



(11)

EP 2 193 265 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
26.10.2011 Patentblatt 2011/43

(51) Int Cl.:
F02D 35/02 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08803215.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2008/061122

(22) Anmeldetag: **26.08.2008**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/037070 (26.03.2009 Gazette 2009/13)

(54) **VERFAHREN ZUR REGELUNG DER VERBRENNUNGSLAGE BEI EINER BRENNKRAFTMASCHINE**

METHOD FOR REGULATING THE COMBUSTION POSITION IN AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

PROCEDE DE REGLAGE DE LA POSITION DE COMBUSTION DANS UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

- **DANNINGER, Alois**
A-8605 Kapfenberg (AT)
- **NEUNTEUFL, Klemens**
A-8052 Graz (AT)

(30) Priorität: **13.09.2007 AT 14372007**

(74) Vertreter: **Babeluk, Michael**
Patentanwalt
Mariahilfer Gürtel 39/17
1150 Wien (AT)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.06.2010 Patentblatt 2010/23

(73) Patentinhaber: **AVL List GmbH**
8020 Graz (AT)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-2004/048762 GB-A- 2 331 154

(72) Erfinder:
• **STOLZ, Michael**
A-8045 Graz-Andritz (AT)

EP 2 193 265 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung der Verbrennungslage bei einer Brennkraftmaschine mit mehreren Zylindern, insbesondere einer Dieselmotorkraftmaschine, wobei zumindest ein Motorbetriebsparameter erfasst wird.

[0002] Aus der EP 0 203 617 A2 ist ein System zur Regelung des Zündzeitpunktes bei einer Brennkraftmaschine bekannt, wobei zur Erkennung von Klopferscheinungen in zumindest einem Zylinder eine Zylinderdruckmessung durchgeführt wird und aufgrund des gemessenen Zylinderdruckes eine Verbrennungslage in einem geschlossenen Regelkreis geregelt wird.

[0003] Die DE 10 2006 001 374 A1 beschreibt eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer direkteinspritzenden Brennkraftmaschine. Eine Regelung regelt eine die Verbrennungslage charakterisierende Verbrennungslagengröße auf einen Sollwert ein. Eine Steuerung und/oder eine Regelung beeinflusst eine das Moment der Brennkraftmaschine charakterisierende Momentengröße und/oder eine das Geräusch der Brennkraftmaschine charakterisierende Geräuschgröße mittels einer Steuergröße. In dieser Veröffentlichung wird somit der Aufbau der Regelung der Verbrennungslage, nicht aber die Berechnung der notwendigen Eingangssignale für die Regelung beschrieben.

[0004] Weiters offenbart die AT 503.061 A1 ein Verfahren zur Verbrennungsregelung, insbesondere bei Dieselmotorkraftmaschinen, wobei in zumindest einem Zylinder der Druck gemessen wird. Um mit möglichst geringem Aufwand eine genaue Verbrennungsregelung zu ermöglichen, ist vorgesehen, dass entsprechend der Zündfolge nur in jedem zweiten Zylinder der Zylinderdruck und daraus die Verbrennungslage berechnet wird, und dass die Verbrennungslage des folgenden Zyklus in diesem Zylinder aufgrund des ermittelten Zylinderdruckes, bzw. der Verbrennungslage so geregelt wird, dass der tatsächliche Zylinderdruck, bzw. die tatsächliche Verbrennungslage einem Sollwert für den Zylinderdruck, bzw. die Verbrennungslage angeglichen wird. In Zylindern, in welchen der Zylinderdruck nicht gemessen wird, wird der Zylinderdruck, bzw. die Verbrennungslage aus den gemessenen Zylinderdrücken, insbesondere aus einem Mittelwert der gemessenen Zylinderdrücke in den in der Zündfolge benachbarten Zylindern ermittelt.

[0005] Ferner ist aus der AT 502.440 A2 ein Verfahren zum Regeln der Kennwerte der Verbrennung bei einer Brennkraftmaschine bekannt, wobei ein schneller Regelpfad, der bei jeder Einspritzung agieren und messen kann, einen langsamen Regelpfad, der in einem Zeitraster eine wesentlich größere Zeit als der schnelle Regelpfad benötigt, im Stellverhalten berücksichtigt und wobei aus der Größe der Abweichung zwischen den Istwerten und den Sollwerten des langsamen Regelpfades direkt die Auswirkungen auf Kennwerte der Verbrennung und/oder Änderungen zumindest eines Kennwertes des

schnellen Regelpfades berechnet werden.

[0006] Die GB 2 331 154 A beschreibt ein Verfahren zur Bestimmung der Kraftstoffeinspritzmenge bei einer Brennkraftmaschine. Dabei wird der Zylinderdruck über Drucksensoren gemessen und Kurbelwinkelwerten zugeordnet und daraus eine indizierte Arbeit berechnet. Die Kraftstoffeinspritzmenge kann aus dieser indizierten Arbeit ermittelt werden.

[0007] Aus der WO 2004/048762 A1 ist ein Motormanagement bekannt, wobei mit einem Drucksensor im Zylinder der Zylinderdruck und eine hochauflösende Druckkurve für jeden Zylinder bestimmt wird. Diese Daten können für verbesserte Überwachung und Regelung des Betriebes des Motors herangezogen werden.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es, auf möglichst einfache und kostengünstige Weise eine genaue Verbrennungslagenregelung zu ermöglichen.

[0009] Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass ein arithmetisches oder kennlinienbasiertes zylinderselektives Verbrennungslagenmodell bereitgestellt wird, welches eine Beziehung zwischen zumindest einem ermittelten Motorbetriebsparameter und der Verbrennungslage herstellt, und dass mittels des Verbrennungslagenmodells für jeden Zylinder die Verbrennungslage auf der Basis des ermittelten Motorbetriebsparameters ermittelt wird, und dass in zumindest einem Referenzzylinder, vorzugsweise in genau einem Referenzzylinder, der Zylinderdruck gemessen wird und aus dem Zylinderdrucksignal eine Referenzverbrennungslage ermittelt wird, dass aufgrund der Differenz zwischen der aus dem Zylinderdruck des Referenzzylinders ermittelten Referenzverbrennungslage des Referenzzylinders und der modellierten Verbrennungslage des Verbrennungslagenmodells des Referenzzylinders ein Modellfehler berechnet wird, und dass das Verbrennungslagenmodell durch den vorzugsweise gefilterten Modellfehler korrigiert wird. Dadurch kann eine möglichst realitätsgetreue Bestimmung der Verbrennungslagen mittels des Verbrennungsmodells zu ermöglicht werden.

[0010] Vorzugsweise ist vorgesehen, dass als Motorbetriebsparameter ein vorzugsweise zylinderselektives Verbrennungssteuersignal, besonders vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe Einspritzzeitpunkt, Abstände zu Vor- und Nacheinspritzungen, Einspritzmenge, Einspritzdruck, Einspritzdauer oder dergleichen verwendet wird. Alternativ dazu oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass als Motorbetriebsparameter ein Sensor-signal der Motorsensorik, vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe Drehzahl, angesaugte Luftmasse, Ladedruck, Ladetemperatur, Kühlmitteltemperatur, Kraftstoffdruck, λ -Sondenwert verwendet wird.

[0011] Das zylinderselektive Verbrennungslagenmodell berechnet einen zylinderselektiven "virtuellen" Sensorwert der Verbrennungslage für jeden Zylinder. Dieser wird zur Regelung der Verbrennungslage verwendet. Dem Verbrennungslagenmodell liegt eine Berechnung zu Grunde, die auf in der Motorsteuerung verfügbaren Signalen basiert. Diese sind einerseits Sensorsignale

aus der Standardmotorsensorik, wie zum Beispiel Drehzahl, angesaugte Luftmasse, Ladedruck, Ladetemperatur, Kühlmitteltemperatur, Kraftstoffdruck, λ -Sondenwert, oder dergleichen. Andererseits werden Steuersignale verwendet, die die Verbrennung beeinflussen, wie beispielsweise Einspritzzeitpunkt, zeitliche Abstände zwischen der Haupteinspritzung und den Vor- oder Nacheinspritzereignissen, Einspritzmenge, Einspritzdruck oder dergleichen.

[0012] Besonders vorteilhaft ist es, wenn mittels des Verbrennungslagenmodells eine zylinderselektive Regelung der Verbrennungslage durchgeführt wird.

[0013] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 die Verbrennungslageregelung gemäß dem Stand der Technik; und

Fig. 2 eine erfindungsgemäße Verbrennungslageregelung.

[0014] Bei der in Fig. 1 schematisch gezeigten herkömmlichen Verbrennungslageregelung wird aufgrund einer einem Verbrennungslagenregler 1 zugeführten Wunschverbrennungslage 2 für einen bestimmten Zylinder x ($x=1, \dots, n$) ein Eingriff 3 in die Verbrennungslage durchgeführt, worauf eine Verbrennung 4 im Zylinder x stattfindet. In einem Schritt 5 wird über einen Zylinderdrucksensor die tatsächliche Verbrennungslage 6 ermittelt und dem Verbrennungslagenregler 1 als Istwert zugeführt. Um für jeden Zylinder x eine genaue Verbrennungslagenregelung durchführen zu können, ist dabei für jeden Zylinder ein Zylinderdrucksensor erforderlich. Werden Mittelwerte von Signalen benachbarter Zylinder verwendet, so kann zwar die Anzahl der erforderlichen Zylinderdrucksensoren verringert werden, was allerdings zu Lasten der Regelgüte erfolgt.

[0015] Fig. 2 zeigt eine erfindungsgemäße Verbrennungslageregelung.

[0016] Der Verbrennungslagenregler 11 führt aufgrund einer Wunschverbrennungslage 12 einen Eingriff 13 in die Verbrennungslage bei einem bestimmten Zylinder x durch, wodurch eine Verbrennung 14 in dem Zylinder x stattfindet. Erfindungsgemäß ist in die Verbrennungslagenregelung nun ein Verbrennungslagenmodell 15 für einen oder mehrere Zylinder x eingebunden. Das Verbrennungslagenmodell 15 empfängt als Eingangsgrößen verschiedene Motorbetriebsparameter, und zwar einerseits Sensorsignale 16 aus der Standardsensorik der Motorsteuerung und andererseits Steuersignale 17 vom Eingriff 13 in die Verbrennungslage, wie etwa Einspritzzeitpunkt, Einspritzmenge, Abstände zwischen Vor-, Haupt und Nacheinspritzung, Einspritzdruck, Einspritzdauer oder dergleichen. Aufgrund der Signale 16, 17 ermittelt das Verbrennungslagenmodell 15 eine zylinderspezifische fiktive Verbrennungslage 18. Bei entsprechender Kalibrierung des Verbrennungslagenmodells 15 kann die fiktive Verbrennungslage als Informa-

tion über die reale Verbrennungslage der Verbrennungslagenregelung 11 als Istwert zugeführt werden. Zur Kalibrierung des Verbrennungslagenmodells 15 ist es ausreichend, wenn die Verbrennungslage mittels eines Zylinderdrucksensors in einem Referenzzylinder ermittelt wird. Die Referenzverbrennungslage ist in Fig. 2 mit Bezugszeichen 19 bezeichnet. Die Referenzverbrennungslage 19 wird mit einer durch das Verbrennungslagenmodell ermittelten fiktiven modellbasierten Verbrennungslage 20 verglichen. Tritt eine Abweichung zwischen der durch den Zylinderdrucksensor ermittelten realen Verbrennungslage 19 und der modellbasierten Verbrennungslage 20 für den Referenzzylinder auf, so wird die fiktive Verbrennungslage 18 aus dem Verbrennungslagenmodell 15 aufgrund des festgestellten Modellfehlers 21 entsprechend korrigiert, wobei das Signal des Modellfehlers 21 noch durch ein Tiefpassfilter 22 geführt wird, damit nur der mittlere Modellfehler 21 korrigiert wird.

[0017] Durch das erfindungsgemäße Verfahren kann die notwendige Anzahl an Zylinderdrucksensoren ohne Einbußen der Regelungsqualität wesentlich verkleinert werden, wodurch eine deutliche Kosteneinsparung erzielt werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung der Verbrennungslage bei einer Brennkraftmaschine mit mehreren Zylindern, insbesondere einer Dieselmotorkraftmaschine, wobei zumindest ein Motorbetriebsparameter erfasst wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein arithmetisches oder kennlinienbasiertes zylinderselektives Verbrennungslagenmodell (15) bereitgestellt wird, welches eine Beziehung zwischen zumindest einem ermittelten Motorbetriebsparameter und der Verbrennungslage herstellt, und dass mittels des Verbrennungslagenmodells (15) für jeden Zylinder (x) die Verbrennungslage auf der Basis des ermittelten Motorbetriebsparameters ermittelt wird, und dass in zumindest einem Referenzzylinder, vorzugsweise in genau einem Referenzzylinder, der Zylinderdruck gemessen wird und aus dem Zylinderdrucksignal eine Referenzverbrennungslage (19) ermittelt wird, dass aufgrund der Differenz zwischen der aus dem Zylinderdruck des Referenzzylinders ermittelten Referenzverbrennungslage (19) des Referenzzylinders und der modellierten Verbrennungslage (20) des Verbrennungslagenmodells (15) des Referenzzylinders ein Modellfehler (21) berechnet wird, und dass das Verbrennungslagenmodell (15) durch den vorzugsweise gefilterten Modellfehler (21) korrigiert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Motorbetriebsparameter ein Sensorsignal (16) der Motorsensorik, vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe Drehzahl, angesaugte

Luftmasse, Ladedruck, Ladetemperatur, Kühlmitteltemperatur, Kraftstoffdruck, λ -Sondenwert verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Motorbetriebsparameter ein vorzugsweise zylinderselektives Steuersignal (17) der Verbrennung, besonders vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe Einspritzzeitpunkt, Abstände zu Vor- und Nacheinspritzungen, Einspritzmenge, Einspritzdruck, Einspritzdauer verwendet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels des Verbrennungslagenmodells (15) eine zylinderselektive Regelung der Verbrennungslage durchgeführt wird.

Claims

1. A method for the closed-loop control of the combustion position in an internal combustion engine with several cylinders, especially in a diesel engine, with at least one engine operating parameter being detected, **characterised in that** a cylinder-selective combustion position model (15) which is arithmetic or based on characteristic values is provided which produces a relationship between at least one determined engine operating parameter and the combustion position, and the combustion position is determined on the basis of the determined engine operating parameter by means of the combustion position model (15) for each cylinder (x), that the cylinder pressure is measured in at least one reference cylinder, preferably precisely in one reference cylinder, and a reference combustion position (19) is determined from the cylinder pressure signal, a model error (21) is calculated on the basis of the difference between the reference combustion position (19) of the reference cylinder determined from the cylinder pressure of the reference cylinder and the modeled combustion position (20) of the combustion position model (15) of the reference cylinder, and the combustion position model (15) is corrected by the preferably filtered model error (21).
2. A method according to claim 1, **characterised in that** a sensor signal (16) of the engine sensor system is used as an engine operating parameter, preferably chosen from the group of speed, the drawn air mass, charging pressure, charging temperature, coolant temperature, fuel pressure, lambda sensor value.
3. A method according to claim 1 or 2, **characterised in that** a preferably cylinder-selective control signal (17) is used as an engine operating parameter, especially preferably chosen from the group of injection

time, intervals to pre-injections and post-injections, injected quantity, injection pressure, injection period.

4. A method according to one of the claims 1 to 3, **characterised in that** a cylinder-selective closed-loop control of the combustion position is performed by means of the combustion position model (15).

Revendications

1. Procédé de régulation de la position de combustion d'un moteur à combustion interne ayant plusieurs cylindres, notamment un moteur à combustion interne Diesel, procédé consistant à saisir au moins un paramètre de fonctionnement du moteur, procédé **caractérisé en ce qu'**

- on applique un modèle de position de combustion (15) arithmétique ou sélectif fondé sur une courbe caractéristique, représentant la relation entre au moins un paramètre de fonctionnement du moteur, obtenu, et la position de combustion, - à l'aide du modèle de position de combustion (15), on détermine pour chaque cylindre (x), la position de combustion sur la base du paramètre de fonctionnement du moteur, obtenu, - dans au moins un cylindre de référence, de préférence précisément dans le cylindre de référence, on mesure la pression du cylindre et à partir du signal de pression du cylindre, on détermine une position de combustion de référence (19), - en s'appuyant sur la différence entre la position de référence de combustion (19), déterminée, à partir de la pression du cylindre de référence et de la position de combustion (20), modélisée, du modèle de position de combustion (15) du cylindre de référence, on calcule une erreur de modèle (21), et - on corrige le modèle de position de combustion (15) à l'aide de l'erreur de modèle (21), de préférence filtrée.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** comme paramètre de fonctionnement du moteur, on sélectionne un signal de capteur (16) fourni par les capteurs du moteur, de préférence choisi dans le groupe comprenant :
 - vitesse de rotation, masse d'air aspiré, pression d'alimentation, température d'alimentation, température de l'agent de refroidissement, pression du carburant, valeur de la sonde λ .
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que**

comme paramètre de fonctionnement du moteur, on utilise un signal de commande (17), de préférence sélectif par cylindre pour la combustion et d'une manière particulièrement préférentielle, on le choisit dans le groupe comprenant :

5

- instant d'injection, intervalle entre la pré-injection et la postinjection, dose injectée, pression d'injection, durée d'injection.

10

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3,

caractérisé en ce qu'

à l'aide du modèle de position de combustion (15), on effectue une régulation de la position de combustion de manière sélective par cylindre.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

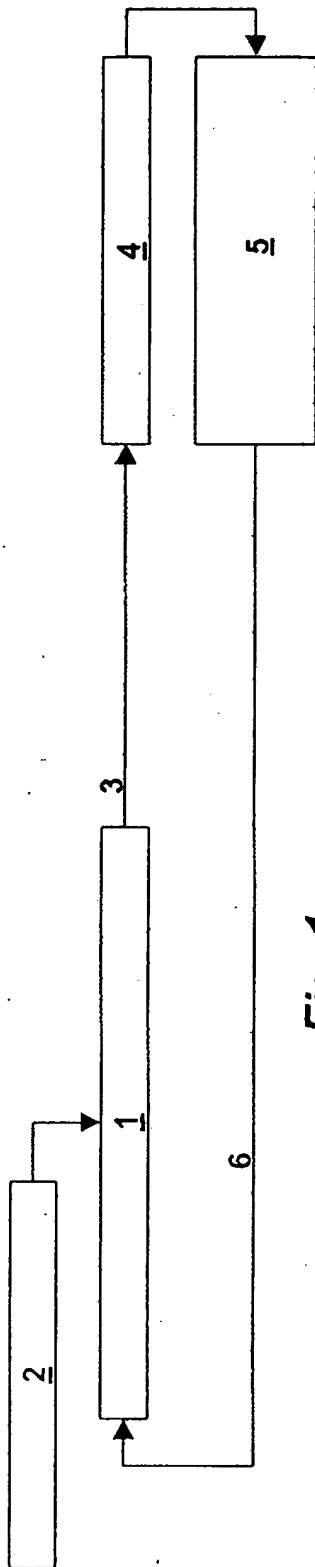


Fig. 1

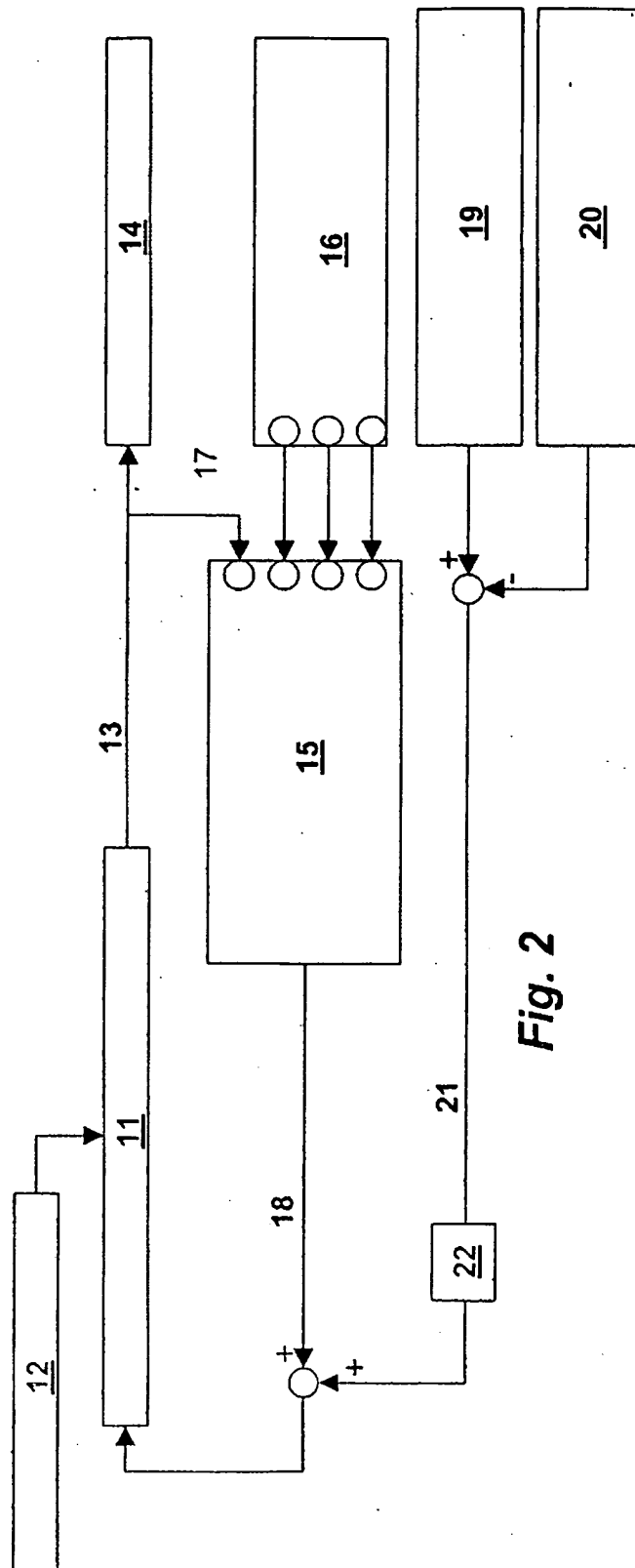


Fig. 2

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0203617 A2 [0002]
- DE 102006001374 A1 [0003]
- AT 503061 A1 [0004]
- AT 502440 A2 [0005]
- GB 2331154 A [0006]
- WO 2004048762 A1 [0007]