieb eingestellt. Unter Normalbetrieb ist hierbei ein Betrieb zu verstehen, in welchem alle Zylinder 10-13 des Verbrennungsmotors 2 einen Drehmomentbeitrag leisten, der bei geschlossener Kupplung 4 auf die Antriebsachse 6 wirkt.

15 Im darauffolgenden Schritt 15 wird ein Diagnosemodus aktiviert, in welchem eine zylinderselektive Messung mindestens einer charakteristischen Betriebsgröße mittels des Sensors 8 erfolgt. Insbesondere ist vorgesehen, dass ein Kraftstoff-Luft-Verhältnis mittels des als Lambdasonde ausgebildeten Sensors 8  
20 zylinderselektiv gemessen wird. Hierzu wird vorzugsweise ein aus dem Stand der Technik bekanntes Verfahren angewandt, bei welchem in Abhängigkeit von dem Drehwinkel der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors 1, der mittels eines Kurbelwellensensors erfasst wird, der Zeitpunkt bestimmt, zu welchem das Abgas eines bestimmten Zylinders der Zylinder 10 bis 12 den Sensor 8 passiert.  
25 Wird dabei festgestellt, dass einer der Zylinder einen unplausiblen oder nicht erwarteten Wert der erfassten Betriebsgröße liefert, so wird das Diagnoseverfahren in vorteilhafter Weise wie folgt weitergeführt:

Zunächst wird in einem Abfrageschritt 16 der aktuelle Ladezustand eines der  
30 Elektromaschine 3 zugeordneten elektrischen Energiespeichers 22, der zuvor in einem Schritt 17 erfasst wurde, mit einem Schwellenwert verglichen, der zuvor, beispielsweise bei der Applizierung der Antriebsvorrichtung, vorgegeben wurde. Liegt der aktuelle Ladezustand unterhalb des Schwellenwerts, so wird das Diagnoseprogramm entweder abgebrochen oder so lange ausgesetzt, bis der  
35 Ladezustand einen Wert erreicht, der oberhalb des Schwellenwerts liegt. Dies kann beispielsweise durch einen Betrieb der Antriebsvorrichtung in einem



generatorischen Modus erreicht werden, wenn die Elektromaschine 3 durch den Verbrennungsmotor 2 angetrieben wird. Zusätzlich oder alternativ wird der Betriebsbereich des Verbrennungsmotors 2 in einem Schritt 18 geprüft und entschieden, ob die Elektromaschine 3 die fehlenden Drehmomentbeiträge der übrigen Zylinder 11-13 nachbilden kann, ob also die Leistung des Elektromotors 3 in dem aktuell vorliegenden Betriebsbereich der Antriebsvorrichtung 1 ausreicht, um ein entsprechend hohes Drehmoment bereitzustellen.

Liegt der Wert des aktuellen Ladezustands oberhalb des vorgegebenen Schwellenwerts, wird weiter verfahren (j) zu einem weiteren Schritt 19, in dem der Verbrennungsmotor 2 derart angesteuert wird, dass der zuvor im Schritt 15 in Verdacht geratene Zylinder, beispielsweise 10, zum Liefern seines Drehmomentbeitrags angesteuert wird, während die übrigen Zylinder 11 bis 13 deaktiviert, also nicht mehr genutzt beziehungsweise befeuert werden.

Gleichzeitig wird die Elektromaschine 3 derart angesteuert, dass sie die Drehmomentbeiträge der übrigen Zylinder 11-13 nachbildet. Mit anderen Worten simuliert die Elektromaschine 3 die ausbleibenden Drehmomentbeiträge der Zylinder 11, 12 und 13, sodass an der Antriebsachse 6 weiterhin das gleiche Antriebsdrehmoment anliegt und insbesondere der Fahrer keinen Unterschied im Fahrverhalten bemerkt, abgesehen vielleicht von einem akustischen Unterschied. Es wird erreicht, dass nur Abgas des zu messenden Zylinders 10 durch den Abgastrakt 9 geführt wird. Vorzugsweise wird den übrigen Zylindern 11 bis 13 kein Kraftstoff zugeführt und besonders bevorzugt werden die Ein- und Auslassventile der übrigen Zylinder 11-13 geschlossen, sodass keine Luft durch die Zylinder 11-13 gepumpt und mit dem Abgas des Zylinders 10 vermischt wird. Anschließend erfasst der Sensor 8 in einem Schritt 20 lediglich das den Zylinder 10 verlassende Abgas, wodurch sehr genau der Einfluss des Zylinders 10 auf die zu messende charakteristische Betriebsgröße erfasst wird.

Der Diagnosemodus wird so lange aufrechterhalten, bis die charakteristische Betriebsgröße des Zylinders 10 eindeutig erfasst wurde, zumindest aber so lange, bis das Abgasgemisch der übrigen Zylinder 11 bis 13 den Abgastrakt 9 verlassen hat beziehungsweise abgeführt wurde.

Alternativ zu dem Lambdawert, kann auch die Abgastemperatur, der Abgasdruck oder auch der Drehmomentbeitrag des zu messenden Zylinders 10 gemessen

beziehungsweise erfasst werden. Hierdurch lassen sich zylinderindividuelle Korrekturen insbesondere bezüglich der Einspritzmenge und/oder des Einspritzzeitpunkts von Kraftstoff, des Zündzeitpunkts oder der Öffnungszeiten und/oder Hübe der Ein- und/oder Auslassventile des jeweiligen Zylinders durchführen. Hierzu müssen lediglich entsprechende Sensoren beziehungsweise Mittel bereitgestellt werden, die das Erfassen des jeweiligen Werts ermöglichen. Durch das oben beschriebene und durch die Vorrichtung 7 durchgeführte Verfahren lässt sich jeder der Werte zylinderindividuell sicher erfassen.

Zweckmäßigerweise wird die Drehzahl des Verbrennungsmotors und vorzugsweise der Kurbelwellenwinkel erfasst, und bei der Ansteuerung der Elektromaschine 3 berücksichtigt, um die fehlenden Drehmomentbeiträge genau nachbilden zu können. Hierzu wird beispielsweise das Verbrennungsmotor-Drehzahlsignal direkt einem Steuergerät der Elektromaschine 3 zugeführt.

Wurden die eine oder die mehreren charakteristischen Betriebsgrößen sicher erfasst und gegebenenfalls entsprechende Korrekturen durchgeführt, wird in einem abschließenden Schritt 21 das Diagnoseprogramm beziehungsweise der Diagnosemodus beendet.

Vorzugsweise wird in dem Diagnosemodus die zylinderselektive Messung für einen Zylinder nach dem anderen durchgeführt, sodass stets ein Zylinder betrieben und die Drehmomentbeiträge der übrigen Zylinder durch die Elektromaschine 3 nachgestellt werden, wobei nur der zu messende Zylinder mit Kraftstoff versorgt und gegebenenfalls gezündet wird. Gemäß eines hier nicht dargestellten Ausführungsbeispiels entfällt Schritt 15, wobei alle Zylinder des Verbrennungsmotors 2 beziehungsweise die Werte aller Zylinder 10-13 nacheinander entsprechend der Schritte 19 und 20 gemessen werden.

Durch das vorteilhafte Verfahren lässt sich beispielsweise feststellen, ob die Ein- und/oder Auslassventile bestimmungsgemäß öffnen oder schließen, ob die Heizleistung von Glühstiftkerzen ausreichend ist, insbesondere im Warmlauf, und/oder ob die Einspritzmenge des Injektors innerhalb vorgegebener Toleranzgrenzen liegt.

Vorzugsweise ist der mindestens eine Sensor 8, insbesondere in der beschriebenen Ausbildung als Lambda-Sensor, im Abgastrakt 9 in unmittelbarer Nähe der Zusammenführung beziehungsweise Mischstelle der zylinderindividuellen Abgase angeordnet, um Laufzeit- und Mischeffekte zu minimieren. Wie bereits erwähnt, ist der Zeitpunkt der Messung wichtig und wird bevorzugt durch Kurbelwellenwinkel beziehungsweise Ein- und Auslassventilstellungen synchron oder zeitsynchron, beispielsweise jede Millisekunde, erfolgen. Werden die Messwerte unterschiedlicher Sensoren bei unterschiedlichem Einbauort im Abgastrakt 9 in Relation gebracht oder verrechnet, so können die Laufzeiten im Abgastrakt mittels Modellbildung berücksichtigt beziehungsweise ebenfalls bestimmt werden.

Für eine genauere zylinderindividuelle Diagnose beziehungsweise Messung ist es auch denkbar, Muster aus Motor-Ein- und/oder Ausgangssignalen zu bestimmen und mit Soll-Mustern zu vergleichen. Auch ist es möglich, mit der Elektromaschine 3 ein entgegengesetztes oder mitläufiges beziehungsweise unterstützendes Drehmoment zu erzeugen, während der zu messende Zylinder seinen Drehmomentbeitrag liefert. So kann beispielsweise, um ein messbares Signal zu erhalten, der zu messende Zylinder mit einem Mehrbetrag einer Einspritzmenge versorgt werden und der für die Gesamtantriebsleistung ungewollte Mehrbetrag des Drehmoments durch die Elektromaschine 3 kompensiert werden.

Um im Mischbetrieb, also wenn der Verbrennungsmotor 2 und die Elektromaschine 3 und insbesondere wenn eine Teillastanforderung vorliegt, den Verbrennungsmotor 2 im verbrennungsoptimalen und verbrauchsoptimalen Zustand zu betreiben und die elektromotorische Reichweite zu optimieren, werden bevorzugt nicht alle Zylinder verbrennungsmotorisch betrieben, sodass nur ausgewählte Zylinder einen Drehmomentbeitrag leisten, und die übrigen Zylinder (mindestens einer) durch die Elektromaschine 3 nachgebildet beziehungsweise ersetzt werden.

Das vorteilhafte Verfahren wird bevorzugt in der Werkstattdiagnose eingesetzt, wo beispielsweise durch Einbindung von externen Abgasanalysegeräten und weiteren Messgeräten, die beispielsweise auch akustische Sensoren umfassen, die zylinderindividuellen Diagnosemöglichkeiten weiter verbessert werden.

Vorzugsweise schleppt die Elektromaschine 3 den Verbrennungsmotor 2 auf einen Diagnosebetriebspunkt, sodass vorteilhafterweise auch während der Start- und/oder Warmlaufphase eine zylinderindividuelle Diagnose ermöglicht wird. Der Einfluss des Fahrers und des Fahrzyklusses des realen Fahrbetriebs wird hier vorzugsweise ausgeblendet. Gewünschte Betriebszustände zur zylinderindividuellen Diagnose des Verbrennungsmotors 2, die im normalen Fahrbetrieb umständlich zu erreichen sind, können hier einfacher dargestellt werden.

Durch das oben beschriebene Verfahren sind insbesondere die folgenden Diagnosemodi möglich:

- Nullmengenkalibrierung (im Verbrennungsmotorschub) der Injektoren, wobei die Elektromaschine 3 den Verbrennungsmotor 2 in einen beliebigen Drehzahlbereich schleppt
- Zylinderkompressionstest
- zylinderindividuelle Leckageprüfung
- zylinderindividueller Abgastest
- zylinderindividueller Drehmomentbeitrag
- Injektormengenabgleich
- zylinderindividuelle Zündungsdiagnose
- Aktualisierung von Abgleichwerten, wie beispielsweise eines Reibverlust-Kennfelds des Verbrennungsmotors 2.

Natürlich ist die Erfindung nicht auf eine Antriebsvorrichtung beschränkt, deren Verbrennungsmotor und Elektromaschine wie in Figur 1 dargestellt miteinander verbunden sind. Natürlich können Verbrennungsmotor 2 und Elektromaschine 3 beispielsweise auch parallel zueinander geschaltet werden. Auch ist es denkbar, den Verbrennungsmotor 2 mit einer Antriebsachse wirkzuverbinden, und die Elektromaschine 3 mit einer anderen Antriebsachse des gleichen Kraftfahrzeugs.

## 5 Ansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Antriebsvorrichtung (1), die zum Bereitstellen eines Antriebsmoments einen mehrere, in einem Normalbetrieb jeweils einen Drehmomentbeitrag liefernde Zylinder (10,11,12,13) aufweisenden  
10 Verbrennungsmotor (2) sowie mindestens eine damit wirkverbundene Elektromaschine (3) umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem Diagnosemodus eine zylinderselektive Messung mindestens einer charakteristischen Betriebsgröße erfolgt, wozu in dem Diagnosemodus nur der zu messende Zylinder (10,11,12,13) betrieben und die  
15 Drehmomentbeiträge der übrigen Zylinder (10,11,12,13) durch die Elektromaschine (3) nachgebildet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Diagnosemodus in Abhängigkeit eines aktuell durch die Elektromaschine (3)  
20 erbringbaren Drehmoments, und insbesondere in Abhängigkeit eines aktuellen Ladezustands eines der Elektromaschine (3) zugeordneten Energiespeichers (22), eingestellt wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Diagnosemodus so lange erfolgt, bis die  
25 charakteristische Betriebsgröße des zu messenden Zylinders (10,11,12,13) erfasst wurde, insbesondere bis das Abgasgemisch zumindest der übrigen Zylinder (10,11,12,13) abgeführt wurde.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Diagnosemodus die charakteristische  
30 Betriebsgröße aller Zylinder (10,11,12,13) nacheinander gemessen wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Diagnosemodus nur ein verdächtiger Zylinder  
35 (10,11,12,13) gemessen wird.

- 5 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass Ein- und/oder Auslassventile der übrigen Zylinder (10,11,12,13) im Diagnosemodus geschlossen werden, um den zylinderindividuellen Gaswechsel zu messen.
- 10 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass, während der zu messende Zylinder (10,11,12,13) seinen Drehmomentbeitrag leistet, der Elektromotor (3) ein unterstützendes oder entgegenwirkendes Drehmoment erzeugt.
- 15 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Diagnosemodus der zu messende Zylinder (10,11,12,13) ein erhöhtes Drehmoment erbringt oder mit einer erhöhten Kraftstoffmenge befüllt/versorgt wird.
- 20 9. Vorrichtung (7) zum Betreiben einer Antriebsvorrichtung (1), **gekennzeichnet durch** ein speziell hergerichtetes Steuergerät, das Mittel zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8 enthält.
10. Computer-Programm-Produkt mit einem auf einem maschinenlesbaren Träger gespeicherten Programm-Code zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wenn das Programm auf einem Computer ausgeführt wird.

1 / 1

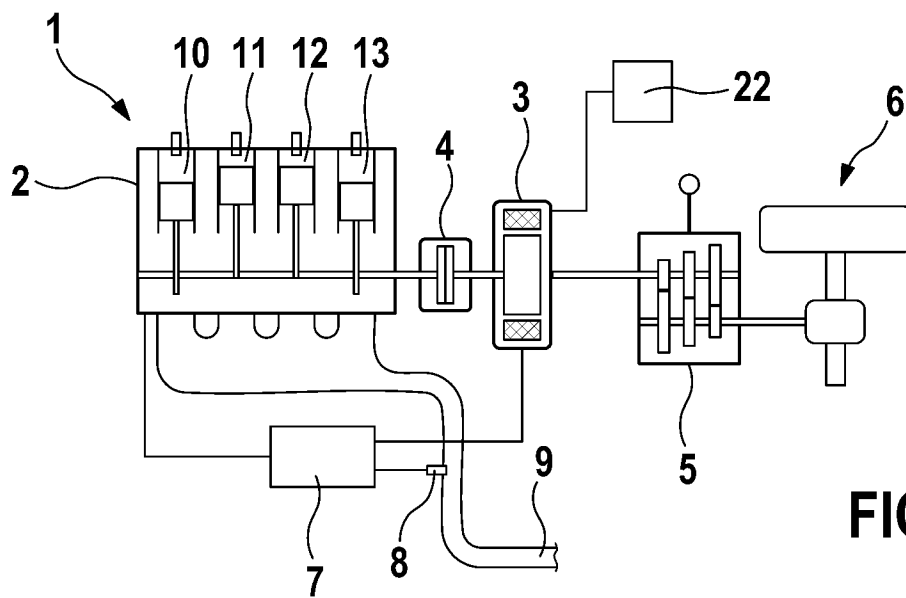


FIG. 1

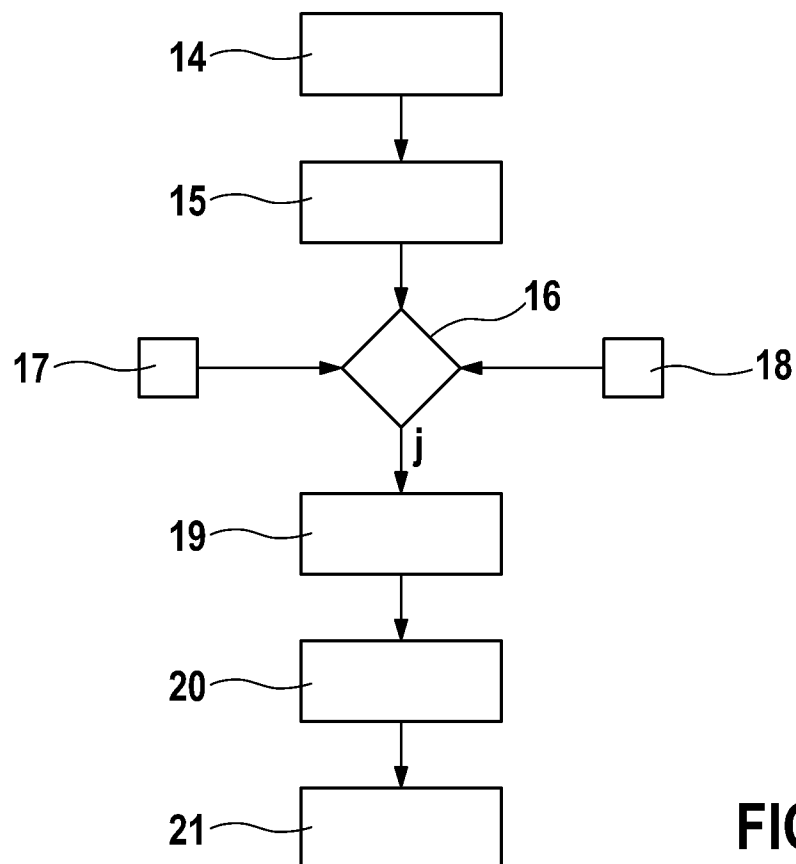


FIG. 2

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2012/059101

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. F02D41/14  
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
F02D

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

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

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 143 134 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 10 October 2001 (2001-10-10) paragraphs [0009], [0010] -----	1-10
A	WO 2008/059337 A2 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]; IRISAWA YASUYUKI [JP]) 22 May 2008 (2008-05-22) paragraphs [0007], [0009] -----	1-10
A	US 2007/101965 A1 (ASAHARA YASUYUKI [JP] ET AL) 10 May 2007 (2007-05-10) paragraph [0009] -----	1-10



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

3 July 2012

Date of mailing of the international search report

12/07/2012

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

Jackson, Stephen



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/059101

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1143134	A1	10-10-2001	CN 1331780 A 16-01-2002
			EP 1143134 A1 10-10-2001
			US 6522024 B1 18-02-2003
			WO 0039444 A1 06-07-2000
-----			
WO 2008059337	A2	22-05-2008	JP 2008120266 A 29-05-2008
			WO 2008059337 A2 22-05-2008
-----			
US 2007101965	A1	10-05-2007	CN 1963171 A 16-05-2007
			JP 2007126073 A 24-05-2007
			US 2007101965 A1 10-05-2007
-----			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
INV. F02D41/14  
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
F02D

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

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

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 143 134 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 10. Oktober 2001 (2001-10-10) Absätze [0009], [0010] -----	1-10
A	WO 2008/059337 A2 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]; IRISAWA YASUYUKI [JP]) 22. Mai 2008 (2008-05-22) Absätze [0007], [0009] -----	1-10
A	US 2007/101965 A1 (ASAHARA YASUYUKI [JP] ET AL) 10. Mai 2007 (2007-05-10) Absatz [0009] -----	1-10



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

3. Juli 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

12/07/2012

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

Jackson, Stephen

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/059101

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1143134	A1	10-10-2001	CN 1331780 A 16-01-2002
			EP 1143134 A1 10-10-2001
			US 6522024 B1 18-02-2003
			WO 0039444 A1 06-07-2000
-----			
WO 2008059337	A2	22-05-2008	JP 2008120266 A 29-05-2008
			WO 2008059337 A2 22-05-2008
-----			
US 2007101965	A1	10-05-2007	CN 1963171 A 16-05-2007
			JP 2007126073 A 24-05-2007
			US 2007101965 A1 10-05-2007
-----			