

(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
29. März 2001 (29.03.2001)

PCT

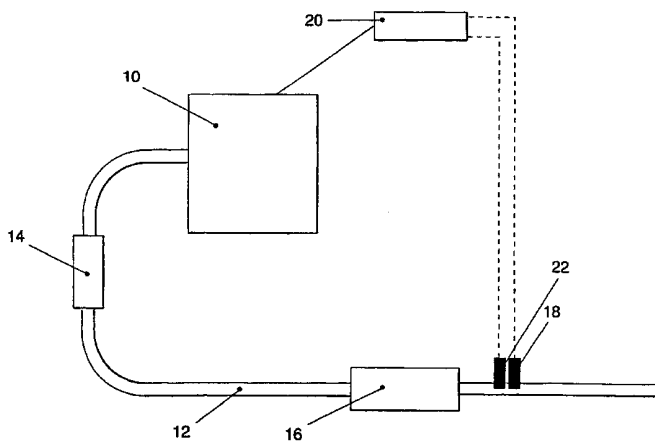
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/21951 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: F02D 41/14, 41/02
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/09071
- (22) Internationales Anmeldedatum:
15. September 2000 (15.09.2000)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
199 45 374.8 22. September 1999 (22.09.1999) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; 38436 Wolfsburg (DE).
- (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HAHN, Hermann [DE/DE]; Gebr.-Grimm-Strasse 37, 38165 Lehre (DE). HINZE, Sören [DE/DE]; Eichtalstrasse 4 a, 38114 Braunschweig (DE). LANG, Axel [DE/DE]; Nelkenweg 29, 38302 Wolfenbüttel (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT; Brieffach 1770, 38436 Wolfsburg (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): CN, IN, JP, KR, US.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR MONITORING THE FUNCTIONING OF AN NO_x SENSOR ARRANGED IN AN EXHAUST GAS CHANNEL OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR FUNKTIONSÜBERWACHUNG EINES IN EINEM ABGASKANAL EINER VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE ANGEORDNETEN NO_x-SENSORS



WO 01/21951 A1

(57) Abstract: The invention relates to a method for monitoring the functioning of an NO_x sensor (18) which is arranged in an exhaust gas channel of an internal combustion engine and which is located downstream from an NO_x storage catalytic converter (16). The aim of the invention is to detect the faulty functioning of the NO_x sensor in a simple manner in order to be able to take appropriate measures if necessary. To this end, the mass of NO_x absorbed by the NO_x storage catalytic converter (16) is determined within a diagnostic period using a measurement signal of the NO_x sensor (18) while, at the same time, an absorbed NO_x specified mass is calculated using a model for the NO_x storage catalytic converter (16), and a ratio of the NO_x mass to the NO_x specified mass (control value KW_n) is compared to the predetermined limit values (G_{nu}, G_{no}). The aim of the invention is also accomplished by measuring a duration (t_{mes}) for a complete NO_x regeneration of the NO_x storage catalytic converter (16), by calculating a specified duration (t_{mod}) for the NO_x regeneration using a model for the NO_x storage catalytic converter (16) and using a measured or calculated NO_x load state, and by comparing a ratio of the duration (t_{mes}) to the specified duration (t_{mod}) (control value KW_i) with predetermined limit values (G_u, G_{to}).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Veröffentlicht:**

- Mit internationalem Recherchenbericht.
- Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Funktionsüberwachung eines in einem Abgaskanal einer Verbrennungskraftmaschine angeordneten NO_x -Sensors (18), der stromab eines NO_x -Speicherkatalysators (16) angeordnet ist. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Fehlfunktionen des NO_x -Sensors in einfacher Weise zu erfassen, um dann gegebenenfalls geeignete Gegenmaßnahmen ergreifen zu können. Dies wird einerseits dadurch, daß innerhalb eines Diagnosezeitraums anhand eines Meßsignals des NO_x -Sensors (18) eine vom NO_x -Speicherkatalysator (16) absorbierte NO_x -Masse ermittelt wird, gleichzeitig anhand eines Modells für den NO_x -Speicherkatalysator (16) eine absorbierte NO_x -Sollmasse berechnet wird und ein Verhältnis der NO_x -Masse zur NO_x -Sollmasse (Kontrollwert KW_n) mit vorgegebenen Grenzwerten (G_{nu} , G_{no}) verglichen wird und/oder andererseits dadurch, daß eine Dauer (t_{mes}) für eine vollständige NO_x -Regeneration des NO_x -Speicherkatalysators (16) erfaßt wird, anhand eines Modells für den NO_x -Speicherkatalysator (16) und eines gemessenen oder berechneten NO_x -Beladungszustands eine Solldauer (t_{mod}) für die NO_x -Regeneration berechnet wird und ein Verhältnis der Dauer (t_{mes}) zur Solldauer (t_{mod}) (Kontrollwert KW_t) mit vorgegebenen Grenzwerten (G_{tu} , G_{to}) verglichen wird, erreicht.

Verfahren zur Funktionsüberwachung eines in einem Abgaskanal einer Verbrennungskraftmaschine angeordneten NO_x-Sensors

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Funktionsüberwachung eines in einem Abgaskanal einer Verbrennungskraftmaschine angeordneten NO_x-Sensors mit den im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Merkmalen.

Zur Reduzierung einer Schadstoffemission von Verbrennungskraftmaschinen ist es bekannt, geeignete Katalysatoren in dem Abgaskanal anzuordnen. Einerseits können in den Katalysatoren Schadstoffe, die als Reduktionsmittel wirken können, wie CO, HC oder H₂, mit Luftsauerstoff oxidiert werden, und andererseits wird ebenfalls während eines Verbrennungsvorganges in der Verbrennungskraftmaschine gebildetes NO_x mit Hilfe der Reduktionsmittel an den Katalysatoren zu Stickstoff reduziert.

Befindet sich die Verbrennungskraftmaschine in einem verbrauchsgünstigeren Magerbetrieb, so ist der Sauerstoffanteil am Luft-Kraftstoff-Gemisch erhöht, und infolgedessen ist ein Anteil der Reduktionsmittel am Abgas verringert. Damit kann allerdings auch nicht mehr eine ausreichende Umsetzung von NO_x gewährt werden. Zur Abhilfe ist in dem Abgaskanal ein NO_x-Speicher angeordnet, der mit dem Katalysator zu einem NO_x-Speicherkatalysator zusammengefaßt werden kann. Der NO_x-Speicherkatalysator absorbiert NO_x so lange, bis entweder eine NO_x-Desorptionstemperatur überschritten oder eine NO_x-Speicherfähigkeit erschöpft ist. Vor diesem Zeitpunkt muß demnach ein Wechsel in einen Regenerationsbetrieb mit $\lambda \leq 1$ zur Regeneration des NO_x-Speicherkatalysators stattfinden, um eine NO_x-Emission zu verhindern.

Es ist bekannt, eine Regenerationsnotwendigkeit von einer stromab des NO_x-Speicherkatalysators erfaßten NO_x-Konzentration abhängig zu machen. Die NO_x-Konzentration wird mittels eines NO_x-Sensors erfaßt. Nachteilig ist hierbei jedoch, daß beim Vorliegen einer Fehlfunktion des NO_x-Sensors zu hohe NO_x-Emissionen

- 2 -

entstehen können oder durch eine verfrühte Regenerationsmaßnahme ein unnötiger Mehrverbrauch entsteht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, derartige Fehlfunktionen des NO_x-Sensors in einfacher Weise zu erfassen, um dann gegebenenfalls geeignete Gegenmaßnahmen ergreifen zu können.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch das Verfahren zur Funktionsüberwachung des NO_x-Sensors mit den in den Ansprüchen 1 und 5 genannten Merkmalen gelöst. Dadurch, daß

- (a) innerhalb eines Diagnosezeitraums anhand eines Meßsignals des NO_x-Sensors eine vom NO_x-Speicherkatalysator absorbierte NO_x-Masse ermittelt wird,
- (b) gleichzeitig anhand eines Modells für den NO_x-Speicherkatalysator eine absorbierte NO_x-Sollmasse berechnet wird und
- (c) ein Verhältnis der NO_x-Masse zur NO_x-Sollmasse (Kontrollwert KW_n) mit einem unteren Grenzwert G_{nu} oder einem oberen Grenzwert G_{no} verglichen wird,

oder dadurch, daß

- (a) eine Dauer t_{mes} für eine vollständige NO_x-Regeneration des NO_x-Speicherkatalysators erfaßt wird,
- (b) anhand eines Modells für den NO_x-Speicherkatalysator und einem gemessenen oder berechneten NO_x-Beladungszustand eine Solldauer t_{mod} für die NO_x-Regeneration berechnet wird und
- (c) ein Verhältnis der Dauer t_{mes} zur Solldauer t_{mod} (Kontrollwert KW_t) mit einem unteren Grenzwert G_{tw} oder einem oberen Grenzwert G_{to} verglichen wird,

kann in einfacher Weise die Funktionsüberwachung des NO_x-Sensors erfolgen.

- 3 -

In einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens werden beim Überschreiten des Kontrollwertes KW_n beziehungsweise KW_t über die oberen Grenzwerte G_{no} , G_{to} oder beim Unterschreiten der unteren Grenzwerte G_{nu} , G_{tu} Wartungssignale erzeugt. Nach dem Auftreten eines solchen Wartungssignales kann dann durch geeignete Wartungsmaßnahmen der Fehler behoben werden, oder es wird gegebenenfalls der NO_x -Sensor ausgetauscht.

Weiterhin ist vorteilhaft, den Diagnosezeitraum derart festzulegen, daß er unmittelbar nach einer vollständigen NO_x -Regeneration des NO_x -Speicherkatalysators und einem Wechsel in den Magerbetrieb der Verbrennungskraftmaschine beginnt. Vorteilhafterweise endet der Diagnosezeitraum nach einer Feststellung der Regenerationsnotwendigkeit des NO_x -Speicherkatalysators oder mit einem Wechsel in den Regenerationsbetrieb.

Die Funktionsüberwachung des NO_x -Sensors sollte in bevorzugter Weise nur dann stattfinden, wenn ein weitestgehend konstant verlaufender Magerbetrieb in der Verbrennungskraftmaschine detektiert wurde. Auf diese Weise können die schwer zu berücksichtigenden Einflüsse eines dynamischen Betriebes der Verbrennungskraftmaschine auf das Speicherkatalysatormodell vermieden werden.

Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den übrigen, in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

Die Erfindung wird nachfolgend in einem Ausführungsbeispiel anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Anordnung einer Verbrennungskraftmaschine mit einem NO_x -Speicherkatalysator und einem NO_x -Sensor und

Figur 2 ein Blockschaltbild für eine Funktionsüberwachung des NO_x -Sensors gemäß dem Ausführungsbeispiel.

Die Figur 1 zeigt eine Anordnung einer Verbrennungskraftmaschine 10, die in einem Abgaskanal 12 einen Vorkatalysator 14 und einen NO_x -Speicherkatalysator 16

- 4 -

aufweist. Der Vorkatalysator 14 und der NO_x-Speicherkatalysator 16 dienen zur Minderung einer Schadstoffemission der Verbrennungskraftmaschine 10.

Üblicherweise weisen dazu die Katalysatoren 14, 16 Katalysatorkomponenten auf, die eine Oxidation von gebildeten Reduktionsmitteln, wie CO, HC oder H₂, mit Luftsauerstoff ermöglichen. Zumindest der NO_x-Speicherkatalysator 16 weist eine Katalysatorkomponente auf, die eine Reduktion von ebenfalls während eines Verbrennungsvorganges eines Luft-Kraftstoff-Gemisches gebildetem NO_x mittels der Reduktionsmittel ermöglicht. Befindet sich die Verbrennungskraftmaschine 10 allerdings in einem Magerbetrieb, so reicht in der Regel ein Anteil der Reduktionsmittel am Abgas nicht aus, um eine hinreichend hohe Umsetzung von NO_x zu gewähren. Im Magerbetrieb wird daher durch eine Speicherkomponente des NO_x-Speicherkatalysators 16 das NO_x als Nitrat absorbiert.

Die Absorption des NO_x kann nur so lange erfolgen, bis entweder eine NO_x-Desorptionstemperatur überschritten wird oder eine NO_x-Speicherfähigkeit erschöpft ist. Vor diesem Zeitpunkt muß demnach ein Wechsel in einen Regenerationsbetrieb mit $\lambda \leq 1$ stattfinden, um eine NO_x-Regeneration zu ermöglichen. Ausschlaggebend für eine Regenerationsnotwendigkeit kann dabei in bekannter Weise eine durch den NO_x-Sensor 18 erfaßte NO_x-Konzentration beziehungsweise NO_x-Emission sein. Ein entsprechendes Meßsignal wird dazu beispielsweise an ein Motorsteuergerät 20 weitergeleitet, dort ausgewertet und zur Steuerung eines Arbeitsmodus der Verbrennungskraftmaschine 10 verwendet.

Die Figur 2 zeigt ein Blockschaltbild, mit dem eine Funktionsüberwachung des NO_x-Sensors 18 während eines dynamischen Betriebes der Verbrennungskraftmaschine 10 gemäß diesem Ausführungsbeispiel erfolgen kann. In einem Schritt S1 wird zunächst erfaßt, ob eine vollständige NO_x-Regeneration des NO_x-Speicherkatalysators 16 durchgeführt wurde. Ist dies nicht der Fall, so wird die Funktionsüberwachung des Sensors 18 abgebrochen (Schritt S2).

Mit Beginn des Magerbetriebs (Schritt S3) startet gleichzeitig eine Ermittlung einer in den NO_x-Speicherkatalysator 16 eingelagerten NO_x-Masse. Dazu wird zum einen während eines vorgegebenen Diagnosezeitraums mittels des NO_x-Sensors 18 die NO_x-Konzentration stromab des NO_x-Speicherkatalysators 16 erfaßt und aufsummiert und

- 5 -

anschließend von einer gemessenen oder berechneten NO_x -Rohemission der Verbrennungskraftmaschine 10 abgezogen. Zum anderen wird mit Hilfe bekannter Modelle des NO_x -Speicherkatalysators 16 und anhand der NO_x -Rohemission eine absorbierte NO_x -Sollmasse berechnet. Die NO_x -Sollmasse entspricht maximal einer NO_x -Masse, die von einem frischen NO_x -Speicherkatalysator 16 absorbiert werden kann.

In einem Schritt S4 wird kontinuierlich überprüft, ob sich die Verbrennungskraftmaschine 10 während des Diagnosezeitraums in einem konstant verlaufenden Magerbetrieb befindet. Bei Störungen infolge dynamischer Vorgänge, beispielsweise durch ein Wechseln in einen Homogenbetrieb oder eine Schubabschaltung, ist die für den Diagnosezeitraum berechnete NO_x -Sollmasse besonders fehlerbehaftet, und es erfolgt daher ein Abbruch der Funktionsüberwachung (Schritt S5). Vorzugsweise wird der Diagnosezeitraum derart festgelegt, daß er - wie bereits erläutert - mit dem Wechsel in den Magerbetrieb (Schritt S3) beginnt und so lange fortgeführt wird, bis eine Regenerationsnotwendigkeit detektiert wird (Schritt S6).

Eine derartige Regenerationsnotwendigkeit kann beispielsweise über den NO_x -Sensor 18 in Form einer Schwellenemission für NO_x detektiert werden. Nachdem die Regenerationsnotwendigkeit vorliegt, wird ein Wechsel in den Regenerationsbetrieb mit $\lambda \leq 1$ initiiert (Schritt S7). Gleichzeitig wird ein Zeitzähler gestartet, mit dem eine Dauer t_{mes} für eine vollständige NO_x -Regeneration ermittelt werden soll.

Aus einem Verhältnis der über den NO_x -Sensor 18 für den NO_x -Speicherkatalysator 16 ermittelten absorbierten NO_x -Masse und der NO_x -Sollmasse wird in einem Schritt S8 ein Kontrollwert KW_n gebildet. Überschreitet der Kontrollwert KW_n in einem Schritt S9 einen oberen Grenzwert G_{n0} oder unterschreitet einen unteren Grenzwert G_{nU} , so liegt ein Defekt des NO_x -Sensors 18 vor und ein Wartungssignal wird erzeugt (Schritt S10). Der obere Grenzwert GW_0 wird üblicherweise derart gewählt, daß er ein Verhältnis der über den NO_x -Sensor 18 ermittelten NO_x -Masse zu der NO_x -Sollmasse in einem frischen NO_x -Speicherkatalysator 16 wiedergibt.

Ist der Kontrollwert KW_n zwischen den beiden Grenzwerten G_{nU} , G_{n0} , so kann in einem Schritt S11 geprüft werden, ob die NO_x -Regeneration vollständig durchgeführt wurde. Dazu eignet sich beispielsweise eine Lambdasonde 22, die stromab des NO_x -

- 6 -

Speicherkatalysators 16 angeordnet ist. Gegen Ende der NO_x -Regeneration sinkt der Lambdawert deutlich ab, und es kann beispielsweise durch Vorgabe eines geeigneten Schwellenwertes ein Stoppsignal für den Zeitähler gesetzt werden (Schritt S13). Wird die NO_x -Regeneration vorzeitig unterbrochen, erfolgt auch hier ein Abbruch der Funktionsüberwachung des NO_x -Sensors 18 (Schritt S12).

Mit Hilfe des Speicherkatalysatormodells wird aus einem gemessenen oder berechneten NO_x -Beladungszustand eine Solldauer t_{mod} für die NO_x -Regeneration berechnet. Ein Verhältnis der Dauer t_{mes} zur Solldauer t_{mod} liefert einen Kontrollwert KW_t (Schritt S14). Der Kontrollwert KW_t wird mit einem oberen Grenzwert G_{t0} oder einem unteren Grenzwert G_{tu} in einem Schritt S15 verglichen. Überschreitet der Kontrollwert KW_t den oberen Grenzwert G_{t0} oder unterschreitet den unteren Grenzwert G_{tu} , so liegt ein Sensordefekt vor, und es wird ein Wartungssignal erzeugt (Schritt S16). Ist dies nicht der Fall, so kann ein neuer Zyklus der Funktionsüberwachung, beginnend mit dem Schritt S3, eingeleitet werden. Der obere Grenzwert G_{t0} wird wiederum derart gewählt, daß er ein Verhältnis der Dauer t_{mes} zur Solldauer t_{mod} in einem frischen NO_x -Speicherkatalysator 16 wiedergibt.

Auch wird die Sensor-Plausibilität dahingehend geprüft, ob sich zum Beispiel mit schlechterem Einspeicherverhalten des Katalysators nicht nur eine geringere gemessene Füllung ergibt, sondern sich gleichzeitig auch in entsprechendem Maße die benötigte gemessene Regenerationszeit verringert.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Funktionsüberwachung eines in einem Abgaskanal einer Verbrennungskraftmaschine angeordneten NO_x -Sensors, der stromab eines NO_x -Speicherkatalysators angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß
 - (a) innerhalb eines Diagnosezeitraums anhand eines Meßsignals des NO_x -Sensors (18) eine vom NO_x -Speicherkatalysator (16) absorbierte NO_x -Masse ermittelt wird,
 - (b) gleichzeitig anhand eines Modells für den NO_x -Speicherkatalysator (16) eine absorbierte NO_x -Sollmasse berechnet wird und
 - (c) ein Verhältnis der NO_x -Masse zur NO_x -Sollmasse (Kontrollwert KW_n) mit einem unteren Grenzwert (G_{nu}) oder einem oberen Grenzwert (G_{no}) verglichen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß beim Überschreiten des Kontrollwertes (KW_n) über den oberen Grenzwert (G_{no}) oder beim Unterschreiten des unteren Grenzwertes (G_{nu}) ein Wartungssignal erzeugt wird.
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Diagnosezeitraum unmittelbar nach einer vollständigen NO_x -Regeneration des NO_x -Speicherkatalysators (16) und einem Wechsel in einen Magerbetrieb der Verbrennungskraftmaschine (10) beginnt.

4. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Diagnosezeitraum nach einer Feststellung einer Regenerationsnotwendigkeit des NO_x -Speicherkatalysators (16) oder mit einem Wechsel in einen Regenerationsbetrieb endet.
5. Verfahren zur Funktionsüberwachung eines in einem Abgaskanal einer Verbrennungskraftmaschine angeordneten NO_x -Sensors, der stromab eines NO_x -Speicherkatalysators angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß
 - (a) eine Dauer (t_{mes}) für eine vollständige NO_x -Regeneration des NO_x -Speicherkatalysators (16) erfaßt wird,
 - (b) anhand eines Modells für den NO_x -Speicherkatalysator (16) und einem gemessenen oder berechneten NO_x -Beladungszustand eine Solldauer (t_{mod}) für die NO_x -Regeneration berechnet wird und
 - (c) ein Verhältnis der Dauer (t_{mes}) zur Solldauer (t_{mod}) (Kontrollwert KW_t) mit einem unteren Grenzwert (G_{tu}) oder einem oberen Grenzwert (G_{to}) verglichen wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, daß
beim Überschreiten des Kontrollwertes (KW_t) über den oberen Grenzwert (G_{to}) oder beim Unterschreiten des unteren Grenzwertes (G_{tu}) ein Wartungssignal erzeugt wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
eine Funktionsüberwachung des NO_x -Sensors (18) lediglich nach einem weitestgehend konstant verlaufenden Magerbetrieb erfolgt.

1/2

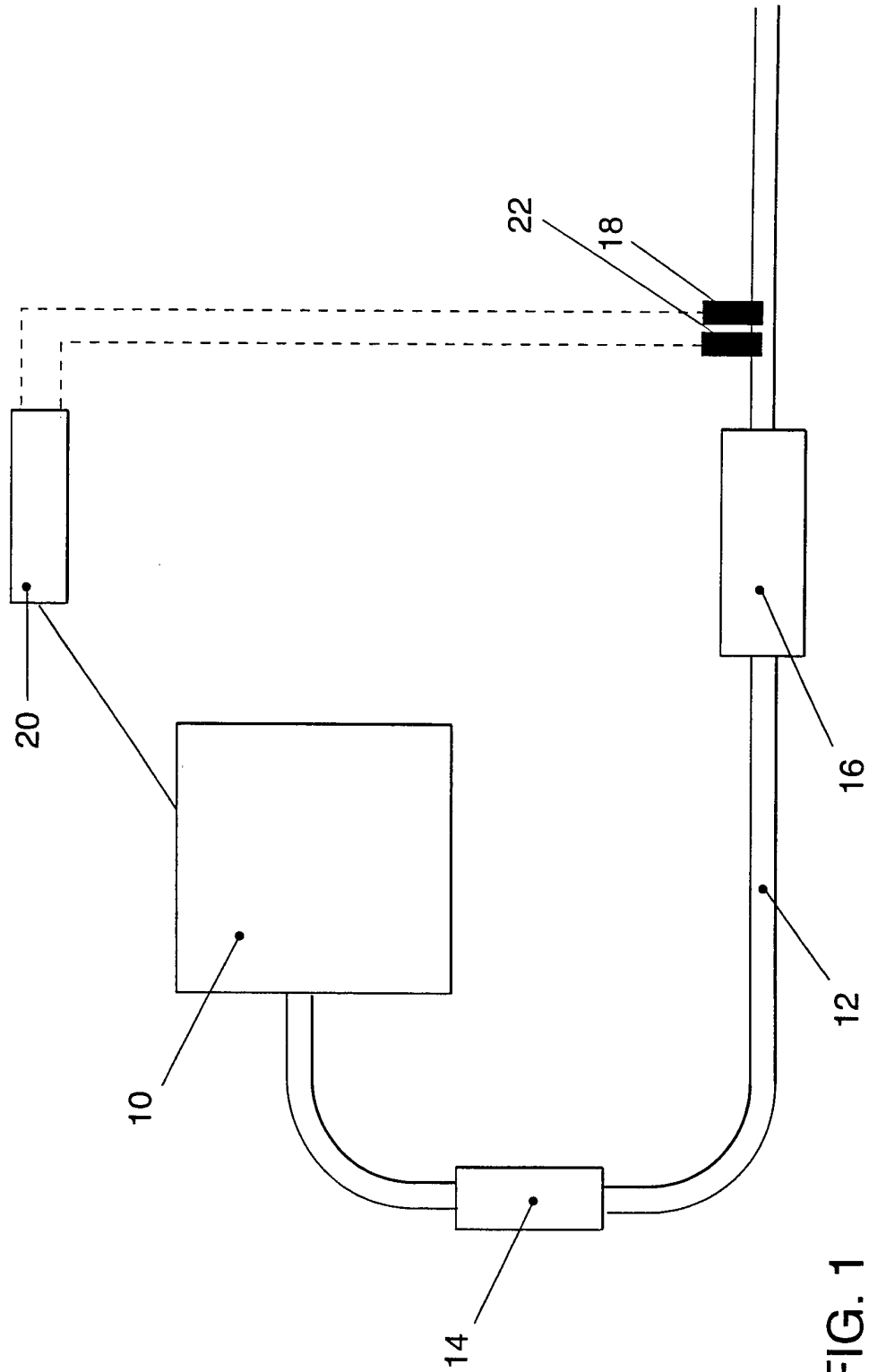


FIG. 1

2/2

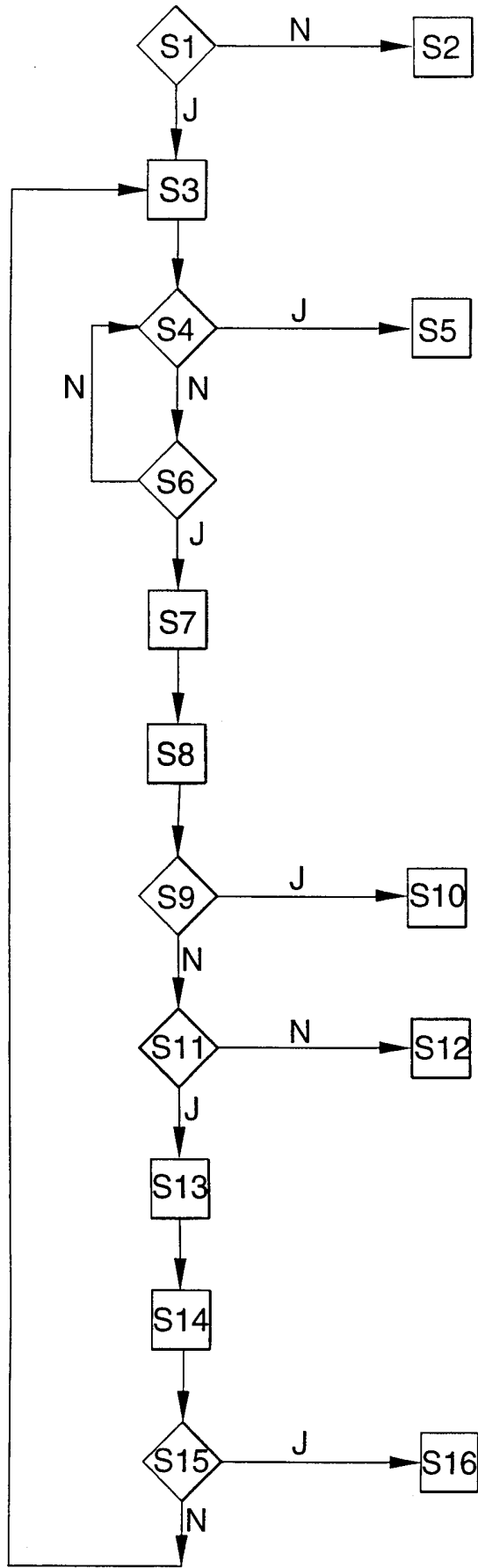


FIG.2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat	Application No
PCT/EP 00/09071	

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 F02D41/14 F02D41/02

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)

IPC 7 F02D F01N

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)

WPI Data, PAJ, 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	US 5 426 934 A (HUNT FRANK W ET AL) 27 June 1995 (1995-06-27) column 7, line 10 -column 8, line 15; figures 5-9	1,2,5,6
A	EP 0 916 941 A (NGK SPARK PLUG CO) 19 May 1999 (1999-05-19) abstract; figure 2	1,5
A	US 5 797 384 A (MAKI HIDETAKA ET AL) 25 August 1998 (1998-08-25)	
P,A	DE 198 23 921 A (SIEMENS AG) 2 December 1999 (1999-12-02) abstract; claim 1; figure 1	1

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in 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

12 January 2001

Date of mailing of the international search report

22/01/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Sideris, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Internat.	Application No
PCT/EP 00/09071	

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 5426934	A	27-06-1995		DE 4402850 A JP 7071234 A	18-08-1994 14-03-1995
EP 0916941	A	19-05-1999		JP 11258194 A JP 11218517 A JP 11218516 A	24-09-1999 10-08-1999 10-08-1999
US 5797384	A	25-08-1998		JP 8232727 A US 5931143 A	10-09-1996 03-08-1999
DE 19823921	A	02-12-1999		WO 9961770 A	02-12-1999

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internat es Aktenzeichen

PCT/EP 00/09071

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 F02D41/14 F02D41/02		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 F02D F01N		
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) WPI Data, PAJ, EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 426 934 A (HUNT FRANK W ET AL) 27. Juni 1995 (1995-06-27) Spalte 7, Zeile 10 -Spalte 8, Zeile 15; Abbildungen 5-9 ---	1,2,5,6
A	EP 0 916 941 A (NGK SPARK PLUG CO) 19. Mai 1999 (1999-05-19) Zusammenfassung; Abbildung 2 ---	1,5
A	US 5 797 384 A (MAKI HIDETAKA ET AL) 25. August 1998 (1998-08-25) ---	
P,A	DE 198 23 921 A (SIEMENS AG) 2. Dezember 1999 (1999-12-02) Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildung 1 -----	1
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen		
<input checked="" type="checkbox"/> 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		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
12. Januar 2001		22/01/2001
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Sideris, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/09071

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5426934 A	27-06-1995	DE 4402850 A JP 7071234 A	18-08-1994 14-03-1995
EP 0916941 A	19-05-1999	JP 11258194 A JP 11218517 A JP 11218516 A	24-09-1999 10-08-1999 10-08-1999
US 5797384 A	25-08-1998	JP 8232727 A US 5931143 A	10-09-1996 03-08-1999
DE 19823921 A	02-12-1999	WO 9961770 A	02-12-1999