



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 17 455 B4** 2010.01.07

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **102 17 455.5**
(22) Anmeldetag: **19.04.2002**
(43) Offenlegungstag: **06.11.2003**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **07.01.2010**

(51) Int Cl.⁸: **F01N 9/00** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
AUDI AG, 85057 Ingolstadt, DE

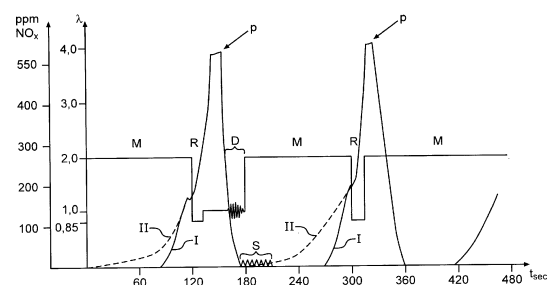
(72) Erfinder:
Rieger, Thomas, Dipl.-Ing., 85139 Wettstetten, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	198 30 829	C1
DE	198 24 915	C1
DE	195 37 363	C2
DE	199 10 664	A1
DE	198 51 319	A1
DE	195 45 169	A1
DE	101 14 456	A1
DE	100 01 310	A1
DE	198 44 178	A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Betrieb eines NO_x-Adsorbers sowie NO_x-Adsorber-Steuerung**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Betrieb eines NO_x-Adsorbers eines Verbrennungsmotors, bei dem in einer Schichtladephase Stickoxide (NO_x) in dem NO_x-Adsorber eingelagert werden, das Erreichen der Ladekapazität des NO_x-Adsorbers mittels eines NO_x-Sensors stromab des NO_x-Adsorbers ermittelt wird, nach Erreichen der Ladekapazität eine Regenerationsphase durchgeführt wird, in der die Stickoxide (NO_x) durch Betrieb des Verbrennungsmotors mit fettem Luftverhältnis aus dem NO_x-Adsorber ausgetrieben und umgewandelt werden, wonach sich eine neue Schichtladephase anschließt, wobei mindestens eine Diagnose durchgeführt wird, wobei die Diagnose in einer Phase durchgeführt wird, in der der Verbrennungsmotor für einen vorgegebenen Zeitraum mit einem Luftverhältnis im Bereich von $\lambda = 1,0$ betrieben wird, wobei das Luftverhältnis in dieser Phase periodisch zwischen einem oberen und einem unteren Diagnoseluftverhältnis variiert wird, wobei in der Diagnose das Ausgangssignal des NO_x-Sensors analysiert wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Diagnose aufgrund periodischer Schwankungen des Ausgangssignals des NO_x-Sensors erfolgt, die einen defekten NO_x-Adsorber anzeigen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines NO_x -Adsorbers sowie eine NO_x -Adsorber-Steuerung.

[0002] Aus der Praxis sind Motoren mit Benzin-Direkteinspritzung bekannt. Bei diesen erfolgt die Benzineinspritzung derart, daß der Motor phasenweise in einem Magerbetrieb ($\lambda > 1,5$) und phasenweise in einem Fettbetrieb ($\lambda = 0,8 - 0,9$) betrieben wird. Der Magerbetrieb, welcher sich durch einen geringen Kraftstoffverbrauch auszeichnet, hat den Nachteil, daß ein 3-Wege-Katalysator nicht in der Lage ist, in diesem Magerbetrieb anfallende Stickoxide (NO_x) zu konvertieren. Um den Ausstoß von NO_x zu minimieren werden daher NO_x -Adsorber verwendet, die in der Lage sind Stickoxide zurückzuhalten, bis in einem auf den Magerbetrieb folgenden Fettbetrieb bei vorhandenem Kohlenmonoxid (CO) der NO_x -Adsorber regeneriert wird.

[0003] Für Personenkraftwagen derzeit bekannte NO_x -Adsorber sind in der Lage, die Stickoxide zu speichern, die während Magerbetriebsphasen von ca. 20 s bis 120 s Dauer entstehen. Danach ist eine Regeneration erforderlich, um zu verhindern, daß NO_x im ungewollter Weise freigesetzt wird. Für die Funktion eines Kraftfahrzeuges mit NO_x -Adsorber ist es daher von großer Bedeutung, den Funktionszustand des NO_x -Adsorbers zu überwachen. Wesentliche Faktoren sind dabei die Speicherkapazität des NO_x -Adsorbers, die durch Schädigung des NO_x -Adsorbers absinken kann, zu überwachen sowie die Frage, ob die aktuell verfügbare Speicherkapazität bereits erschöpft ist, um zeitnah bei Erreichen der aktuell verfügbare Speicherkapazität in einen regenerierenden Fettbetrieb übergehen zu können.

[0004] Aus der Praxis ist bekannt, zur Überwachung des Funktionszustandes eines 3-Wege-Katalysators eine Lambda-Sonde zu verwenden und die Amplituden der Signale zu vergleichen.

[0005] Aus DE 195 45 169 A1 ist ein erstes Verfahren zur Funktionsüberwachung eines Adsorbers für unvollständig verbrannte Kohlenwasserstoffe (HC-Adsorber) bekannt, welches HC-Sensoren oder Breitband-Lambda-Sonden verwendet, die stromauf sowie stromab des HC-Adsorbers angeordnet sind. Dabei werden Signal-Differenzwerte zwischen den stromauf und stromab liegenden Sensoren bzw. Sonden während der Adsorptionsphase aufintegriert, wobei das Verfehlen eines vorgegebenen Mindestsummenwertes als Indikator für einen mangelhaft arbeitenden Adsorber verwendet wird.

[0006] Aus DE 195 45 169 A1 ist ferner ein zweites Verfahren zur Funktionsüberwachung eines Adsorbers für unvollständig verbrannte Kohlenwasserstoff-

fe (HC-Adsorber) bekannt, welches zwei Sprung-Lambda-Sonden verwendet, wobei die Abgaszusammensetzung über der Zeit gezielt verändert wird, so daß Sprungsignale sowohl der stromaufwärtigen als auch der stromabwärtigen Lambda-Sonde erzeugt werden. Eine gewisse Mindestzeitspanne zwischen diesen Sprungsignalen deutet auf einen fehlerfrei arbeitenden Adsorber hin.

[0007] DE 195 37 363 C2 beschreibt eine Vorrichtung zur Überwachung des Betriebsverhaltens von HC-Adsorbern, bei dem mit Sensoren Meßwerte ermittelt werden, die die Menge aus dem Abgasstrom während des Kaltstartes entfernter Kohlenwasserstoffmoleküle anzeigen. Diese Meßwerte werden gesammelt und als Referenzwerte gespeichert, um während der Lebensdauer eines HC-Adsorbers dessen aktuelle Leistungsfähigkeit mit seiner früheren vergleichen zu können.

[0008] Darüber hinaus ist es aus der DE 198 44 178 A1, von der der Oberbegriff des Anspruchs 1 ausgeht, bekannt, zur Diagnose eines NO_x -Speicherkatalysators in einer ersten Phase einen Motor mit Lambda größer als Eins und in einer zweiten Phase mit Lambda kleiner als Eins zu betreiben. Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass zwischen der ersten und der zweiten Phase periodisch gewechselt wird. Ist der NO_x -Speicherkatalysator intakt, sollte ein hinter dem NO_x -Speicherkatalysator angeordneter Sensor, innerhalb einer vorgegebenen Zeit auf einen so erzeugten Sauerstoffmangel durch ein Sensorsignal reagieren. Es wird also die Reaktionszeit ausgewertet, um eine Diagnose zu stellen.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Verfahren zum Betrieb eines NO_x -Adsorbers sowie eine verbesserte NO_x -Adsorber-Steuerung zur Verfügung zu stellen.

[0010] Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß mit den Merkmalen der Ansprüche 1 bzw. 4.

[0011] Gemäß der Erfindung ist bei einem Verfahren zum Betrieb eines NO_x -Adsorbers eines Verbrennungsmotors, bei dem mindestens eine Diagnose durchgeführt wird, wobei die Diagnose in einer Phase durchgeführt wird, in der der Verbrennungsmotor für einen vorgegebenen Zeitraum mit einem Luftverhältnis im Bereich von $\lambda = 1,0$ betrieben wird, wobei das Luftverhältnis in dieser Phase periodisch zwischen einem oberen und einem unteren Diagnoseluftverhältnis variiert wird, wobei in der Diagnose das Ausgangssignal des NO_x -Sensors analysiert wird, vorgesehen, dass die Diagnose aufgrund periodischer Schwankungen des Ausgangssignals des NO_x -Sensors erfolgt, die einen defekten NO_x -Adsorber anzeigen. Dadurch, daß bei dem Verfahren die beschriebene Diagnose durchgeführt wird, kann sichergestellt

werden, daß die Umwelt nicht durch Abgase unbeabsichtigt verschmutzt wird, da die Funktion des NO_x -Adsorbers überwacht wird.

[0012] Vorzugsweise wird die Diagnose im Anschluß an eine Regenerationsphase, vorzugsweise 5 bis 20 s nach einer Regenerationsphase durchgeführt, wobei es nicht erforderlich ist, im Anschluß an jede Regenerationsphase eine Diagnose durchzuführen. Vielmehr wird die Diagnose bevorzugt dann durchgeführt, wenn der Verbrennungsmotor last- und fahrsituationsbedingt ohnehin mit einem Luftverhältnis im Bereich von $\lambda = 1,0$ betrieben wird.

[0013] Das erfindungsgemäße Verfahren ist insbesondere dann vorteilhaft einsetzbar, wenn der Verbrennungsmotor in der Schichtladephase mit einem mageren Luftverhältnis, vorzugsweise mit $\lambda = 1,2$ bis 4,0 betrieben wird. Bei einem solchen Verfahren ist der Kraftstoffverbrauch äußerst gering.

[0014] Das erfindungsgemäße Verfahren wird gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung mit einer NO_x -Adsorber-Steuervorrichtung durchgeführt, die sich durch ein Diagnosemodul auszeichnet, welches Steuerbefehle zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3 ausgibt.

[0015] Vorzugsweise wird dabei durch Frequenzanalyse festgestellt, ob der NO_x -Adsorber einwandfrei arbeitet. Die Frequenzanalyse wird vorzugsweise mit einem Tiefpaßfilter und Betragsbildung durchgeführt.

[0016] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie aus der Beschreibung im Zusammenhang mit der Zeichnung.

[0017] In der Figur ist das Luftverhältnis λ während der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betrieb eines NO_x -Adsorber dargestellt.

[0018] Die Figur zeigt das Luftverhältnis λ eines Motors mit Benzin-Direkteinspritzung während gleichmäßiger Fahrt. Dabei beginnt das Diagramm mit einer etwa 120 Sekunden dauernden Magerbetriebsphase M (Schichtladephase) mit einem Luftverhältnis von $\lambda = 2,0$, wobei in dieser Phase Stickoxyde (NO_x) in dem NO_x -Adsorber eingelagert werden. Im Anschluß an diese Phase erfolgt eine Regenerationsphase R von etwa 5 Sekunden Dauer, in welcher bei einem fetten Luftgemisch mit $\lambda = 0,85$ der NO_x -Adsorber regeneriert wird.

[0019] Anschließend wird das Luftverhältnis in den Bereich $\lambda = 1,0$ gebracht, woraufhin dann das Luftverhältnis λ periodisch um dieses Luftverhältnis $\lambda = 1,0$ pendelnd geführt ist. In dieser Phase, die eine Diagnosephase D ist, wird an einem NO_x -Sensor dessen Sensorsignal überprüft, um festzustellen, ob die-

ses Schwankungen unterliegt. Liegen Schwankungen vor, arbeitet der NO_x -Adsorber nicht einwandfrei. Sollte jedoch der NO_x -Sensor ein Sensorsignal ohne Schwankungen liefern, ist dies ein Zeichen dafür, daß der NO_x -Adsorber NO_x einlagert und somit einwandfrei arbeitet.

[0020] Nach Durchführung der Diagnose kann der Motor wieder mit Magerbetriebsphasen M und Regenerationsphasen R betrieben werden.

[0021] Neben λ ist in der Figur der NO_x -Anteil im Abgas eingetragen, der sich bei intaktem NO_x -Adsorber (durchgezogene Linie I) und bei nicht – intaktem, defektem NO_x -Adsorber (gestrichelte Linie II) einstellt. Der NO_x -Anteil ist in der Figur gleichbedeutend mit dem NO_x -Sensorsignal. Es ist erkennbar, daß bei einem defekten NO_x -Adsorber in der Schichtladephase (Magerbetriebsphase M) große Mengen NO_x freigesetzt werden. Ferner ist erkennbar, daß sich ein defekter NO_x -Adsorber durch das Schwingen des Sensorsignales (Phase S) während und im Anschluß an die Diagnosephase D ermitteln läßt.

[0022] Nur der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, daß die Spitzenwerte P, die die Figur für ppm NO_x anzeigt, daher resultieren, daß bei $\lambda < 1,0$ NH_3 im Abgas enthalten ist, was vom NO_x -Sensor wie NO_x gewertet wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines NO_x -Adsorbers eines Verbrennungsmotors, bei dem in einer Schichtladephase Stickoxide (NO_x) in dem NO_x -Adsorber eingelagert werden, das Erreichen der Ladekapazität des NO_x -Adsorbers mittels eines NO_x -Sensors stromab des NO_x -Adsorbers ermittelt wird, nach Erreichen der Ladekapazität eine Regenerationsphase durchgeführt wird, in der die Stickoxide (NO_x) durch Betrieb des Verbrennungsmotors mit fettem Luftverhältnis aus dem NO_x -Adsorber ausgetrieben und umgewandelt werden, wonach sich eine neue Schichtladephase anschließt, wobei mindestens eine Diagnose durchgeführt wird, wobei die Diagnose in einer Phase durchgeführt wird, in der der Verbrennungsmotor für einen vorgegebenen Zeitraum mit einem Luftverhältnis im Bereich von $\lambda = 1,0$ betrieben wird, wobei das Luftverhältnis in dieser Phase periodisch zwischen einem oberen und einem unteren Diagnoseluftverhältnis variiert wird, wobei in der Diagnose das Ausgangssignal des NO_x -Sensors analysiert wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Diagnose aufgrund periodischer Schwankungen des Ausgangssignals des NO_x -Sensors erfolgt, die einen defekten NO_x -Adsorber anzeigen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Diagnose im Anschluß an eine Re-

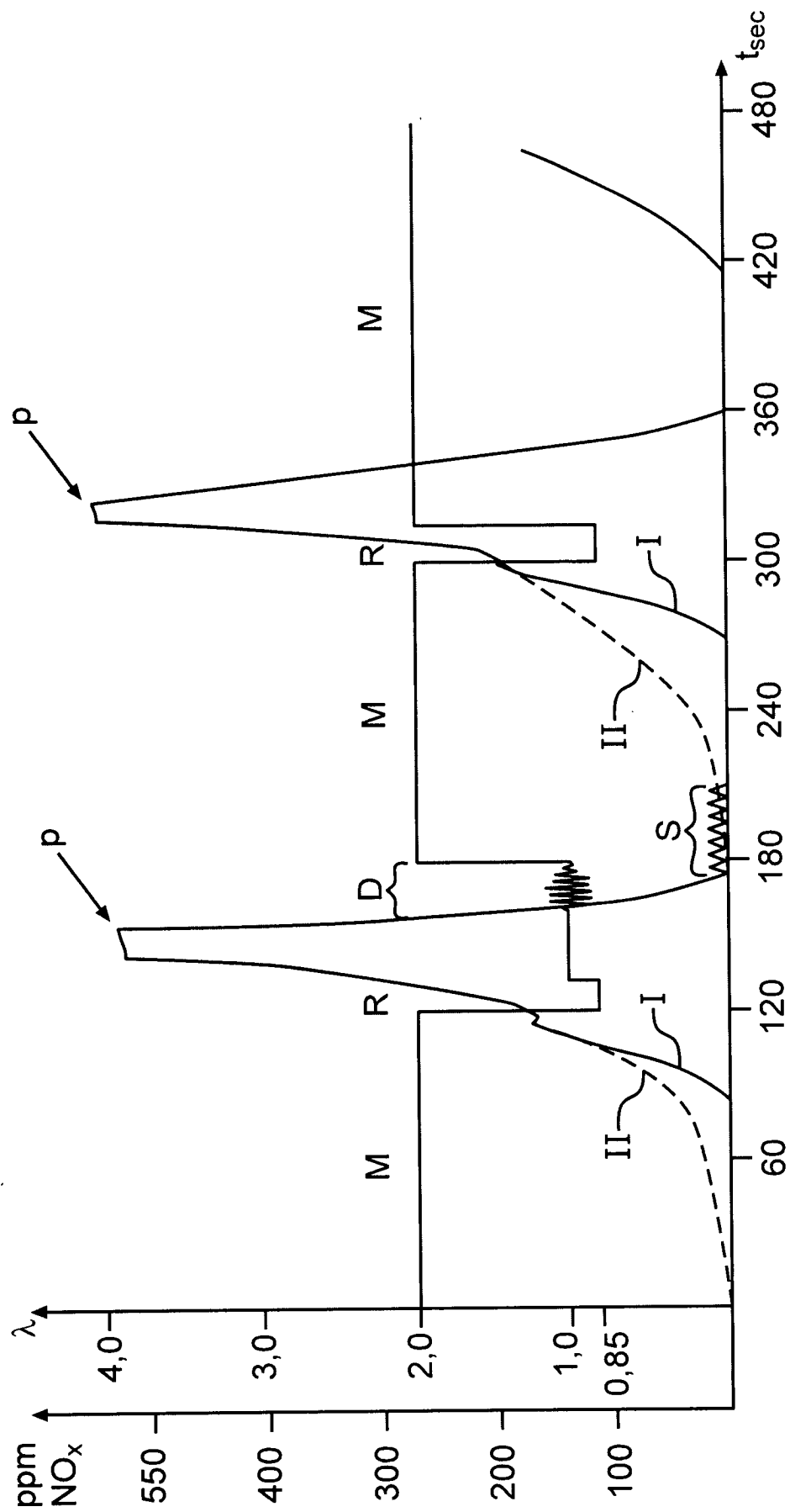
generationsphase, vorzugsweise 5 bis 20 s nach einer Regenerationsphase durchgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbrennungsmotor in der Schichtladephase mit einem mageren Luftverhältnis, vorzugsweise mit $\lambda = 1,2$ bis 4,0 betrieben wird.

4. NO_x-Adsorber-Steuervorrichtung, gekennzeichnet durch ein Diagnosemodul, welches Steuerbefehle zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3 ausgibt.

5. NO_x-Adsorber-Steuervorrichtung nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch ein Auswertemodul, welches durch Frequenzanalyse feststellt, ob der NO_x-Adsorber einwandfrei arbeitet.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen



Figur