



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 021 193 A1** 2004.12.23

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 021 193.0**

(22) Anmeldetag: **29.04.2004**

(43) Offenlegungstag: **23.12.2004**

(51) Int Cl.7: **F01N 9/00**
F01N 11/00

(30) Unionspriorität:
10/430998 07.05.2003 US

(71) Anmelder:
Ford Global Technologies, LLC, Dearborn, Mich., US

(74) Vertreter:
Bonsmann & Bonsmann Patentanwälte, 41063 Mönchengladbach

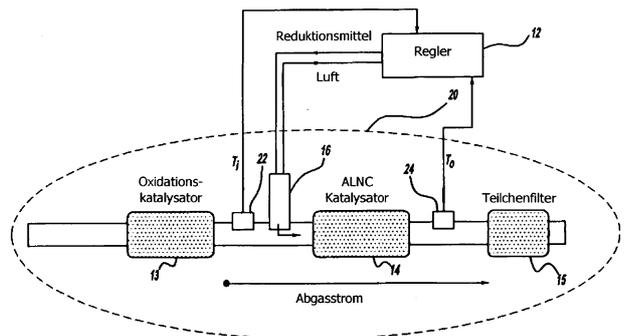
(72) Erfinder:
Lewis, Woodrow Jun., Ypsilanti, Mich., US;
Nieuwstadt, Michiel J. van, Ann Arbor, Mich., US

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtungen zur Diagnose von Abgasnachbehandlungssystemen**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur genauen Diagnose der Verschlechterung eines Emissionskontrollsystems (20) bei einer Brennkraftmaschine mit Magerverbrennung beschrieben. Das Emissionskontrollsystem (20) enthält einen aktiven NO_x-Magerbetrieb-Katalysator (ALNC) und ein System (16) zur Injektion eines kohlenwasserstoffbasierten Reduktionsmittels in den ALNC (14), wodurch dessen NO_x-Konversionseffizienz verbessert wird. Gemäß dem Verfahren wird die Änderungsrate einer Exothermen über den ALNC (14) berechnet und zwischen einer Verschlechterung des ALNC und einer Verschlechterung des Reduktionsmittel-Injektionssystems (16) unterschieden, basierend auf der Größe und dem Vorzeichen der Änderungsrate der Exothermen. Sobald die Diagnose der Verschlechterung erfolgt ist und die verschlechterte Komponente identifiziert wurde, werden geeignete Korrekturmaßnahmen wie etwa eine Anpassung oder Unterbrechung der Reduktionsmittelinjektion und das Setzen eines Diagnosecodes eingeleitet.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Verfahren und Vorrichtungen zur Diagnose einer Verschlechterung eines Mager-Abgasnachbehandlungssystems, insbesondere zur Unterscheidung zwischen der Verschlechterung eines Aktiven NO_x Magerbetrieb-Katalysators (ALNC) und eines Reduktionsmittelinjektionssystems für den ALNC.

Stand der Technik

[0002] Derzeitige Vorschriften zur Emissionsbegrenzung machen die Verwendung von Katalysatoren im Abgassystem von Kraftfahrzeugen erforderlich, um Kohlenmonoxid (CO), Kohlenwasserstoffe (HC) und Stickstoffoxide (NO_x) umzuwandeln, die während des Motorbetriebs in unregelmäßigem Abgas erzeugt werden. Fahrzeuge, die mit einem Dieselmotor oder einem Benzinmotor mit Magerverbrennung ausgestattet sind, bieten den Vorteil einer höheren Kraftstoffökonomie. Derartige Fahrzeuge sind typischerweise mit "Mager"-Abgasnachbehandlungseinrichtungen ausgestattet wie zum Beispiel Aktiven NO_x-Magerbetrieb-Katalysatoren (ALNC: Active Lean NO_x Catalysts), welche in der Lage sind, NO_x-Emissionen kontinuierlich in einer sauerstoffreichen Umgebung zu reduzieren. Um die NO_x-Reduktion in dem ALNC zu maximieren, wird ein kohlenwasserstoffbasiertes Reduktionsmittel wie Kraftstoff über ein Reduktionsmittel-Injektionssystem dem in die Einrichtung eintretenden Abgas zugegeben. Typischerweise basiert die Menge der Reduktionsmittelinjektion auf den Betriebsbedingungen wie Motordrehzahl, Last, ALNC-Temperatur etc. Es ist wünschenswert, die Reduktionsmittel-Injektionsmengen präzise zu steuern, da eine Minderinjektion von Reduktionsmittel eine verringerte NO_x-Konversionseffizienz in dem ALNC verursachen kann, während eine Überinjektion zu einem unnötigen Kraftstoffverbrauch führt.

[0003] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wurde erkannt, dass eine Verschlechterung (degradation) des Reduktionsmittel-Injektionssystems (wie z. B. ein Leck oder eine Verstopfung der Injektoren) und eine Verschlechterung des ALNC z.B. einer Alterung oder einem Wärmeschaden eine Über- oder Minderinjektion des Reduktionsmittels verursachen können.

Aufgabenstellung

[0004] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht dementsprechend darin, Verfahren und Vorrichtungen zur Diagnose einer Verschlechterung eines Mager-Abgasnachbehandlungssystems zu schaffen.

[0005] Die Lösung der vorgenannten Aufgabe erfolgt

gemäß den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Patentansprüchen beschrieben.

[0006] Im Rahmen der Erfindung wurde erkannt, dass, wenn der ALNC eine bestimmte Betriebstemperatur erreicht hat, die Injektion von Reduktionsmittel aufgrund der Kohlenwasserstoffverbrennung in der Einrichtung einen Temperaturanstieg oder eine Exotherme über den ALNC erzeugt. Es wurde ferner erkannt, dass es möglich ist, sowohl die Verschlechterung im Emissionskontrollsystem zu diagnostizieren als auch die für die Verschlechterung verantwortliche Komponente durch eine Überwachung der Änderungsraten der Exothermen über den ALNC zu identifizieren.

[0007] Dementsprechend ist die vorliegende Erfindung auf ein Verfahren zur Diagnose der Verschlechterung eines Emissionskontrollsystems für eine Brennkraftmaschine mit Magerverbrennung gerichtet, wobei das System einen Aktiven NO_x Magerbetrieb-Katalysator (ALNC) enthält und ein Reduktionsmittel-Injektionssystem, welches stromaufwärts des ALNC angekoppelt ist, und wobei das Verfahren umfasst: die Berechnung der Änderungsrate einer Exothermen über den ALNC; und die Unterscheidung zwischen dem ALNC und dem Reduktionsmittel-Injektionssystem als Ursache der Verschlechterung des Emissionskontrollsystems basierend auf der genannten berechneten Änderungsrate der Exothermen.

[0008] Bei einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung umfasst das Verfahren die Bereitstellung einer Anzeige, dass das Reduktionsmittel-Injektionssystem ein Leck aufweist, falls die Änderungsrate der Exothermen größer als ein erster positiver Wert ist. Bei einer anderen Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung umfasst das Verfahren die Anpassung der Menge der Reduktionsmittelinjektion in die Einrichtung zur Kompensation des Lecks. Bei noch einer anderen Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung enthält das Verfahren die Anpassung der injizierten Reduktionsmittelmenge zur Kompensation einer verminderten Effizienz, falls die Änderungsrate der Exothermen geringer als ein erster negativer und größer als ein zweiter negativer Wert ist. Bei noch einer anderen Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung enthält das Verfahren die Abschaltung der Reduktionsmittelversorgung zum Reduktionsmittel-Injektionssystem, falls die Änderungsrate der Exothermen geringer als ein zweiter negativer Wert ist.

[0009] Die vorliegende Erfindung bietet eine Reihe von Vorteilen. Insbesondere gewährt die Überwachung der Änderungsrate der Exothermen eine genaue Anzeige der Systemverschlechterung, welche nicht anfällig für transiente Änderungen der Exother-

men aufgrund von momentanen Variationen in den Mengen des injizierten Reduktionsmittels ist. Ein anderer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht in der Möglichkeit einer Identifizierung der für die Verschlechterung des Emissionssystems verantwortlichen Komponente und in der Ergreifung geeigneter Korrekturmaßnahmen. Weiterhin verbessert eine genaue und schnelle Detektion der Verschlechterung des Emissionssystems die Kraftstoffökonomie und die Emissionsbegrenzungsmaßnahmen des Fahrzeuges.

[0010] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

[0011] Fig. 1A und 1B schematische Darstellungen eines Motors gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0012] Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Beispiels eines Emissionskontrollsystems gemäß der vorliegenden Erfindung, und

[0013] Fig. 3 (Teil 1 und Teil 2) ein abstraktes Flussdiagramm einer beispielhaften Routine zur Detektion einer Verschlechterung in einem Emissionskontrollsystem gemäß der vorliegenden Erfindung.

Ausführungsbeispiel

[0014] Eine Brennkraftmaschine **10**, welche mehrere Zylinder enthält, von denen ein Zylinder in Fig. 1 dargestellt ist, wird durch einen elektronischen Motorregler **12** kontrolliert. Der Motor **10** enthält eine Brennkammer **30** und Zylinderwände **32** mit einem darin positionierten Kolben **36**, der mit einer Pleuellwelle **40** verbunden ist. Die Brennkammer **30** kommuniziert mit einem Einlasskrümmer **44** und einem Auslasskrümmer **48** über ein entsprechendes Einlassventil **52** und Auslassventil **54**. Der Einlasskrümmer **44** enthält ferner einen daran angekoppelten Kraftstoffinjektor **80** zur Abgabe von flüssigem Kraftstoff proportional zur Pulsbreite eines Signals FPW vom Regler **12**. Sowohl die Kraftstoffmenge, die durch das Signal FPW kontrolliert wird, als auch der Injektionszeitpunkt sind anpassbar. Der Kraftstoff wird an den Kraftstoffinjektor **80** über ein Kraftstoffsystem (nicht dargestellt) mit einem Kraftstofftank, einer Kraftstoffpumpe und einem Kraftstoffverteiler (fuel rail) (nicht dargestellt) geliefert.

[0015] Der Regler **12** ist in Fig. 1 als ein herkömmlicher Mikrocomputer dargestellt, enthaltend: eine Mikroprozessoreinheit **102**, Eingabe-/Ausgabeports **104**, einen Nur-Lese-Speicher (ROM) **106**, einen Wahlzugriffsspeicher **108** (RAM) und einen herkömmlichen Datenbus. Der Regler **12** empfängt verschiedene Signale von an den Motor **10** gekoppelten Sensoren zusätzlich zu den zuvor bereits diskutierten Signalen, nämlich u.a.: die Motorkühlmitteltemperatur (ECT) von einem an einen Kühlmantel **114** gekop-

pelten Temperatursensor **112**; eine Messung des Ansaugdruckes (MAP) von einem an den Einlasskrümmer **44** gekoppelten Drucksensor **116**; eine Messung der Einlasstemperatur (AT) von einem Temperatursensor **117** sowie ein Motordrehzahlensignal (RPM) von einem an die Pleuellwelle **40** gekoppelten Motordrehzahlsensor **118**.

[0016] Ein Emissionskontrollsystem **20** ist an den Abgaskrümmer **48** gekoppelt. Es wird anhand von Fig. 2 weiter unten detaillierter beschrieben.

[0017] In Fig. 1B ist eine alternative Ausgestaltung dargestellt, bei welcher der Motor **10** als Motor mit Direktinjektion ausgebildet ist, bei dem der Injektor **80** so angeordnet ist, dass dieser Kraftstoff direkt in den Zylinder **30** injizieren kann.

[0018] Unter Bezugnahme auf Fig. 2 wird nachfolgend ein Beispiel für ein Emissionskontrollsystem gemäß der vorliegenden Erfindung beschrieben. Ein Emissionskontrollsystem **20** ist stromabwärts einer Brennkraftmaschine (nicht dargestellt) angekoppelt, wie sie z.B. in den Fig. 1A und 1B beschrieben wurde. Ein Katalysator **14** ist ein Aktiver NO_x-Magerbetrieb-Katalysator (ALNC), welcher NO_x in einer sauerstoffreichen Umgebung reduzieren kann. Ein Oxidationskatalysator **13** ist stromaufwärts des ALNC angekoppelt und kann ein (vorzugsweise Platin enthaltender) Edelmetallkatalysator sein. Der Oxidationskatalysator verbrennt exotherm Kohlenwasserstoffe (HC) im vom Motor eintretenden Abgas, wodurch Wärme für eine schnelle Aufwärmung des ALNC **14** geliefert wird. Zusätzlich verbessert Kohlenmonoxid (CO), welches als Ergebnis der HC-Verbrennung im Oxidationskatalysator **13** erzeugt wird, die NO_x-Reduktion im ALNC. Ein Reduktionsmittel-Injektionssystem **16** ist zwischen dem Oxidationskatalysator und dem ALNC an den Abgaskrümmer angekoppelt. Das Reduktionsmittel-Injektionssystem liefert Reduktionsmittel wie Kraftstoff (HC) aus dem Kraftstofftank oder aus einem Speichergefäß an den ALNC, um dessen NO_x-Konversionseffizienz zu verbessern. Das System **16** kann irgendeines der dem Fachmann bekannten Systeme sein, welche in der Lage sind, ein Reduktionsmittel an den NO_x-reduzierenden Katalysator zu liefern. Bei einer bevorzugten Ausgestaltung injiziert das Reduktionsmittel-Lieferungssystem Kraftstoff (Kohlenwasserstoff) in die Abgasmischung, welche in den Katalysator **14** eintritt. Messungen der Abgastemperatur stromaufwärts und stromabwärts des ALNC werden dem Regler **12** von den Temperatursensoren **22** bzw. **24** zur Verfügung gestellt. Der Regler **12** berechnet die Änderungsrate der Exothermen über den ALNC als eine Funktion der Abgastemperaturen stromaufwärts und stromabwärts des ALNC (weiter unten unter Bezugnahme auf Fig. 3 detaillierter beschrieben).

[0019] Der Regler **12** erzeugt ein Regelungssignal,

um die Menge an Reduktionsmittel zu kontrollieren, welches dem Reduktionsmittel-Injektionssystem **16** zugeführt werden soll. Das Regelungssignal basiert auf einem nominellen Anteil, welcher eine Funktion von mehreren Betriebsparametern (zum Beispiel Motordrehzahl, Motorlast, Ausmaß der Abgasrückführung, Beginn der Kraftstoffinjektion (SOI), ALNC-Temperatur und Raumgeschwindigkeit (space velocity SV)) ist, und auf einem Anpassungsteil, welcher eine Funktion der Änderungsrate der Exothermen über den ALNC ist.

[0020] Ein Teilchenfilter **15** ist stromabwärts des ALNC angekoppelt und in der Lage, Kohlenstoffteilchen aus dem Abgas zu speichern.

[0021] Wie der Fachmann erkennt, kann die nachfolgend unter Bezugnahme auf **Fig. 3** beschriebene Routine eine oder mehrere von verschiedenen Verarbeitungsstrategien wie ereignisgesteuert, Interrupt-gesteuert, Multi-Tasking, Mehrpfadbetrieb (Multi-Threading) und dergleichen repräsentieren. Daher können mehrere der dargestellten Schritte oder Funktionen in der gezeigten Reihenfolge, parallel oder in einigen Fällen auch gar nicht ausgeführt werden. In ähnlicher Weise ist die Reihenfolge der Verarbeitung nicht unbedingt erforderlich zur Erreichung der Ziele, Merkmale und Vorteile der Erfindung, sondern nur zur Erleichterung der Darstellung und Beschreibung vorgesehen. Obwohl nicht explizit dargestellt, erkennt der Fachmann ferner, dass ein oder mehrere der dargestellten Schritte oder Funktionen in Abhängigkeit von der speziell angewendeten Strategie wiederholt ausgeführt werden können.

[0022] Unter Bezugnahme auf **Fig. 3** wird nunmehr eine beispielhafte Routine zur Überwachung der Änderungsrate der Exothermen über den ALNC beschrieben. Zunächst wird in Schritt **100** eine Bestimmung vorgenommen, ob die ALNC-Temperatur T_{ALNC} größer oder gleich $T_{LIGHT-OFF}$ ist. $T_{LIGHT-OFF}$, die auch als Zünd- oder Anspringtemperatur bekannt ist, ist die Temperatur, bei welcher im ALNC eine exotherme Reaktion zwischen Kohlenwasserstoffen und Sauerstoff erfolgt. Zur Bestimmung der ALNC-Temperatur kann jedes dem Fachmann bekannte Mittel verwendet werden, so zum Beispiel die Abschätzung der Temperatur basierend auf der Motordrehzahl, der Last, dem Luftfluss im Krümmer, der Abgastemperatur stromaufwärts und stromabwärts des ALNC etc. Alternativ kann die ALNC-Temperatur durch einen Temperatursensor bestimmt werden, welcher mitten im Bett des Katalysators angeordnet ist. Falls die Antwort in Schritt **100** "Nein" lautet, endet die Routine. Falls die Antwort in Schritt **100** "Ja" lautet, d.h. die ALNC-Temperatur bei oder oberhalb der Zündtemperatur liegt, geht die Routine zu Schritt **200** weiter, wo die momentane Exotherme oder die Wärmemenge, die im Katalysator als Resultat der Reaktion zwischen den injizierten Kohlenwasserstoffen und Sauerstoff

erzeugt wird, als Funktion der Abgastemperaturen stromaufwärts und stromabwärts des ALNC berechnet wird gemäß

$$\text{Exotherm}(k) = f(T_o(k) - T_i(k)),$$

wobei f z. B. die Identität ($f(x) = x$) sein kann.

[0023] Als Nächstes wird in Schritt **300** ein mittlerer gefilterter Wert der momentanen Exothermen berechnet gemäß

$$\text{Exotherm}_{avg}(k) = (1 - KF) \cdot \text{Exotherm}_{avg}(k) + KF \cdot \text{Exotherm}(k),$$

wobei KF eine Filterkonstante ist. Die Routine geht dann zu Schritt **400** weiter, wo ein erwarteter Wert der Exothermen, $\text{Exotherm}_{exp}(k)$, für gegebene Betriebsbedingungen wie die Motordrehzahl und -last aus einer vorab gespeicherten Tabelle bestimmt wird. Als Nächstes wird in Schritt **500** bestimmt, ob der Betrag der Differenz zwischen der erwarteten Exothermen und der mittleren gefilterten Exothermen gemäß der Berechnung in Schritt **300** größer als ein vorgegebener Grenzwert C ist. Falls die Antwort in Schritt **500** "Nein" lautet, d.h. keine signifikante Variation zwischen dem tatsächlichen und dem erwarteten Wert der Exothermen besteht, wird die Routine beendet. Falls die Antwort in Schritt **500** "Ja" lautet, was eine signifikante Divergenz zwischen der tatsächlichen und der erwarteten Exothermen anzeigt, geht die Routine zu Schritt **600** weiter, wo die Änderungsrate der Exothermen berechnet wird gemäß der folgenden Gleichung:

$$\frac{d\text{Exotherm}}{dt} = \frac{\text{Exotherm}(k) - \text{Exotherm}(k-1)}{\text{Time}(k) - \text{Time}(k-1)},$$

wobei $\text{Time}(k)$, $\text{Time}(k-1)$ die zum Iterationsschritt k bzw. $(k-1)$ gehörende Zeit ist.

[0024] Die Routine geht dann zu Schritt **700** weiter, wo bestimmt wird, ob die Änderungsrate der Exothermen größer als Null, d.h. positiv ist. Eine positive Änderungsrate der Exothermen geht auf eine Überinjektion von Kohlenwasserstoffen zurück, welche typischerweise bei einem leckenden Reduktionsmittel-Injektionssystem auftritt.

[0025] Falls die Antwort auf Schritt **700** "Ja" lautet, was eine Leckage des Reduktionsmittel-Injektionssystems anzeigt, geht die Routine zu Schritt **800** weiter, wo der Regler **12** das Kontrollsignal an das Reduktionsmittel-Injektionssystem anpasst, um die Reduktionsmittelversorgung an den ALNC zur Kompensation des Lecks zu reduzieren. Die Routine geht dann zu Schritt **900** weiter, wo bestimmt wird, ob die Änderungsrate der Exothermen größer als ein vorgegebener positiver Wert E_{Ex_leak} ist. Die Größe der Änderungsrate der Exothermen ist entscheidend für die

zu ergreifende Korrekturmaßnahme. Falls die Antwort auf Schritt **800** "Nein" lautet, was ein kleines Leck im Reduktionsmittel-Injektionssystem andeutet, endet die Routine. Falls die Antwort auf Schritt **800** "Ja" lautet, was eine ernsthaftere Verschlechterung des Reduktionsmittel-Injektionssystems anzeigt, beispielsweise einen offen stehen gebliebenen (stuck open) Injektor, geht die Routine zu Schritt **1000** weiter, wo ein Diagnosecode gesetzt wird. Die Routine endet dann.

[0026] Falls die Antwort auf Schritt **700** "Nein" lautet, d.h. die Änderungsrate der Exothermen negativ ist, geht die Routine zu Schritt **1100** weiter, wo bestimmt wird, ob die Änderungsrate größer als ein vorgegebener negativer Wert $E_{\text{ex_aging}}$ ist. Eine negative Änderungsrate der Exothermen zeigt eine Minderinjektion von Kohlenwasserstoff an, welche durch eine verminderte ALNC-Effizienz aufgrund einer normalen Alterung verursacht sein könnte oder durch eine Beschränkung im Reduktionsmittel-Injektionssystem. Falls die Antwort auf Schritt **1100** "Ja" lautet, was eine Anzeige für einen normalen ALNC-Alterungsprozess ist, geht die Routine zu Schritt **1200** weiter, wo der Regler **12** das Kontrollsignal an das Reduktionsmittel-Injektionssystem anpasst, um die Reduktionsmittelversorgung zum ALNC zur Kompensation der Katalysatoralterung zu erhöhen. Die Routine endet dann. Falls die Antwort auf Schritt **1100** "Nein" lautet, was eine ernsthaftere Verschlechterung des Emissionskontrollsystems anzeigt, beispielsweise einen Wärmeschaden des ALNC oder ein verstopftes Reduktionsmittel-Injektionssystem, geht die Routine zu Schritt **1300** weiter, wo die Reduktionsmittelinjektion in den ALNC unterbrochen wird. Die Routine geht dann zu Schritt **1400**, wo ein Diagnosecode gesetzt wird, gefolgt von Schritt **1500**, wo eine Anzeigelampe eingeschaltet wird, um den Fahrzeugführer zu warnen. Die Routine endet dann.

[0027] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es daher möglich, eine Verschlechterung in einem mageren Emissionskontrollsystem enthaltend einen ALNC und ein stromaufwärtiges Reduktionsmittel-Injektionssystem zu diagnostizieren durch Überwachung der Größe und des Vorzeichens der Änderungsrate der Exothermen über den ALNC. Falls die Änderungsrate der Exothermen positiv, jedoch unterhalb eines vorgegebenen Wertes ist, wird ein kleines Leck im Reduktionsmittel-Injektionssystem diagnostiziert und die Menge der Reduktionsmittelinjektion in den ALNC wird unter Berücksichtigung des kleinen Leckes reduziert. Falls die Änderungsrate der Exothermen oberhalb des positiven vorgegebenen Wertes liegt, wird ein offen stehendes Reduktionsmittel-Injektionssystem diagnostiziert. In Reaktion auf diese Diagnose wird zusätzlich zur Reduzierung der Menge des in den ALNC injizierten Reduktionsmittels ein diagnostischer Code gesetzt und ein Anzeigelicht eingeschaltet. Eine kleine negative Änderungsrate

der Exothermen ist dagegen eine Anzeige für einen normalen ALNC-Alterungsprozess, und die Menge an in den ALNC injiziertem Reduktionsmittel wird entsprechend erhöht, um diese Alterung zu kompensieren. Eine Änderungsrate der Exothermen, welche kleiner als ein vorgegebener negativer Wert ist, ist eine Anzeige für entweder einen ALNC-Schaden oder eine ernsthaftere Verschlechterung eines Reduktionsmittel-Injektionssystems, beispielsweise für ein verstopftes Injektionssystem. Unter diesen Umständen wird die Reduktionsmittelinjektion in den ALNC unterbrochen, ein Diagnosecode gesetzt und eine Warnleuchte eingeschaltet, um den Fahrzeugführer zu warnen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Diagnose der Verschlechterung eines Emissionskontrollsystems (**20**) für eine Brennkraftmaschine (**10**) mit Magerverbrennung, wobei das System einen Aktiven NOx Magerbetrieb-Katalysator ALNC (**14**) und ein stromaufwärts des ALNC angekoppeltes Reduktionsmittel-Injektionssystem (**16**) enthält, umfassend die Schritte:

Berechnung der Änderungsrate einer Exothermen über den ALNC (**14**), und
Differenzierung zwischen dem ALNC (**14**) und dem Reduktionsmittel-Injektionssystem (**16**) als Ursache für eine Verschlechterung des Emissionskontrollsystems (**20**) basierend auf der genannten Änderungsrate der Exothermen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Änderungsrate der Exothermen basierend auf einem Zeitintegral der Differenz zwischen der Temperatur einer den ALNC (**14**) verlassenden Abgasmischung und einer in den ALNC (**14**) eintretenden Abgasmischung bestimmt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Exotherme und/oder die Änderungsrate der Exothermen mit einer erwarteten Exothermen bzw. erwarteten Änderungsrate der Exothermen verglichen wird, wobei die erwartete Exotherme bzw. erwartete Änderungsrate der Exothermen vorzugsweise auf Motorbetriebsbedingungen basiert.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die genannten Motorbetriebsbedingungen die Motordrehzahl umfassen.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die genannten Betriebsbedingungen weiterhin die Motorlast umfassen.

6. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die genannten Betriebsbedingungen weiterhin das Katalysatoralter umfassen.

7. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die genannten Betriebsbedingungen weiterhin die ALNC-Temperatur umfassen.

8. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, gekennzeichnet durch die Bereitstellung einer Anzeige, dass das Reduktionsmittel-Injektionssystem (16) ein Leck hat, wenn die genannte berechnete Änderungsrate der Exothermen größer als Null ist.

9. Verfahren nach Anspruch 8, weiterhin gekennzeichnet durch die Anpassung der Bereitstellungsmenge von Reduktionsmittel an das Reduktionsmittel-Injektionssystem (16) in Reaktion auf die genannte Anzeige, um das genannte Leck zu kompensieren.

10. Verfahren nach Anspruch 9, weiterhin gekennzeichnet durch die Bereitstellung einer Anzeige, dass das Reduktionsmittel-Injektionssystem (16) offen feststeht, falls die genannte berechnete Änderungsrate der Exothermen größer als ein vorgegebener positiver Wert ($E_{\text{Ex_leak}}$) ist.

11. Verfahren nach Anspruch 10, weiterhin gekennzeichnet durch das Abstellen der Reduktionsmittelversorgung zum Reduktionsmittel-Injektionssystem (16) in Reaktion auf die genannte Anzeige.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, weiterhin gekennzeichnet durch das Setzen eines Diagnosecodes.

13. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 10 bis 12, weiterhin gekennzeichnet durch das Aktivieren einer Anzeigeleuchte.

14. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 13, weiterhin gekennzeichnet durch die Erhöhung der Menge an Reduktionsmittelinjektion in den ALNC (14), falls die genannte berechnete Änderungsrate der Exothermen kleiner als Null und größer als ein vorgegebener negativer Wert ($E_{\text{ex_aging}}$) ist.

15. Verfahren nach Anspruch 14, weiterhin gekennzeichnet durch das Setzen eines Diagnosecodes, falls die genannte berechnete Änderungsrate der Exothermen geringer als der genannte vorgegebene negative Wert ($E_{\text{ex_aging}}$) ist.

16. Verfahren nach Anspruch 15, weiterhin gekennzeichnet durch das Aktivieren einer Anzeigeleuchte.

17. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 15 oder 16, weiterhin gekennzeichnet durch das Abstellen der Reduktionsmittelversorgung zum Reduktionsmittel-Injektionssystem (16).

18. Verfahren zur Diagnose der Verschlechterung eines Reduktionsmittel-Injektionssystems (16) zur Injektion eines Reduktionsmittels in eine Abgasnachbehandlungseinrichtung (14), umfassend: die Erzeugung einer Exothermen über die Einrichtung durch Injektion des Reduktionsmittels in die Einrichtung; die Berechnung einer Änderungsrate der genannten Exothermen; und die Bereitstellung einer Anzeige, dass das Reduktionsmittel-Injektionssystem (16) verschlechtert ist, basierend auf der genannten berechneten Änderungsrate der genannten Exothermen.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Abgasnachbehandlungseinrichtung ein ALNC (14) ist.

20. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Reduktionsmittel ein Kohlenwasserstoff ist.

21. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 18 bis 20, weiterhin gekennzeichnet durch die Anpassung der Menge an in die Einrichtung (14) injiziertem Reduktionsmittel in Reaktion auf die genannte Anzeige der Verschlechterung.

22. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 18 bis 21, weiterhin gekennzeichnet durch die Unterbrechung der Reduktionsmittelinjektion in die Einrichtung (14), falls die genannte berechnete Änderungsrate der Exothermen geringer als ein vorgegebener negativer Wert ($E_{\text{ex_aging}}$) ist.

23. Vorrichtung zur Überwachung der Arbeitsweise einer Brennkraftmaschine (10) mit: einer Abgasnachbehandlungseinrichtung (14); einem Injektor (16) zur Injektion eines Reduktionsmittels in die genannte Einrichtung (14); und einem Regler (12) zur Injektion des genannten Reduktionsmittels in die genannte Einrichtung (14) über den genannten Injektor (16), wodurch eine Exotherme über die Einrichtung erzeugt wird, und wobei der Regler (12) weiterhin eine Änderungsrate der genannten Exothermen berechnet und eine Anzeige einer Verschlechterung basierend auf der genannten Berechnung bereitstellt.

24. Vorrichtung umfassend: ein Computerspeichermedium mit einem darauf gespeicherten Computerprogramm zur Verwendung mit einem Emissionskontrollsystem (20) für eine Brennkraftmaschine (10), wobei das Emissionskontrollsystem eine Abgasnachbehandlungseinrichtung (14) und ein Reduktionsmittel-Injektionssystem (16) zur Injektion eines Reduktionsmittels in die genannte Abgasnachbehandlungseinrichtung enthält, und wobei das genannte Computerprogramm umfasst: Programmcode zur Bereitstellung einer Anzeige ei-

ner Betriebsbedingung;
Programmcode zur Berechnung einer Änderungsrate einer Exothermen über die genannte Einrichtung (14) in Reaktion auf die genannte Anzeige; und
Programmcode zur Anpassung der Menge des in die genannte Einrichtung (14) injizierten Reduktionsmittels basierend auf der genannten berechneten Änderungsrate der Exothermen.

25. Verfahren zur Regelung eines Emissionskontrollsystems (20) für eine Brennkraftmaschine (10), wobei das System eine Abgasnachbehandlungseinrichtung (14) und ein stromaufwärts der Einrichtung angekoppeltes Reduktionsmittel-Injektionssystem (16) enthält, umfassend:
die Bereitstellung einer Anzeige einer Betriebsbedingung; und
in Reaktion auf die genannte Anzeige die Berechnung einer Menge an in die Einrichtung injiziertem Reduktionsmittel basierend auf einer Änderungsrate einer Exothermen, die über die Einrichtung (14) als Resultat einer Reduktionsmittelinjektion erzeugt wird.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

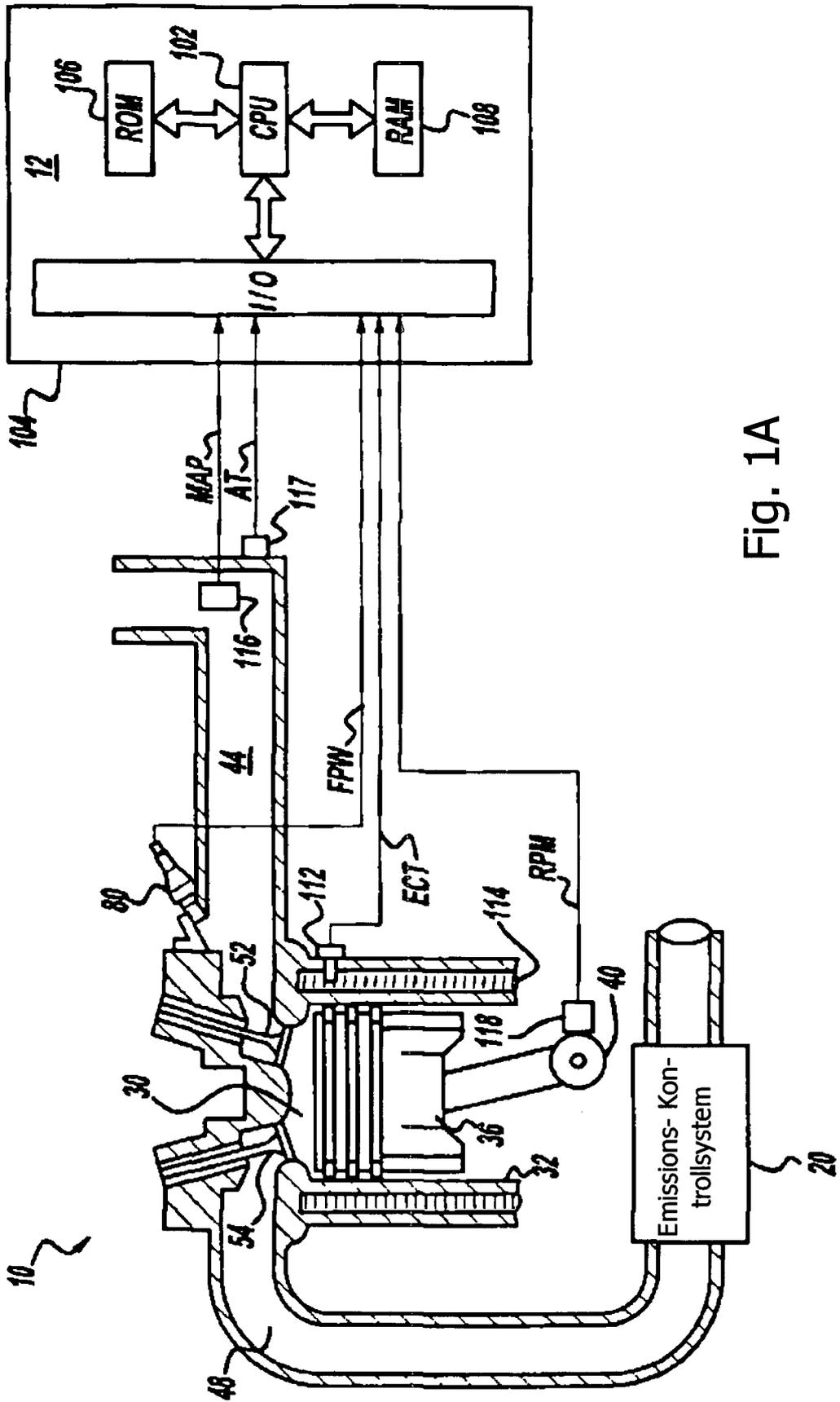


Fig. 1A

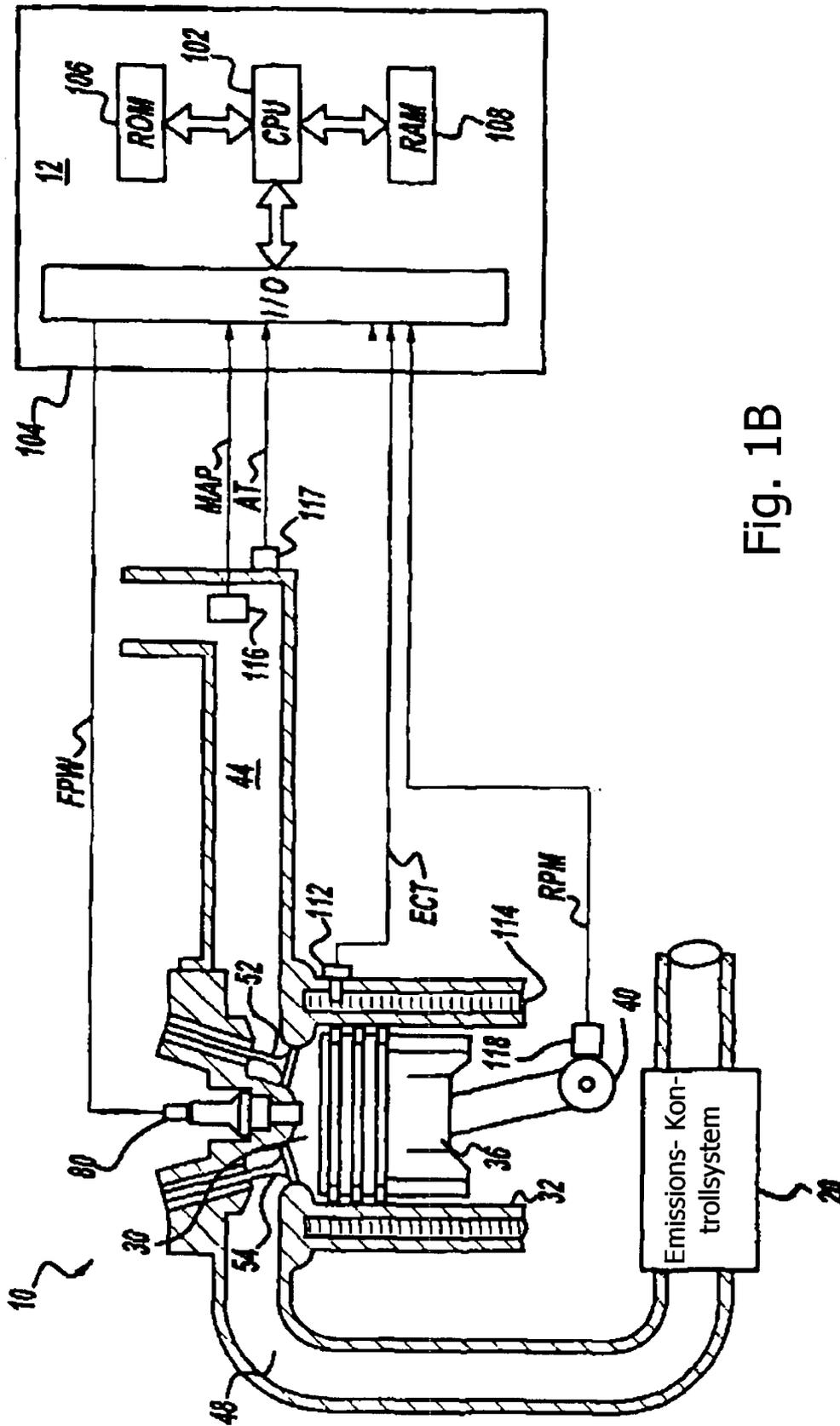


Fig. 1B

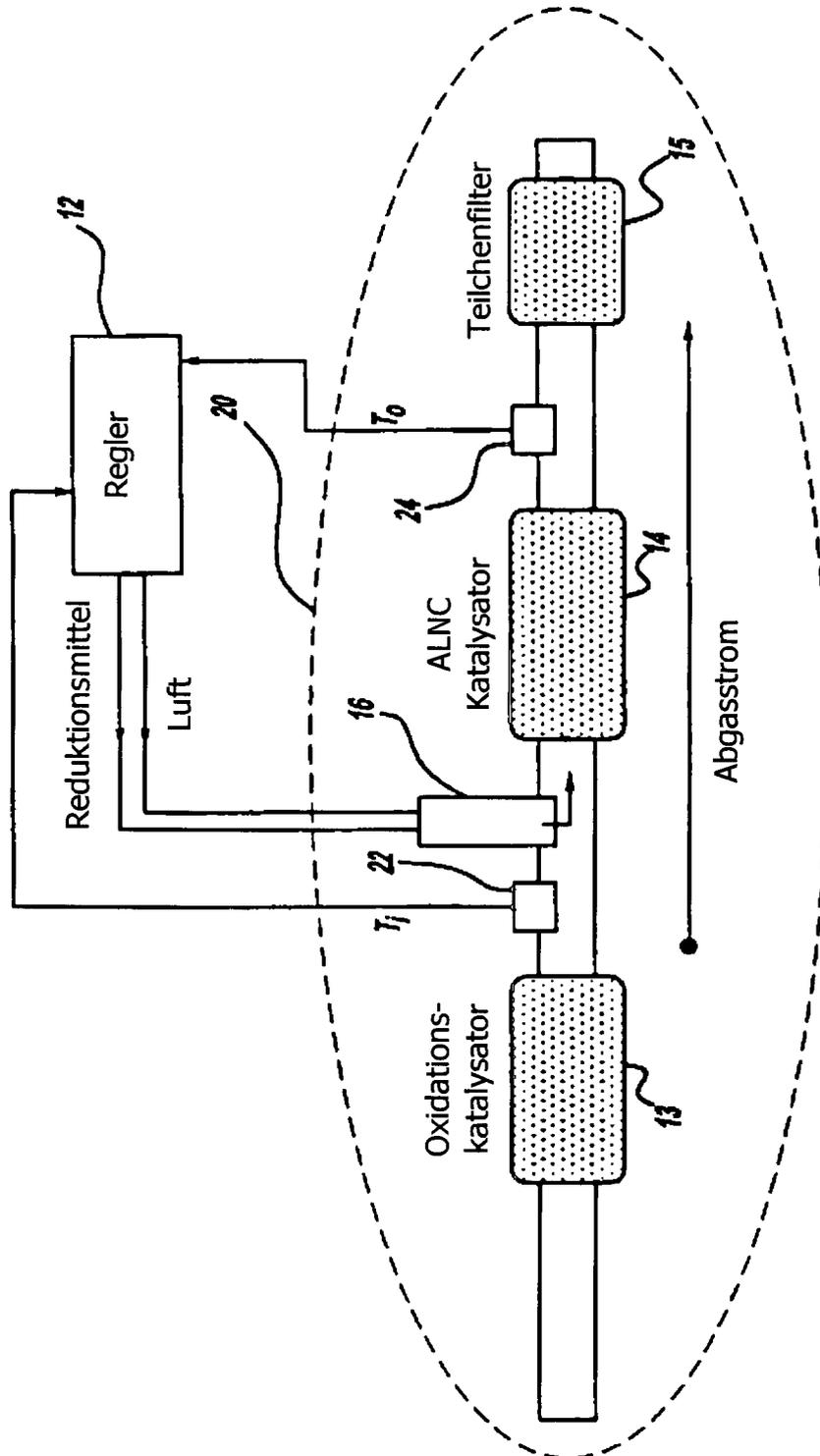


Fig. 2

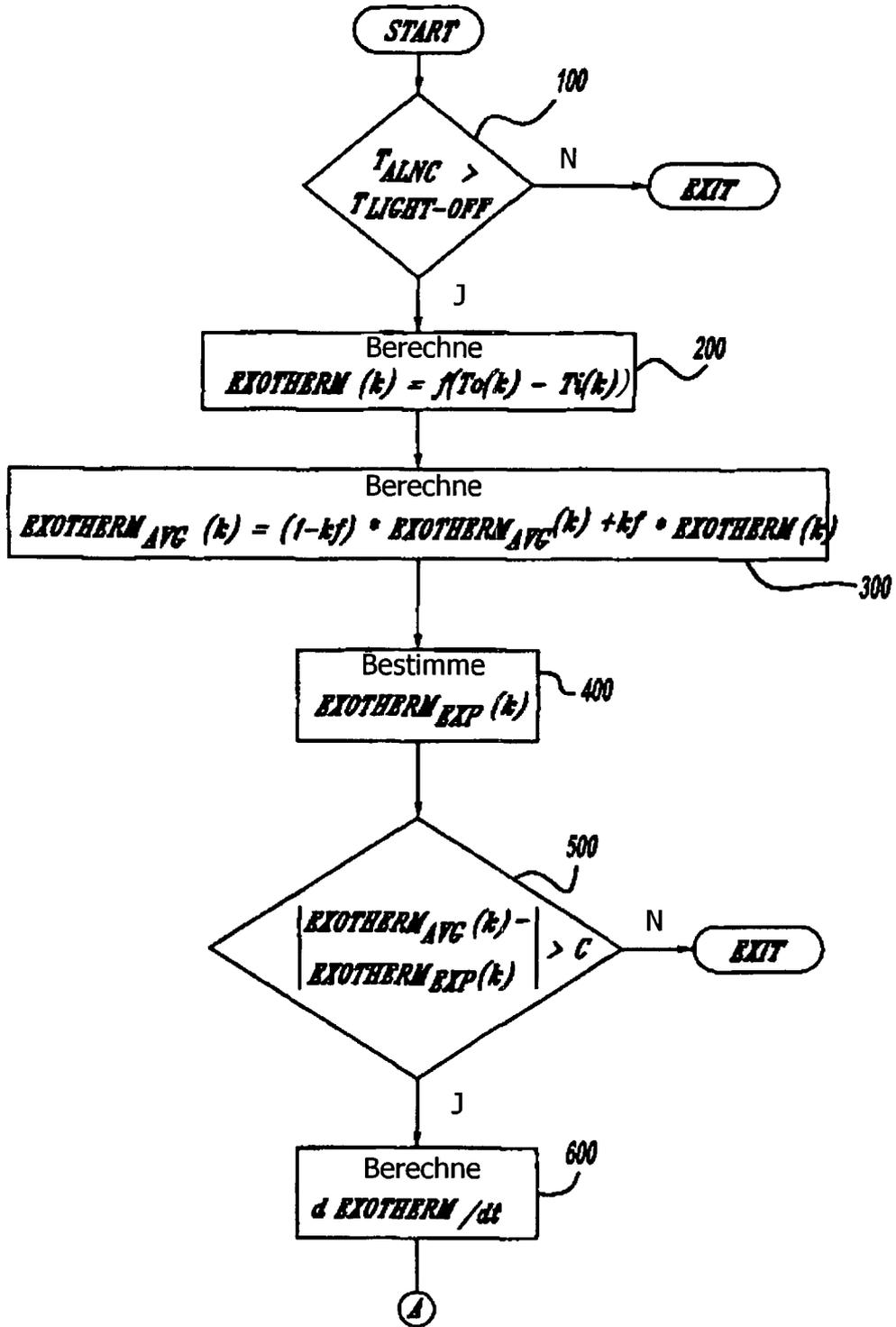


Fig. 3 - Teil 1

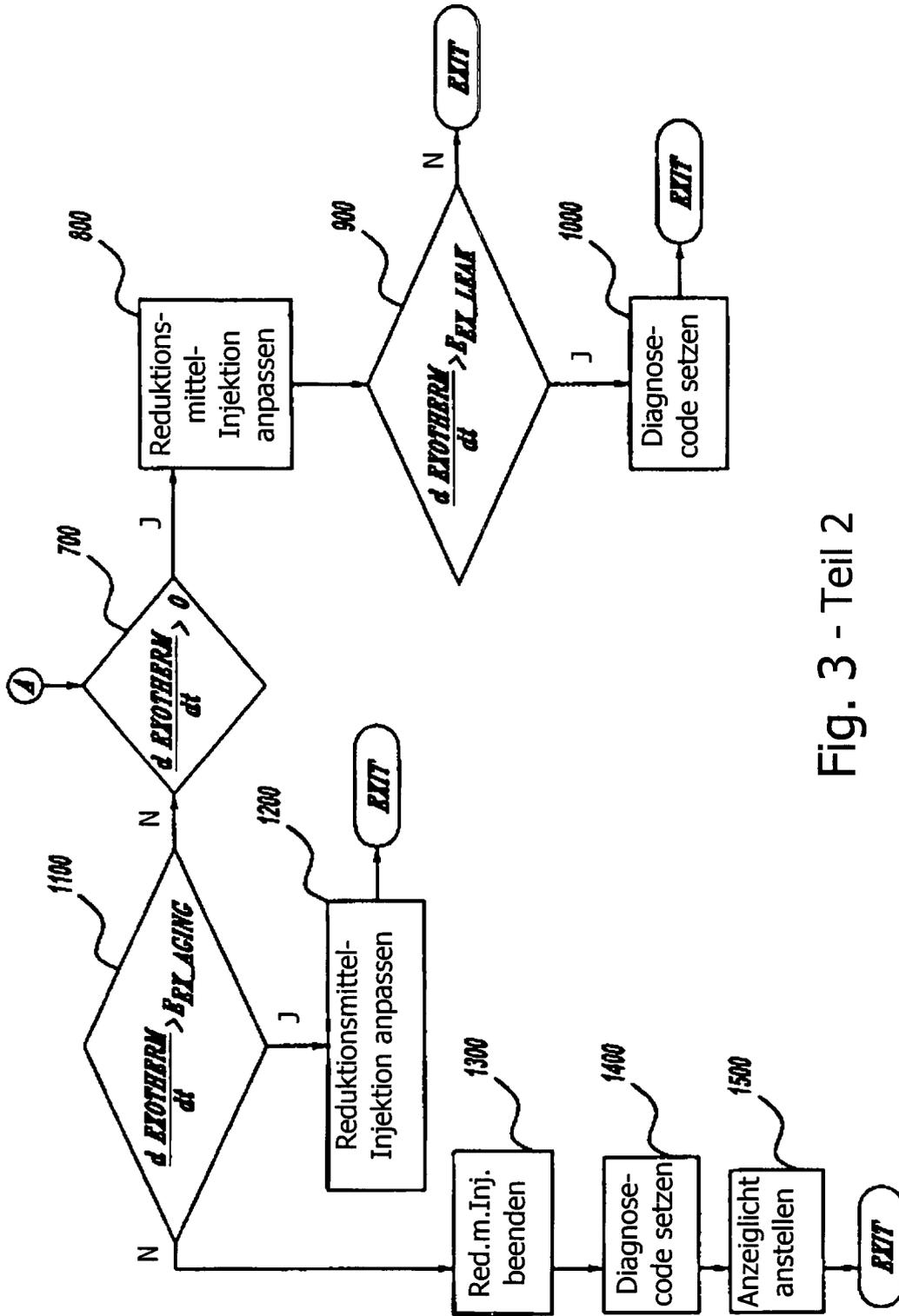


Fig. 3 - Teil 2