(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. September 2012 (13.09.2012)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/119625 A1

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

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/006096

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. Dezember 2011 (06.12.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 013 392.5 9. März 2011 (09.03.2011) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **DAIMLER AG** [DE/DE]; Mercedesstrasse 137, 70327 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **ERBES, Tobias** [DE/DE]; Vischerstrasse 25, 71638 Ludwigsburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, 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, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

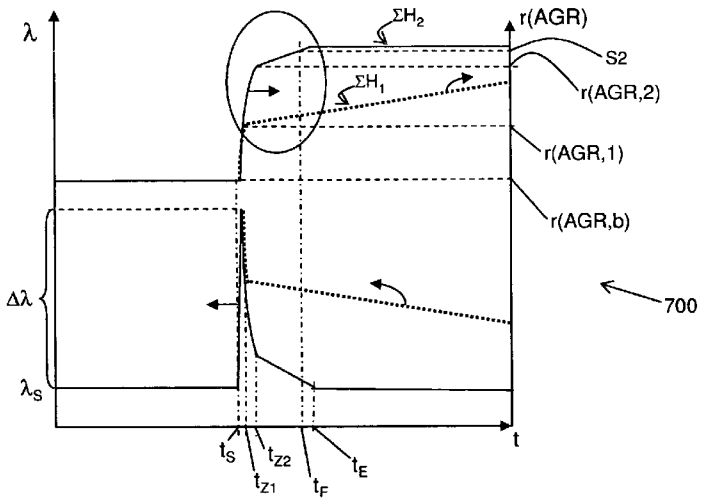
Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR REGELUNG EINES VERBRENNUNGSMOTORS

Fig. 4



(57) Abstract: The invention relates to a method for the adaptive lambda control of an internal combustion engine (1), wherein by means of a control device (41) a lambda control is implemented which is limited by a maximum control stroke (h(remax)). In this lambda control a lambda variable (λ) is a controlled variable, a metering variable (34) of a metering device (3) is a manipulated variable, a lambda target variable (λ_s) is a target variable, wherein furthermore by means of an adaptation device (42) a lambda adaptation takes place limited by a maximum adaptation speed (v(admax)). A control speed of the lambda control is greater than the maximum adaptation speed (v(admax)). According to the invention the maximum control stroke (h(remax)) and/or the maximum adaptation speed (v(admax)) is dependent upon a deviation (Δλ) of the lambda variable (λ) from the lambda target variable (λ_s).

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur adaptiven

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/119625 A1

Lambdaregelung eines Verbrennungsmotors (1), wobei mittels einer Regeleinrichtung (41) eine durch einen maximalen Regelhub (h(remax)) begrenzte Lambdaregelung erfolgt, bei welcher Lambdaregelung eine Lambdagröße (λ) Regelgröße ist, eine Dosiergröße (34) einer Dosiereinrichtung (3) eine Stellgröße ist, eine Lambdasollgröße (λ_s) eine Sollgröße ist, wobei ferner mittels einer Adaptionseinrichtung (42) eine durch eine maximale Adaptionsgeschwindigkeit (v(admax)) begrenzte Lambdaadaption erfolgt. Dabei ist eine Regelungsgeschwindigkeit der Lambdaregelung größer als die maximale Adaptionsgeschwindigkeit (v(admax)). Erfindungsgemäß hängt der maximale Regelhub (h(remax)) und/oder die maximale Adaptionsgeschwindigkeit (v(admax)) von einer Abweichung (Δλ) der Lambdagröße (λ) von dem Lambdasollwert (λ_s) ab.

Verfahren zur Regelung eines Verbrennungsmotors

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung eines Verbrennungsmotors nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Die DE 102 21 376 A1 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung eines Verbrennungsmotors, wobei in Abhängigkeit von einem Signal eines Lambdasensors im Abgas des Verbrennungsmotors eine Luftmasse und/oder eine Kraftstoffmasse korrigiert werden.

Es ist ferner aus der DE 102 48 038 B4 bekannt, eine Korrektur eines Luft-/Kraftstoffverhältnisses eines Verbrennungsmotors in Abhängigkeit von einem Signal eines Lambdasensors durchzuführen, wobei eine Kraftstoffeinspritzdauer über einen Korrekturkoeffizienten und über einen Lernkorrekturkoeffizienten korrigiert wird. Der Lernkorrekturkoeffizient wird dabei in Abhängigkeit weiterer Korrelationsparameter über eine aufwändige sequentielle Methode berechnet. Des Weiteren werden die weiteren Korrelationsparameter jeweils durch eine Obergrenze und eine Untergrenze in ihrem Wertebereich begrenzt um ein stabiles Verhalten zu erzielen. Schließlich wird in Abhängigkeit der weiteren Korrelationsparameter eine Fehlersetzbedingung abgeleitet zur Ermittlung eines Fehlers in einem Abgasrückführsystem oder in einem Kraftstoffdampf-Verarbeitungssystem. Das in der DE 102 48 038 B4 offenbarte Verfahren ist dazu geeignet, die Genauigkeit eines Steuer/Regel-Systems für das Luft-/Kraftstoffverhältnis zu verbessern. Nachteilig an dem Verfahren ist, dass es außerordentlich aufwändig ist und ein Fehler in einem Gemischbildungssystem des Verbrennungsmotors nur langsam erkannt wird.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Regelung eines Verbrennungsmotors vorzustellen, welches gegenüber dem Stand der Technik einfacher aufgebaut und damit kostengünstiger und einfacher zu parametrieren ist. Außerdem soll

durch die vorliegende Erfindung ein Fehler in einem Gemischbildungssystem der Brennkraftmaschine schneller detektiert und angezeigt werden, so dass verschärfte gesetzliche Anforderungen an ein On-Board-Diagnosesystem erfüllt werden können.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens sind Gegenstand der Unteransprüche.

Bei dem Verfahren handelt es sich um ein Verfahren zur adaptiven Lambdaregelung eines Verbrennungsmotors eines Kraftfahrzeuges. Der Verbrennungsmotor weist dabei einen Brennraum, eine Dosiereinrichtung zur Dosierung mindestens eines Bestandteiles eines Verbrennungsgemisches in den Brennraum sowie einen Lambdasensor zur Messung einer Lambdagröße eines Abgases des Verbrennungsmotors auf.

Mit der Dosiereinrichtung ist mindestens eine Komponente gemeint, mit der die Lambdagröße des Verbrennungsmotors verändert werden kann, insbesondere eine Drosselklappe zur Dosierung einer Luftmenge in den Brennraum, ein Einspritzventil zur Dosierung einer Kraftstoffmenge in den Brennraum über eine Einspritzzeit, eine Ladedruckregeleinrichtung zur Variierung der Luftmenge über einen Ladedruck, eine Raildruckregeleinrichtung zur Variierung der Kraftstoffmenge über einen Raildruck, ein Abgasrückführungsventil zur Dosierung einer Abgasmenge in den Brennraum oder eine Drallklappe.

Die Lambdagröße ist eine Regelgröße eines dem Verfahren zugrunde liegenden Regelkreises. Mit der Lambdagröße ist ein mittels des Lambdasensors gemessener Lambdawert des Abgases des Verbrennungsmotors oder ein mit dem Lambdawert direkt zusammenhängender Wert gemeint. Mit dem Lambdawert ist ein Quotient aus einer Sauerstoff-Stoffmenge und einer Kraftstoff-Stoffmenge des Verbrennungsgemisches des Verbrennungsmotors gemeint.

Die Dosiereinrichtung ist ein Stellglied des Regelkreises zur Veränderung einer Zusammensetzung des Verbrennungsgemisches, und eine Dosiergröße der Dosiereinrichtung ist eine Stellgröße des Regelkreises. Die Dosiergröße ist eine Einspritzzeit des Einspritzventiles und/oder der Raildruck und/oder eine Drosselklappenstellung und/oder eine Stellung des Abgasrückführungsventils und/oder ein Ladedruck und/oder eine Stellung einer Drallklappe.

Ein Sollwert des Regelkreises ist eine Lambdasollgröße. Die Lambdasollgröße wird verfahrensgemäß in Abhängigkeit von einer Last des Verbrennungsmotors und/oder von einer Drehzahl und anderen Betriebsparametern des Verbrennungsmotors vorgeben. Vorteilhafter Weise wird die Lambdasollgröße für jeden Betriebspunkt des Verbrennungsmotors anhand eines Berechnungsmodells berechnet.

Mittels einer Regeleinrichtung erfolgt verfahrensgemäß auf bekannte Weise eine Lambdaregelung, wobei die Lambdasollgröße mit der Lambdagröße verglichen und eine Abweichung der gemessenen Lambdagröße von der vorgegebenen Lambdasollgröße mit einem Korrekturbefehl beantwortet wird. Mittels des Korrekturbefehles wird die Dosiergröße dergestalt verändert, dass die Lambdagröße im Wesentlichen gleich der Lambdasollgröße wird. Die Regeleinrichtung ist Teil eines Steuergerätes, welches eine Speichereinrichtung, in welcher unter anderem Sollgrößen gespeichert sind, eine Prozessoreinrichtung sowie Signalanschlüsse zu Sensoren und Steueranschlüsse zu Aktoren aufweist. Die Lambdaregelung ist durch einen maximalen Regelhub begrenzt. Mit dem Regelhub ist eine Summe der mittels der Korrekturbefehle erfolgten Änderungen der Dosiergröße und/oder eines Korrekturfaktors der Dosiergröße gemeint. Der Regelhub ist auf einen maximalen Wert begrenzt, um ein stabiles Regelverhalten zu gewährleisten.

Mittels einer Adaptionseinrichtung, welche ebenfalls Teil des Steuergerätes ist, erfolgt eine Lambdaadaption. Bei der Lambdaadaption werden auf bekannte Weise dauerhafte Abweichungen der gemessenen Lambdagröße von der vorgegebenen Lambdasollgröße identifiziert, und in Abhängigkeit von den dauerhaften Abweichungen werden Parameter der Lambdaregelung geändert. Eine Adaptionsgeschwindigkeit der Lambdaadaption ist üblicher Weise langsamer als eine Regelgeschwindigkeit der Lambdaregelung. Die Adaptionsgeschwindigkeit ist auf eine maximale Adaptionsgeschwindigkeit begrenzt, so dass bei großen dauerhaften Abweichungen der Lambdagröße von der Lambdasollgröße die adaptive Änderung der Parameter der Lambdaregelung nur mit einer endlichen Geschwindigkeit geändert werden.

Die Lambdaregelung und die Lambdaadaption finden auf bekannte Weise jeweils nur bei geeigneten Betriebsbedingungen des Verbrennungsmotors statt. Geeignete Betriebsbedingungen hängen von Parametern wie zum Beispiel Drehzahl und/oder Last des Verbrennungsmotors ab.

Erfindungsgemäß sind der maximale Regelhub und/oder die maximale Adaptionsgeschwindigkeit nicht fest sondern in Abhängigkeit von einer

Lambdaabweichung von dem Lambdasollwert variabel. Mit der Lambdaabweichung ist eine Differenz aus der Lambdagröße und der Lambdasollgröße gemeint. Auf bevorzugte Weise sind der maximale Regelhub und/oder die maximale Adaptionsgeschwindigkeit umso größer, je größer die Lambdaabweichung ist. Üblicherweise verwendet der bisherige Stand der Technik eine feste maximale Adaptionsgeschwindigkeit und einen festen maximalen Regelhub um ein stabiles Verhalten der Regelung und der Adaption zu gewährleisten und um einen Aufwand für die Parametrierung der Regelung und der Adaption möglichst gering zu halten. Der Stand der Technik hat allerdings den Nachteil, dass insbesondere bei großen sprunghaften Lambdaabweichungen die Korrektur nur sehr langsam erfolgt. Aufgrund der Tatsache, dass üblicherweise mit der Lambdaregelung und der Lambdaadaption auch eine Diagnosefunktion zur Detektion von Systemfehlern verbunden ist, resultiert aus einer langsamen Lambdaregelung/-adaption auch eine langsame Fehlererkennung. Mittels des hier vorgestellten Verfahrens gelingt es, auch bei großen sprunghaften Lambdaabweichungen die Korrektur des Lambdawertes und die Detektion von Systemfehlern zu beschleunigen.

In einer ersten Weiterbildung des Verfahrens ist vorgesehen, dass der maximale Regelhub und/oder die maximale Adaptionsgeschwindigkeit von einer akkumulierten Lambdaabweichung abhängen, wobei der maximale Regelhub und/oder die maximale Adaptionsgeschwindigkeit umso größer sind, je größer die akkumulierte Lambdaabweichung ist. Mit der akkumulierten Lambdaabweichung ist eine aufsummierte Lambdaabweichung des Verbrennungsmotors über seine nach seinem Einbau in das Kraftfahrzeug geleistete Betriebszeit gemeint. Auf diese Weise wird die maximale Adaptionsgeschwindigkeit und/oder der maximale Regelhub nicht nur bei großer sprunghafter Lambdaabweichung erhöht, sondern auch dann, wenn aufgrund einer Vorgeschichte des Verbrennungsmotors bereits eine große akkumulierte Lambdaabweichung erfolgt ist.

Normalerweise wird bei Vorliegen einer bestimmten großen akkumulierten Lambdakorrektur auf einen Systemfehler geschlossen. Das heißt, wenn eine akkumulierte Lambdakorrektur vorliegt, welche bereits in der Nähe der bestimmten großen akkumulierten Lambdakorrektur liegt, wird vorteilhafter Weise der maximale Regelhub und/oder die maximale Adaptionsgeschwindigkeit erhöht, so dass eine Korrekturgeschwindigkeit und somit auch eine Diagnosegeschwindigkeit erhöht werden. Vorteilhafter Weise erfolgt erfindungsgemäß auch eine Anzeige eines Fehlers des Verbrennungsmotors, wenn die Summe aus dem erfolgten Regelhub der Lambdaregelung und aus einem Adaptionshub der Lambdaadaption einen

Hubschwellwert überschreitet. Mit dem Adaptionshub ist eine Summe der mittels der Korrekturbefehle erfolgten adaptiven Änderungen der Regelparameter gemeint. Der Adaptionshub kann wie der Regelhub auf einen maximalen Wert begrenzt sein. Die Anzeige des Fehlers kann auch in Abhängigkeit von der akkumulierten Lambdaabweichung erfolgen, jedoch ist die Anzeige in Abhängigkeit von der Summe aus Regelhub und Adaptionshub vorteilhafter, da in letzterem Fall auf ein gesichertes Vorliegen des Fehlers geschlossen werden kann.

Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, dass die Dosiereinrichtung ein Abgasrückführungsventil für eine Dosierung einer Abgasmenge in den Brennraum aufweist und die Dosierung der Abgasmenge zumindest Teil der Stellgröße ist. Mittels der Dosierung der Abgasmenge kann der Lambdawert auf besonders einfache und sichere Weise korrigiert werden.

Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, dass die Dosiereinrichtung eine Kraftstoffdosierung für eine Dosierung eines Kraftstoffes in den Brennraum aufweist und die Dosierung des Kraftstoffes zumindest Teil der Stellgröße ist. Mittels der Kraftstoffdosierung kann der Lambdawert auf besonders effiziente Weise korrigiert werden.

Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, dass die Dosiereinrichtung eine Drosselklappe zur Dosierung einer Luftmenge in den Brennraum aufweist und die Dosierung der Luftmenge zumindest Teil der Stellgröße ist. Mittels der Dosierung der Luftmenge kann der Lambdawert auf sichere Weise korrigiert werden.

Eine weitere vorteilhaft Weiterbildung des Verfahrens sieht vor, dass bei einem ersten Korrekturmodus ein erster maximaler Regelhub und eine erste maximale Adaptionsgeschwindigkeit vorliegen und bei einem zweiten Korrekturmodus ein zweiter maximaler Regelhub und eine zweite maximale Adaptionsgeschwindigkeit vorliegen, wobei zwischen dem ersten und dem zweiten Korrekturmodus in Abhängigkeit von der Abweichung des Lambdawertes von dem Lambdasollwert und/oder in Abhängigkeit von der Summe aus dem Regelhub der Lambdaregelung und dem Adaptionshub der Lambdaadaption gewechselt wird. Durch die Unterteilung in lediglich zwei unterschiedliche Korrekturmodi mit jeweils zugeordneten Regel- und Adaptionsparametern kann ein Parametrierungsaufwand beziehungsweise ein Applikationsaufwand auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Die Verwendung von zwei Korrekturmodi reicht in den meisten Fällen aus um zum einen ein stabiles Regel- und

Adaptionsverhalten und zum anderen eine schnelle Fehlerdetektion zu gewährleisten. Eine Verwendung von weiteren Korrekturmodi mit jeweils weiteren maximalen Regelhüben und weiteren maximalen Adaptionsgeschwindigkeit optimiert die Stabilität des Regel- und Adaptionsverhaltens weiter bei gleichzeitiger Optimierung der Fehlerdetektion, jedoch wird auch der Applikationsaufwand erhöht.

Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens sieht vor, dass der erste maximale Regelhub und die erste maximale Adaptionsgeschwindigkeit jeweils kleiner sind als der zweite maximale Regelhub und die zweite maximale Adaptionsgeschwindigkeit und dass der zweite Korrekturmodus vorliegt, wenn die akkumulierte Lambdaabweichung größer als ein Abweichungsschwellwert der akkumulierten Abweichung des Lambdawertes ist.

Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens sieht vor, dass der Wechsel zwischen dem ersten und dem zweiten Korrekturmodus von einem Ablauf einer Entprellzeit abhängt. Dadurch kann die Stabilität des Regel- und Adaptionsverhaltens weiter erhöht werden, da der zweite Korrekturmodus, bei dem ein dynamischeres Regel- und Adaptionsverhalten vorliegt, erst dann eingeschaltet wird, wenn sicher ist, dass die höhere Dynamik auch benötigt wird. Vorteilhafter Weise wird die Entprellzeit dergestalt angewandt, dass der zweite Korrekturmodus dann angewandt wird, wenn für die Dauer der Entprellzeit die akkumulierte Lambdaabweichung größer als der Abweichungsschwellwert der akkumulierten Abweichung des Lambdawertes ist.

Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen sowie anhand der zugehörigen Zeichnungen näher beschrieben, aus denen sich weitere Vorteile und Merkmale ergeben.

Dabei zeigen:

Fig. 1	eine schematische Darstellung eines Verbrennungsmotors für eine Anwendung eines erfindungsgemäßen Verfahrens,
Fig. 2	ein Flussdiagramm zur Beschreibung einer Begrenzungsfunktion der erfindungsgemäßen adaptiven Lambdaregelung,
Fig. 3	ein Flussdiagramm zur Beschreibung einer erfindungsgemäßen Diagnose,
Fig. 4 und Fig. 4a:	ein Funktionsdiagramm zur Beschreibung eines Verlaufs von wesentlichen Betriebsparametern bei einer Lambdaabweichung,
Fig. 5	ein Funktionsdiagramm im Falle einer Anwendung einer Entprellzeit,

Fig. 6 ein Funktionsdiagramm für einen Fall von zwei kleineren Lambdaabweichungen.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Verbrennungsmotors 1 für eine Anwendung eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur adaptiven Lambdaregelung des Verbrennungsmotors 1. Der Verbrennungsmotor 1 weist einen Brennraum 2 auf, in welchem mittels einer Dosiereinrichtung 3 ein Kraftstoff/Luftgemisch gebildet werden kann. Die Dosiereinrichtung 3 weist eine Kraftstoffdosierung 32 zur Dosierung einer Kraftstoffmenge eines flüssigen oder gasförmigen Kraftstoffes, eine Drosselklappe 33 zur Dosierung einer Luftmenge und ein Abgasrückführungsventil 31 zur Dosierung einer Abgasmenge auf.

Der Verbrennungsmotor 1 weist ferner einen Lambdasensor 5 zur Messung einer Lambdagröße λ in einem Abgas 6 des Verbrennungsmotors 1 sowie ein Steuergerät 4 zur Steuerung und Regelung eines Betriebs des Verbrennungsmotors 1 auf. Bei der Lambdagröße λ handelt es sich um einen Lambdawert oder einen direkt von dem Lambdawert abhängigen Wert. Das Steuergerät 4 weist auf der Basis einer bekannten Motorsteuergeräte-Hardware und –Software eine Regeleinrichtung 41, eine Adaptionseinrichtung 42, ein Lambdamodell 43 sowie eine Dosierfunktion 45 auf.

Mittels der Regeleinrichtung 41 erfolgt in bekannter Weise eine Lambdaregelung, wobei bezüglich der Lambdaregelung

- die Lambdagröße λ eine Regelgröße ist,
- eine Dosiergröße 34 der Dosierfunktion 45 eine Stellgröße ist,
- eine Lambdasollgröße λ_S eine Sollgröße ist.

Die Lambdasollgröße wird mittels des Lambdamodells 43 in Abhängigkeit von Betriebsbedingungen des Verbrennungsmotors 1 in dem Steuergerät 4 zu jedem Betriebspunkt vorgegeben. Regeleinrichtung 41, Adaptionseinrichtung 42, Lambdamodell 43, Dosierfunktion 45 und der Lambdasensor 5 stehen über ein Datenaustauschsystem 46 miteinander in Verbindung. Über die Lambdaregelung erfolgt eine schnelle Korrektur der Dosiergröße 34 mit dem Ziel, dass die Lambdagröße λ im Wesentlichen gleich der Lambdasollgröße λ_S bleibt.

Mittels der Adaptionseinrichtung 42 erfolgt eine Lambdaadaption, mittels derer im Ergebnis eine langsame Korrektur der Dosiergröße 34 zur Angeleichung der Lambdagröße λ an die Lambdasollgröße λ_S erfolgt.

Fig. 2 zeigt ein Flussdiagramm einer Begrenzungsfunktion 410 der erfindungsgemäßen adaptiven Lambdaregelung.
Die Lambdaregelung ist durch einen maximalen Regelhub begrenzt. Aufgrund der Begrenzung des Regelhubes erfolgt bei einer starken Abweichung ($\Delta\lambda$) der Lambdagröße (λ) von dem Lambdasollwert (λ_S) keine sofortige Reduzierung der Abweichung ($\Delta\lambda$) auf einen Wert von null. Der Grund liegt darin, dass sehr schnelle und große Änderungen der Dosiergröße 34, die mit einem sehr großen Regelhub verbunden sind, zu Instabilitäten im Regelsystem und damit zu einem instabilen Betrieb des Verbrennungsmotors 1 führen können.
Die Lambdaadaption weist keine Adaptionshubbegrenzung auf, jedoch eine Adaptionsgeschwindigkeitsbegrenzung. Mittels einer maximale Adaptionsgeschwindigkeit wird sicher gestellt, dass dauerhafte Lambdaabweichungen ($\Delta\lambda$) nicht immer wieder von neuem ausgeregelt werden müssen, sondern durch eine Korrektur von Regelparametern korrigiert werden.

Erfindungsgemäß hängen der maximale Regelhub und/oder die maximale Adaptionsgeschwindigkeit von der Abweichung ($\Delta\lambda$) der Lambdagröße (λ) von dem Lambdasollwert (λ_S) ab.

In einem Startschritt 411 der Begrenzungsfunktion 410 wird geprüft, ob geeignete Betriebsbedingungen des Verbrennungsmotors 1 für eine Durchführung der nachfolgenden Schritte der Begrenzungsfunktion 410 vorliegen. Ist dies der Fall, so folgt in einem Vergleichsschritt 412 eine Prüfung, ob eine akkumulierte Lambdaabweichung ($\Sigma\Delta\lambda$) größer ist als ein erster Schwellwert S1. Mit der akkumulierten Lambdaabweichung ($\Sigma\Delta\lambda$) ist eine rechnerische gesamte Lambdaabweichung während der Lebensdauer des Verbrennungsmotors 1 bis zum aktuellen Zeitpunkt gemeint. Die akkumulierte Lambdaabweichung ($\Sigma\Delta\lambda$) ist gleichbedeutend mit einer aktuellen Lambdaabweichung, die sich ergäbe, wenn während der Lebensdauer des Verbrennungsmotors 1 bis zum aktuellen Zeitpunkt keine Lambdaregelung und keine Lambdaadaption erfolgt wäre. Ist die akkumulierte Lambdaabweichung ($\Sigma\Delta\lambda$) nicht größer als der erste Schwellwert S1, so erfolgt in einem erster Festlegungsschritt 413 eine Festlegung des maximalen Regelhubs auf einen ersten maximalen Regelhub h(remax,1) und eine Festlegung der maximalen Adaptionsgeschwindigkeit auf eine erste maximale Adaptionsgeschwindigkeit v(admax,1). Ist die akkumulierte Lambdaabweichung ($\Sigma\Delta\lambda$) größer als der erste Schwellwert S1, so erfolgt in einem zweiten Festlegungsschritt 414 eine Festlegung des maximalen Regelhubs auf einen zweiten maximalen Regelhub h(remax,2) und eine Festlegung der maximalen Adaptionsgeschwindigkeit auf eine zweite maximale

Adaptionsgeschwindigkeit v(admax,2). Anschließend erfolgt über einen Rückkehrschritt 415 eine erneute Durchführung der Begrenzungsfunktion 410.

Fig. 3 zeigt ein Flussdiagramm zur Beschreibung einer erfindungsgemäßen Diagnose 420. In einem Startschritt 421 der Diagnose 420 wird geprüft, ob geeignete Betriebsbedingungen des Verbrennungsmotors 1 für eine Durchführung der nachfolgenden Schritte der Diagnose 420 vorliegen. Ist dies der Fall, so folgt in einem Vergleichsschritt 422 der Diagnose eine Prüfung, ob eine Summe (ΣH) aus dem Regelhub der Lambdaregelung und einem Adaptionshub der Lambdaadaption einen Hubschwellwert S2 überschreitet. Die Summe (ΣH) aus dem Regelhub der Lambdaregelung und dem Adaptionshub der Lambdaadaption ist gleichbedeutend mit oder direkt abhängig von der zum aktuellen Zeitpunkt im Zuge der Lambdaregelung und Lambdaadaption insgesamt erfolgten Korrektur der Dosiergröße 34 der Dosierfunktion 45. Wenn die Summe (ΣH) aus dem Regelhub der Lambdaregelung und dem Adaptionshub der Lambdaadaption den Hubschwellwert S2 überschreitet, so erfolgt eine Fehlerspeicherung 423 in einem nicht dargestellten Speicher des Steuergerätes 4. Wenn die Summe (ΣH) aus dem Regelhub der Lambdaregelung und dem Adaptionshub der Lambdaadaption den Hubschwellwert S2 nicht überschreitet, so erfolgt gegebenenfalls eine nicht dargestellte Fehlerheilung oder es folgt unmittelbar ein Rückkehrschritt 424 für eine erneute Durchführung der Diagnose 420. Der Rückkehrschritt 424 erfolgt ebenfalls nach erfolgter Fehlerspeicherung 423.

Fig. 4 zeigt ein Funktionsdiagramm 700 zur Beschreibung eines Verlaufs von wesentlichen Betriebsparametern wenn bei dem Verbrennungsmotor 1 eine Lambdaabweichung $\Delta\lambda$ auftritt.

Das Funktionsdiagramm 700 besitzt als Abszissenachse eine Zeitachse, auf der die Zeit t aufgetragen ist. Auf einer linken Ordinatenachse ist die mittels des Lambdasensors 5 gemessene Lambdagröße λ und auf einer rechten Ordinatenachse eine Abgasrückführungsrate r(AGR) aufgetragen. Mit der Abgasrückführungsrate r(AGR) ist ein prozentualer Anteil des Abgases 6 des Verbrennungsmotors 1, welcher in den Brennraum 2 zurückgeführt wird, gemeint.

Der im Funktionsdiagramm 700 dargestellte Verlauf beschreibt einen Verlauf der Lambdagröße λ und der Abgasrückführungsrate r(AGR) bei einer konstanten Last und einer konstanten Drehzahl des Verbrennungsmotors 1. Zu Beginn des Verlaufs liegt ein störungsfreier Betrieb des Verbrennungsmotors 1 vor: die Lambdagröße λ entspricht

einer unter den gegebenen Betriebsbedingungen vorgegebenen Lambdasollgröße λ_S und die Abgasrückführungsrate r(AGR) entspricht einer Basisrückführungsrate r(AGR,b). Zu einem Störungszeitpunkt t_S tritt aufgrund eines Defektes in der Kraftstoffdosierung 32 des Verbrennungsmotors 1 eine Kraftstoffminderdosierung auf, die dazu führt, dass die Lambdagröße λ um die Lambdaabweichung $\Delta\lambda$ sprunghaft ansteigt.

Im weiteren Verlauf des Funktionsdiagramms werden 2 Fälle unterschieden:

- ein durch gepunktete Kurven gekennzeichneter erster Verlauf für eine konventionelle adaptive Lambdaregelung und
- ein durch durchgezogene Kurven gekennzeichneter zweiter Verlauf für eine erfindungsgemäße adaptive Lambdaregelung.

Im Falle der konventionellen adaptiven Lambdaregelung (gepunktete Linien) folgt unmittelbar nach dem Anstieg der Lambdagröße λ um die Lambdaabweichung $\Delta\lambda$ ein Anstieg der Abgasrückführungsrate r(AGR), was durch einen steilen Anstieg der oberen gepunkteten Kurve ersichtlich ist. Der steile Anstieg der Abgasrückführungsrate r(AGR) resultiert aus einer schnellen Korrektur der Regeleinrichtung 41, welche allerdings durch einen ersten maximalen Regelhub h(remax,1) begrenzt ist. Aufgrund des ersten maximalen Regelhubs h(remax,1) wird die Abgasrückführungsrate r(AGR) auf einen ersten korrigierten Wert r(AGR,1) korrigiert. Entsprechend der Korrektur der Abgasrückführungsrate r(AGR) auf den ersten korrigierten Wert r(AGR,1) hat sich zu einem ersten Zwischenzeitpunkt t_{Z1} die Lambdagröße λ wieder in Richtung der Lambdasollgröße verändert, was durch die untere gepunktete Linie in Fig. 4 gezeigt ist. Da der maximale Regelhub h(remax,1) zu dem ersten Zwischenzeitpunkt t_{Z1} ausgeschöpft ist, erfolgt nach dem ersten Zwischenzeitpunkt t_{Z1} keine weitere schnelle Korrektur der Abgasrückführungsrate r(AGR), sondern eine Geschwindigkeit der weiteren Korrektur, nämlich eine Steigung ($\tan\alpha 1$ in Fig. 4a) der oberen gepunkteten Kurve, wird durch eine erste Geschwindigkeit v(admax,1) der Lambdaadaption bestimmt. Dabei ist $\alpha 1$ ein Winkel zwischen der oberen gepunkteten Kurve und der Abszissenachse nach dem ersten Zwischenzeitpunkt t_{Z1}.

Im Falle der erfindungsgemäßen adaptiven Lambdaregelung (durchgezogene Linien) folgt unmittelbar nach dem Anstieg der Lambdagröße λ um die Lambdaabweichung $\Delta\lambda$ ein deutlich größerer Anstieg der Abgasrückführungsrate r(AGR), nämlich bis zu dem zweiten korrigierten Wert r(AGR,2). Dies liegt daran, dass die die Lambdaabweichung $\Delta\lambda$ sehr groß ist und damit auch die akkumulierte Lambdaabweichung $\Sigma\Delta\lambda$ größer als der erste Schwellwert ist, so dass der Regelhub nun bis zu dem zweiten maximalen Regelhub

h(remax,2) erfolgt. Dadurch fällt die Lambdagröße λ bis zu einem zweiten Zwischenzeitpunkt t_{Z2} fast wieder bis zu der Lambdasollgröße λ_S ab. Nach dem zweiten Zwischenzeitpunkt t_{Z2} erfolgt bei der erfindungsgemäßen adaptiven Lambdaregelung (durchgezogene Linie) im Vergleich zu der konventionellen adaptiven Lambdaregelung eine schnellere Korrektur der Abgasrückführungsrate r(AGR), was sich in einer größeren Steigung ($\tan\alpha 2$ in Fig. 4a) der oberen durchgezogenen Linie zeigt, beziehungsweise was in einer größeren zweiten maximalen Adaptionsgeschwindigkeit v(admax,2) begründet ist. Dabei ist $\alpha 2$ ein Winkel zwischen der oberen durchgezogenen Linie und der Abszissenachse nach dem zweiten Zwischenzeitpunkt t_{Z2}. Nach dem zweiten Zwischenzeitpunkt t_{Z2} ist die Adaptionsgeschwindigkeit im Falle der durchgezogenen Linie gleich der zweiten maximalen Adaptionsgeschwindigkeit v(admax,2) weil eine große noch zu korrigierende Lambdaabweichung verbleibt.

Der Verlauf der Abgasrückführungsrate r(AGR) über der Zeit t, d.h. die obere durchgezogene Kurve und die obere gepunktete Kurve, entspricht direkt oder indirekt der Summe (ΣH) aus dem Regelhub der Lambdaregelung und dem Adaptionshub der Lambdaadaption.

Aufgrund des großen zweiten maximalen Regelhubs h(remax,2) und der großen zweiten maximalen Adaptionsgeschwindigkeit v(admax,2) übersteigt die obere durchgezogene Linie innerhalb vergleichsweise kurzer Zeit, nämlich zu einem Fehlerspeicherzeitpunkt t_F den Hubschwellwert S2. Diese Schwellwertüberschreitung ist ein in Fig. 3 vorgestelltes Fehlersetzkriterium, und es wird zum Fehlerspeicherzeitpunkt t_F eine Fehlerinformation in dem Fehlerspeicher des Steuergerätes 4 abgespeichert. Zu einem Endzeitpunkt t_E ist die Korrektur der Lambdagröße so weit fortgeschritten, dass die Lambdasollgröße λ_S erreicht ist.

Im Falle der konventionellen adaptiven Lambdaregelung (gepunktete Linien) erfolgt nach der ersten Zwischenzeit t_{Z1} ein langsamer Anstieg der Abgasrückführungsrate r(AGR) und eine langsame Annäherung der Lambdagröße λ an die Lambdasollgröße λ_S, so dass auch eine Fehlererkennung, d.h. eine Überschreitung des Hubschwellwertes S2, erst viel später als dem Fehlerspeicherungszeitpunkt t_F des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt.

Fig. 5 zeigt ein Funktionsdiagramm im Falle einer Anwendung einer Entprellzeit. In dem durch Fig. 5 beschriebenen Fall erfolgt bei dem Störungszeitpunkt t_S ein erster Korrekturmodus mit einer ersten maximalen Adaptionsgeschwindigkeit v(admax,1) und

einem ersten maximalen Regelhub h(remax,1). Erst nachdem die Störung zu einem Entprellzeitpunkt t_{deb} immer noch besteht, erfolgt eine Umschaltung auf einen zweiten Korrekturmodus, und es wird der maximale Regelhub auf den zweiten maximalen Regelhub h(remax,2) und die maximale Adaptionsgeschwindigkeit auf die zweite maximale Adaptionsgeschwindigkeit v(admax,2) erhöht. Die sonstigen Sachverhalte entsprechen denen der Fig. 4.

Fig. 6 zeigt ein Funktionsdiagramm für einen Fall von zwei kleineren Lambdaabweichungen. Zu einem Zeitpunkt t_{S1} einer ersten Störung erfolgt eine erste Lambdaabweichung gefolgt von einer erfindungsgemäßen Korrektur der Abgasrückführungsrate r(AGR) wie oben beschrieben. Zu einem Zeitpunkt t_{S2} einer zweiten Störung erfolgt eine zweite Lambdaabweichung. Erst zu dem Zeitpunkt t_{S2} der zweiten Störung wird die akkumulierte Lambdaabweichung $\Sigma\lambda\Delta$ so groß, dass der erste Schwellwert S1 überschritten wird, und es erfolgt die Umschaltung auf den zweiten Korrekturmodus. Die sonstigen Sachverhalte entsprechen denen der Fig. 4.

Bezugszeichenliste

1	Verbrennungsmotor
2	Brennraum
3	Dosiereinrichtung
31	Abgasrückführungsventil
32	Kraftstoffdosierung
33	Drosselklappe
34	Dosiergröße
4	Steuergerät
41	Regeleinrichtung
42	Adaptionseinrichtung
43	Lambdamodell
45	Dosierfunktion
46	Datenaustauschsystem
410	Begrenzungsfunktion
411	Startschritt der Begrenzungsfunktion
412	Vergleichsschritt der Begrenzungsfunktion
413	Erster Festlegungsschritt der Begrenzungsfunktion
414	Zweiter Festlegungsschritt der Begrenzungsfunktion
415	Rückkehrschritt der Begrenzungsfunktion
420	Diagnose
421	Startschritt der Diagnose
422	Vergleichsschritt der Diagnose
423	Fehlerspeicherung
424	Rückkehrschritt der Diagnose
5	Lambdasensor
6	Abgas
700	Funktionsdiagramm
h(remax,1)	Erster maximaler Regelhub
h(remax,2)	Zweiter maximaler Regelhub
ΣH	Summe aus Regelhub und Adaptionshub
$\Sigma\Delta\lambda$	Akkumulierte Lambdaabweichung
$\Delta\lambda$	Lambdaabweichung
λ	Lambdagröße
λ_S	Lambdasollgröße
r(AGR)	Abgasrückführungsrate
r(AGR,b)	Basisabgasrückführungsrate
r(AGR,1)	Erster korrigierter Wert der Abgasrückführungsrate
r(AGR,2)	Zweiter korrigierter Wert der Abgasrückführungsrate
S1	Erster Schwellwert
S2	Hubschwellwert
t	Zeit
t_{deb}	Entprellzeitpunkt
t_E	Endzeitpunkt
t_F	Fehlerspeicherungszeitpunkt
t_S	Störungszeitpunkt
t_{S1}	Zeitpunkt einer ersten Störung
t_{S2}	Zeitpunkt einer zweiten Störung
t_{Z1}	Erste Zwischenzeit
t_{Z2}	Zweite Zwischenzeit
v(admax,1)	Erste maximale Adaptionsgeschwindigkeit
v(admax,2)	Zweite maximale Adaptionsgeschwindigkeit

Patentansprüche

1. Verfahren zur adaptiven Lambdaregelung eines Verbrennungsmotors (1), wobei der Verbrennungsmotor (1) aufweist
- einen Brennraum (2),
- eine Dosiereinrichtung (3) zur Dosierung mindestens eines Bestandteiles eines Verbrennungsgemisches in den Brennraum (2),
- einen Lambdasensor (5) zur Messung einer Lambdagröße (λ) eines Abgases des Verbrennungsmotors (1),
wobei das Verfahren aufweist
- eine Regeleinrichtung (41), mittels welcher eine durch einen maximalen Regelhub begrenzte Lambdaregelung erfolgt,
- die Lambdagröße (λ) als Regelgröße der Lambdaregelung,
- eine Dosiergröße (34) der Dosiereinrichtung (3) als Stellgröße der Lambdaregelung,
- eine Lambdasollgröße (λ_S) der Lambdaregelung,
- eine Adaptionseinrichtung (42), mittels welcher eine durch eine maximale Adaptionsgeschwindigkeit begrenzte Lambdaadaption erfolgt,
wobei eine Regelungsgeschwindigkeit der Lambdaregelung größer als die maximale Adaptionsgeschwindigkeit ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
der maximale Regelhub und/oder die maximale Adaptionsgeschwindigkeit von einer Abweichung ($\Delta\lambda$) der Lambdagröße (λ) von dem Lambdasollwert (λ_S) abhängen.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
der maximale Regelhub und/oder die maximale Adaptionsgeschwindigkeit von einer akkumulierten Lambdaabweichung ($\Sigma\Delta\lambda$) abhängen, wobei der maximale Regelhub und/oder die maximale Adaptionsgeschwindigkeit umso größer sind, je größer die akkumulierte Lambdaabweichung ($\Sigma\Delta\lambda$) ist.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Speicherung (423) eines Fehlers des Verbrennungsmotors (1) erfolgt, wenn eine Summe (ΣH) aus dem Regelhub der Lambdaregelung und einem Adaptionshub der Lambdaadaption einen Hubschwellwert (S2) überschreitet.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Dosiereinrichtung (3) ein Abgasrückführungsventil (31) für eine Dosierung einer Abgasmenge in den Brennraum (2) aufweist und die Dosierung der Abgasmenge zumindest Teil der Stellgröße ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Dosiereinrichtung (3) eine Kraftstoffdosierung (32) für eine Dosierung eines Kraftstoffes in den Brennraum (2) aufweist und die Dosierung des Kraftstoffes zumindest Teil der Stellgröße ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Dosiereinrichtung (3) eine Drosselklappe (33) zur Dosierung einer Luftmenge in den Brennraum (2) aufweist und die Dosierung der Luftmenge zumindest Teil der Stellgröße ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
bei einem ersten Korrekturmodus ein erster maximaler Regelhub (h(remax,1)) und eine erste maximale Adaptionsgeschwindigkeit (v(admax,1)) vorliegen
und bei einem zweiten Korrekturmodus ein zweiter maximaler Regelhub (h(remax,2)) und eine zweite maximale Adaptionsgeschwindigkeit (v(admax,2)) vorliegen,
wobei zwischen dem ersten und dem zweiten Korrekturmodus in Abhängigkeit von der akkumulierten Lambdaabweichung ($\Sigma\Delta\lambda$) und/oder in Abhängigkeit von der Summe (ΣH) aus dem Regelhub der Lambdaregelung und dem Adaptionshub der Lambdaadaption gewechselt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
der erste maximale Regelhub (h(remax,1)) und die erste maximale Adaptionsgeschwindigkeit (v(admax,1)) jeweils kleiner sind als der zweite maximale Regelhub (h(remax,2)) und die zweite maximale Adaptionsgeschwindigkeit (v(admax,2)) und dass der zweite Korrekturmodus vorliegt, wenn die akkumulierte Lambdaabweichung ($\Sigma\Delta\lambda$) größer als ein erster Schwellwert (S1) der akkumulierten Abweichung ($\Sigma\Delta\lambda$) der Lambdagröße (λ) ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Wechsel zwischen dem ersten und dem zweiten Korrekturmodus von einem Ablauf einer Entprellzeit (t_{deb}) abhängt.

Fig. 1

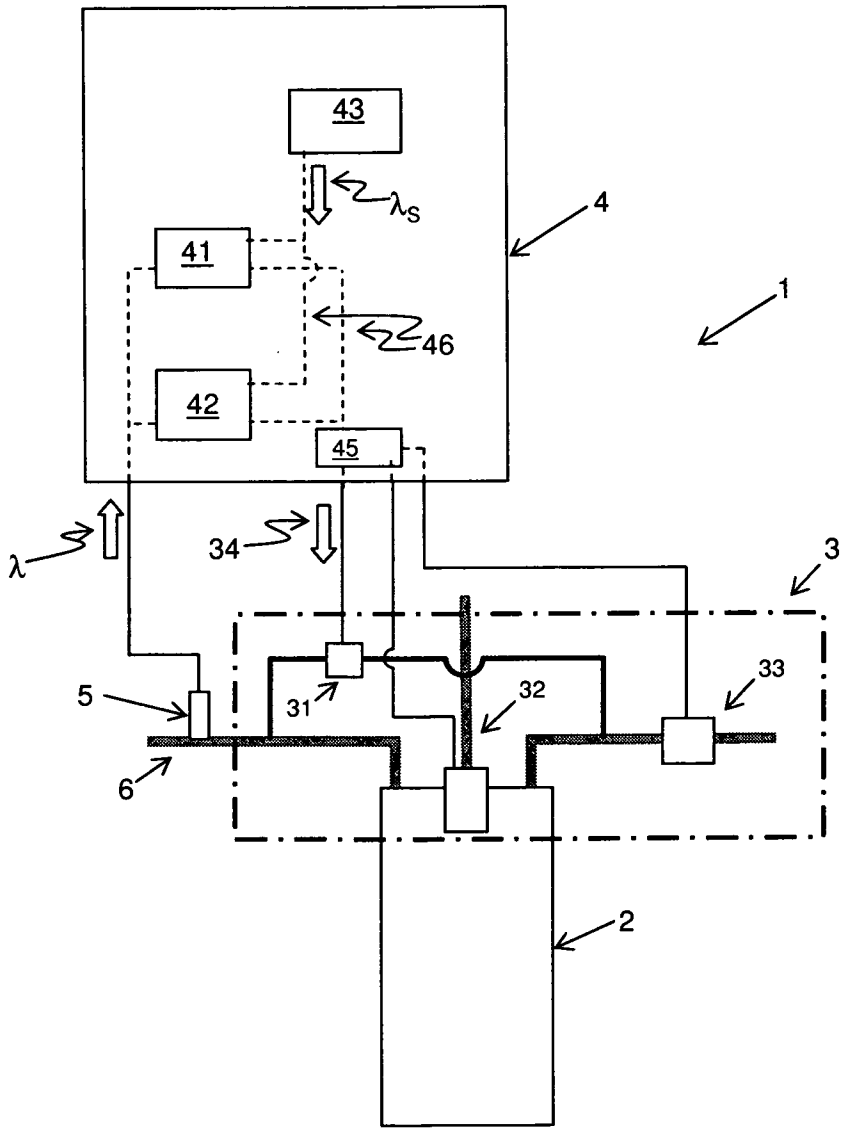


Fig. 2

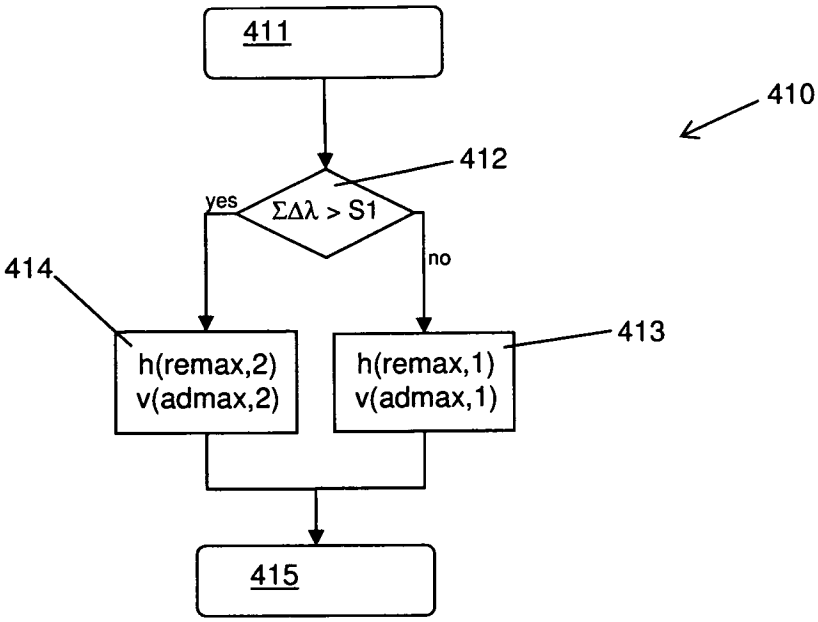

411
410
412
yes
ΣΔλ > S1
no
414
413
h(remax,2)
v(admax,2)
h(remax,1)
v(admax,1)
415

Fig. 3

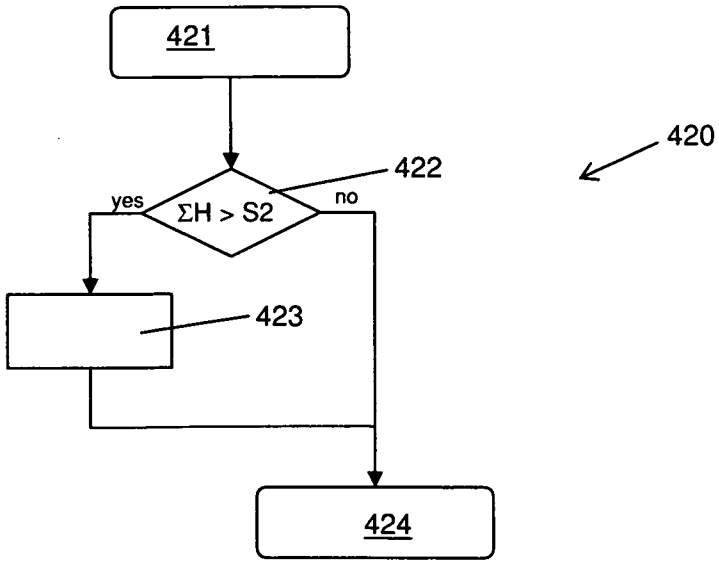

421
420
422
yes
ΣH > S2
no
423
424

Fig. 4

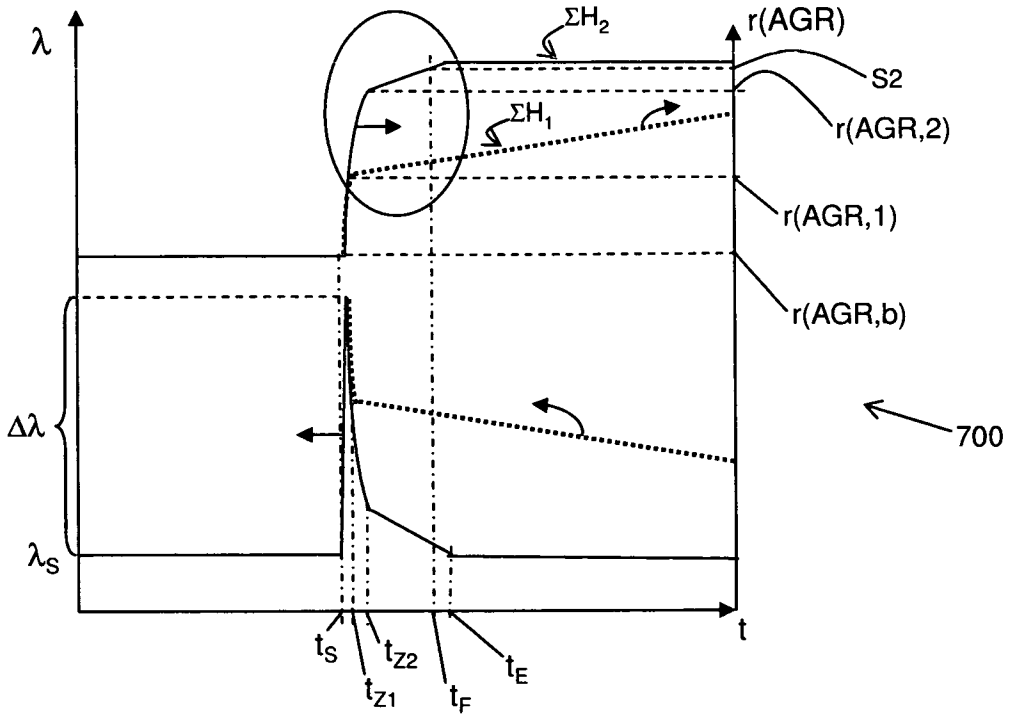

λ
ΣH2
r(AGR)
S2
ΣH1
r(AGR,2)
r(AGR,1)
r(AGR,b)
Δλ
700
λS
t
tS
tZ2
tZ1
tF
tE

Fig. 4a

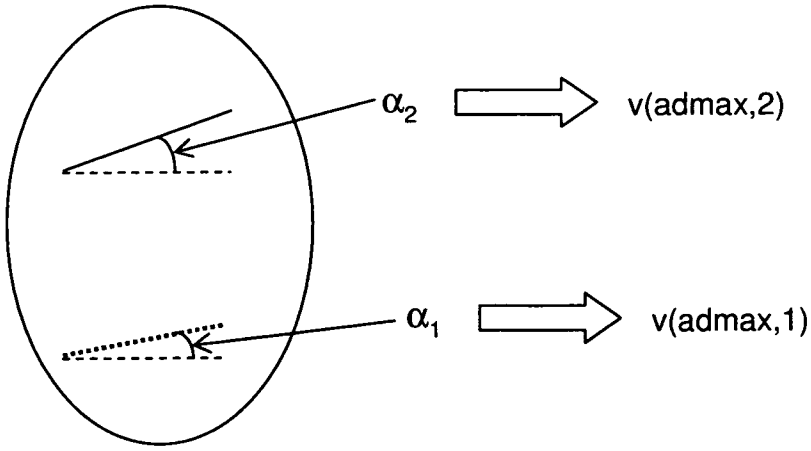

α2
v(admax,2)
α1
v(admax,1)

Fig. 5

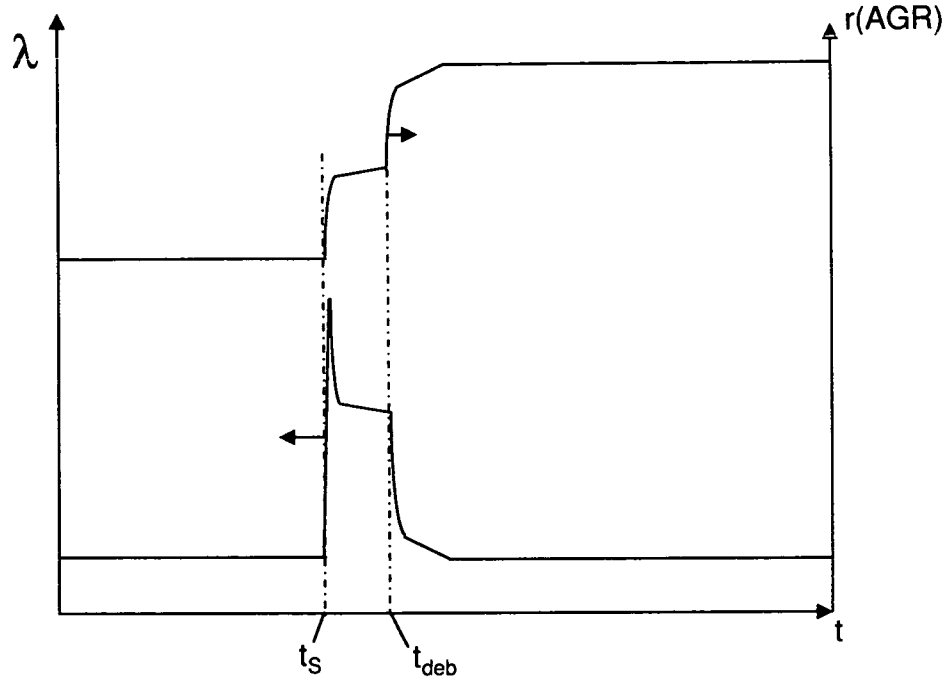
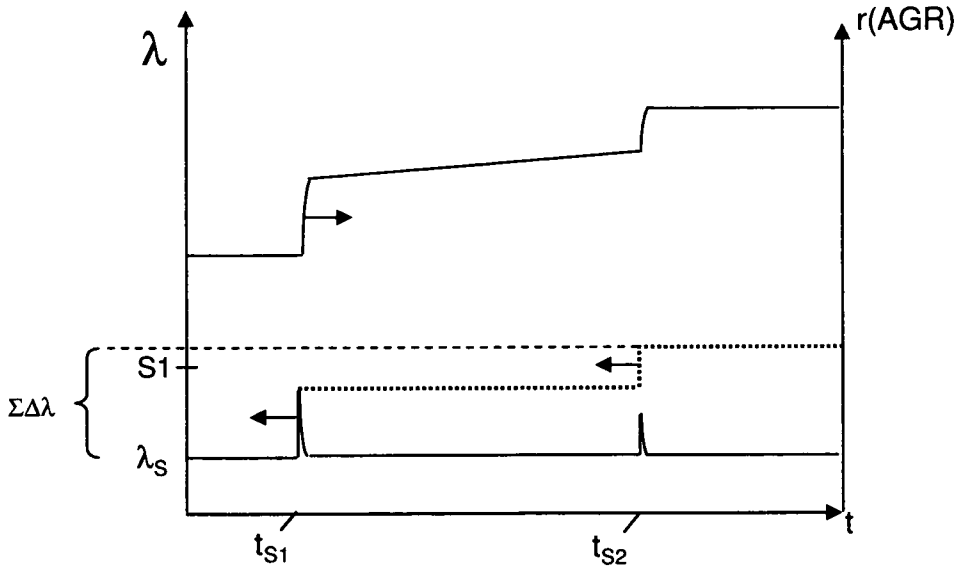


Fig. 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/006096

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 practical, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2001/022176 A1 (TAKAHASHI KOJI [JP] ET AL) 20 September 2001 (2001-09-20) paragraphs [0047] - [0049], [0058], [0065]; figures 3,5	1,5,6
X	EP 1 503 064 A2 (NISSAN MOTOR [JP]) 2 February 2005 (2005-02-02) column 70; figure 4	1,5,6
A	US 2006/021325 A1 (IKEMOTO NORIAKI [JP] ET AL) 2 February 2006 (2006-02-02) paragraph [0032]	1

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
8 February 2012	17/02/2012

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	Pileri, Pierluigi

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2011/006096

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2001022176 A1	20-09-2001	JP 3850620 B2	29-11-2006
		JP 2001263135 A	26-09-2001
		US 2001022176 A1	20-09-2001
EP 1503064 A2	02-02-2005	CN 1580527 A	16-02-2005
		EP 1503064 A2	02-02-2005
		JP 2005048715 A	24-02-2005
		US 2005022516 A1	03-02-2005
US 2006021325 A1	02-02-2006	JP 4366701 B2	18-11-2009
		JP 2009030613 A	12-02-2009
		US 2006021325 A1	02-02-2006

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2011/006096

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.
X	US 2001/022176 A1 (TAKAHASHI KOJI [JP] ET AL) 20. September 2001 (2001-09-20) Absätze [0047] - [0049], [0058], [0065]; Abbildungen 3,5	1,5,6
X	EP 1 503 064 A2 (NISSAN MOTOR [JP]) 2. Februar 2005 (2005-02-02) Spalte 70; Abbildung 4	1,5,6
A	US 2006/021325 A1 (IKEMOTO NORIAKI [JP] ET AL) 2. Februar 2006 (2006-02-02) Absatz [0032]	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
8. Februar 2012	17/02/2012

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	Pileri, Pierluigi

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

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2011/006096

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2001022176 A1	20-09-2001	JP 3850620 B2	29-11-2006
		JP 2001263135 A	26-09-2001
		US 2001022176 A1	20-09-2001
EP 1503064 A2	02-02-2005	CN 1580527 A	16-02-2005
		EP 1503064 A2	02-02-2005
		JP 2005048715 A	24-02-2005
		US 2005022516 A1	03-02-2005
US 2006021325 A1	02-02-2006	JP 4366701 B2	18-11-2009
		JP 2009030613 A	12-02-2009
		US 2006021325 A1	02-02-2006