



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 198 59 462 B4 2004.03.25**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **198 59 462.3**  
 (22) Anmeldetag: **22.12.1998**  
 (43) Offenlegungstag: **09.09.1999**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **25.03.2004**

(51) Int Cl.7: **F01N 3/18**  
**F01N 3/10**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(30) Unionspriorität:  
**09/035081 05.03.1998 US**

(62) Teilung in:  
**198 61 236.2**

(71) Patentinhaber:  
**Ford Global Technologies, LLC (n.d.Ges.d.  
 Staates Delaware), Dearborn, Mich., US**

(74) Vertreter:  
**Rechts- und Patentanwälte Lorenz Seidler Gossel,  
 80538 München**

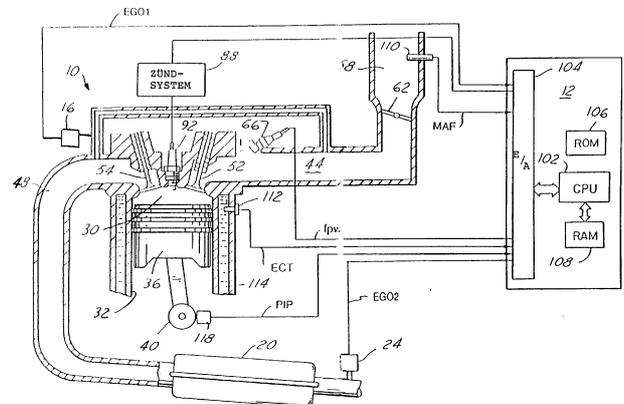
(72) Erfinder:  
**Adamczyk, Andrew Anthony, Dearborn, Mich., US;**  
**Kolasa, Arthur E., Northville, Mich., US; Pakko,**  
**James David, Dearborn, Mich., US**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE 195 22 165 A1**  
**US 53 57 751**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Entgiftung eines Katalysators sowie Motorsteuersystem zur Durchführung des Katalysatorentgiftungsverfahrens**

(57) Hauptanspruch: Katalysatorentgiftungsverfahren für einen Verbrennungsmotor (10) mit folgenden Schritten:

- Erzeugen eines Katalysatorkontaminierungssignals, wenn die Katalysatoreffizienz unter einen gewünschten Wert fällt;
- Erhöhen der Katalysatortemperatur infolge des Katalysatorkontaminierungssignals und
- Betätigen des Motors in einem fetten Zustand über ein erstes vorbestimmtes Intervall nach der Temperaturerhöhung, dadurch gekennzeichnet, daß als zusätzlicher Schritt der Motor in einem mageren Zustand über ein zweites vorbestimmtes Intervall betätigt wird, das auf das erste vorbestimmte Intervall folgt.



### Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Entgiftung eines Katalysators für einen Verbrennungsmotor sowie ein Motorsteuersystem zur Regelung des Luft/Kraftstoffverhältnisses und gleichzeitig zur Durchführung des Katalysatorentgiftungsverfahrens.

[0002] Damit die aktuellen Abgasvorschriften erfüllt werden können, müssen Kraftfahrzeuge eingebaute Diagnosesysteme besitzen, um die fehlerhafte Funktion aller Komponenten der Abgasanlage, einschließlich eines Katalysators, zu erfassen. Gleichzeitig muß die Abgasanlage das Abgas reinigen und entgiften, um die Konzentration bestimmter gesetzlich geregelter Verbindungen zu verringern. Um dem immer niedriger werdenden Niveau der geforderten Abgasemissionen gerecht zu werden, sind bereits neue Katalysatorzusammensetzungen geschaffen worden, die beim Erreichen dieses Ziels wirksamer sind. Aber ein Nachteil liegt darin, daß die neuen Katalysatorzusammensetzungen in zunehmendem Maße für eine Schwefelvergiftung anfällig sind. Der Schwefelgehalt im Kraftstoff ist zwar in manchen Ländern auf 80ppm begrenzt, aber in anderen Ländern kann der Kraftstoff bis zu 1000ppm an Schwefel enthalten.

### Stand der Technik

[0003] Es sind bereits Katalysatorüberwachungsanlagen bekannt, bei denen ein stromaufwärtiger und ein stromabwärtiger Abgassauerstoffsensoren miteinander verglichen werden, um einen Hinweis auf eine Katalysatorschädigung zu geben. Wenn eine Schwefelvergiftung auftritt, dann diagnostizieren diese Anlagen die Vergiftung und eine Störungsanzeige leuchtet auf. Dies bedingt, daß ein neuer Katalysator benötigt wird. Ein Beispiel für einen derartigen Lösungsweg ist in der US 5,357,751 offenbart.

[0004] Aus der DE 195 22 165 A1 ist ein Katalysatorentgiftungsverfahren für einen Verbrennungsmotor nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bekannt.

[0005] Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben bei den oben genannten Lösungswegen zahlreiche Probleme erkannt. Weil zum Beispiel eine Schwefelvergiftung nicht permanent vorhanden sein darf, müßte ein mit Schwefel vergifteter Katalysator ausgetauscht und weggeworfen werden, obwohl es möglich wäre, den Katalysator zu entgiften und das Abgasreinigungsvermögen wieder herzustellen.

### Aufgabenstellung

[0006] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt darin, ein Verfahren zur Wiederherstellung des Abgasreinigungsvermögens eines mit Schwefel vergifteten Katalysators vorzusehen.

[0007] Die oben genannte Aufgabe wird durch ein Katalysatorentgiftungsverfahren mit der Kombination der Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0008] Die infolge der Vergiftung verschlechterte Leistung des Katalysators kann nach der Erfindung also behoben werden. Das Entgiftungsverfahren bzw. Dekontaminierungsverfahren läßt sich anwenden, wenn die Schwefelvergiftung des Katalysators das Problem war.

[0009] Beim Betrieb des Motors bei einer erhöhten Temperatur und in einem fetten Zustand kann die Schwefelvergiftung des Katalysators entfernt und die Leistung des Katalysators gesteigert werden.

[0010] Erfindungsgemäß wird der Betrieb des Motors bei erhöhter Temperatur und in einem mageren Zustand nach dem Betrieb bei einer erhöhten Temperatur und im fetten Zustand die Schwefelvergiftung des Katalysators noch weiter entfernen und außerdem die Leistung des Katalysators weiter steigern.

[0011] Ein anderer Vorteil der obigen Ausführungsform der Erfindung liegt darin, daß dann, wenn die Schwefelvergiftung die Ursache für die Verschlechterung des Katalysators war, sowohl die Kosten als auch die Unannehmlichkeiten eines Austauschsystems vermieden werden können.

[0012] In Anspruch 10 ist ein erfindungsgemäßes Motorsteuersystem zur Regelung des Luft-/Kraftstoffverhältnisses und gleichzeitig zur Durchführung eines Katalysatorentgiftungsverfahrens nach dem vorgenannten erfindungsgemäßen Verfahren offenbart.

### Ausführungsbeispiel

[0013] Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung, die sich auf die Zeichnungen bezieht. Es zeigen:

[0014] **Fig. 1** ein Blockdiagramm eines Motors, bei dem die Erfindung vorteilhafterweise verwendet wird, [0015] **Fig. 2** ein detailliertes Ablaufdiagramm verschiedener Schritte, die von einem Abschnitt des in **Fig. 1** gezeigten Ausführungsbeispiels durchgeführt werden,

[0016] **Fig. 3** ein detailliertes Ablaufdiagramm verschiedener Schritte, die von einem Abschnitt des in **Fig. 1** gezeigten Ausführungsbeispiels durchgeführt werden,

[0017] **Fig. 4** ein detailliertes Ablaufdiagramm verschiedener Schritte, die von einem Abschnitt des in **Fig. 1** gezeigten Ausführungsbeispiels durchgeführt werden,

[0018] **Fig. 5** ein detailliertes Ablaufdiagramm verschiedener Schritte, die von einem Abschnitt des in **Fig. 1** gezeigten Ausführungsbeispiels durchgeführt werden,

[0019] **Fig. 6** ein detailliertes Ablaufdiagramm verschiedener Schritte, die von einem Abschnitt des in **Fig. 1** gezeigten Ausführungsbeispiels durchgeführt werden, und

[0020] **Fig. 7** ein detailliertes Ablaufdiagramm verschiedener Schritte, die von einem Abschnitt des in **Fig. 1** gezeigten Ausführungsbeispiels durchgeführt

werden, Ein Verbrennungsmotor **10**, der mehrere Zylinder umfaßt, von denen einer in **Fig. 1** gezeigt ist, wird von einem elektronischen Motorsteuergerät **12** gesteuert. Allgemein steuert das Steuergerät **12** das Kraftstoff/Luft-Verhältnis des Motors in Reaktion auf eine Rückführungs-Variable FV, die von dem Zweizustands-Abgassauerstoffsensoren **16** abgeleitet wird, was später noch genauer beschrieben wird.

[0021] Wie ebenfalls in **Fig. 1** zu sehen ist, umfaßt der Motor **10** einen Brennraum **30** und Zylinderwände **32** mit einem darin positionierten Kolben **36**, der mit einer Kurbelwelle **40** verbunden ist. Der Brennraum **30** ist so dargestellt, daß er über jeweils ein Einlaßventil **52** und ein Auslaßventil **54** mit einem Ansaugkrümmer **44** und einem Abgaskrümmer **48** in Verbindung steht. Der Ansaugkrümmer **44** ist über eine Drosselklappe **62** mit einem Drosselklappengehäuse **58** verbunden. Der Ansaugkrümmer **44** ist mit einer Kraftstoff-Einspritzdüse **66** verbunden, die flüssigen Kraftstoff proportional zu der Impulsbreite des Signals FPW von dem Steuergerät **12** zuführt. Der Kraftstoff wird der Kraftstoffeinspritzdüse **66** über ein herkömmliches Kraftstoffsystem (nicht gezeigt) zugeführt, das einen Kraftstofftank, eine Kraftstoffpumpe und ein Verteilerrohr umfaßt (nicht gezeigt).

[0022] Ein herkömmliches verteilerloses Zündsystem **88** liefert dem Brennraum **30** über eine Zündkerze **92** in Reaktion auf das Steuergerät **12** einen Zündfunken. Der Zweizustands-Abgassauerstoffsensoren **16** ist in der Zeichnung mit dem Abgaskrümmer **48** stromaufwärts von dem Katalysator **20** verbunden. Der Zweizustands-Abgassauerstoffsensoren **24** ist in der Zeichnung mit dem Abgaskrümmer **48** stromabwärts von dem Katalysator **20** verbunden. Der Sensor **16** liefert ein Signal EGO1 an das Steuergerät **12**, das dieses Signal in das Zweizustandssignal EGOS1 umwandelt. Ein Hochspannungszustand des Signals EGOS1 gibt an, daß das Abgas in Bezug auf ein Bezugs-Kraftstoff/Luftverhältnis fett ist, und ein niedriger Spannungszustand des umgewandelten Signals EGO1 gibt an, daß das Abgas in Bezug auf ein Bezugs-Kraftstoff/Luftverhältnis mager ist. Der Sensor **24** liefert ein Signal EGO2 an das Steuergerät **12**, das dieses Signal EGO2 in ein Zweizustandssignal EGOS2 umwandelt. Ein Hochspannungszustand des Signals EGOS2 gibt an, daß das Abgas in Bezug auf ein Bezugs-Kraftstoff/Luftverhältnis fett ist, und ein niedriger Spannungszustand des umgewandelten Signals EGO1 gibt an, daß das Abgas in Bezug auf ein Bezugs-Kraftstoff/Luftverhältnis mager ist.

[0023] Das Steuergerät **12**, das in **Fig. 1** als ein herkömmlicher Mikrocomputer dargestellt ist, umfaßt folgendes: eine Mikroprozessoreinheit (CPU) **102**, Ein-Ausgabe-Anschlüsse **104**, einen Festwertspeicher (ROM) **106**, einen Direktzugriffsspeicher (RAM) **108**, und einen herkömmlichen Datenübertragungsweg. Wie aus der Zeichnung ersichtlich wird, empfängt das Steuergerät **12** zusätzlich zu den oben bereits erwähnten Signalen verschiedene Signale von mit dem Motor **10** gekoppelten Sensoren: Messun-

gen des angesaugten Massenluftstroms (MAF) von dem Luftvolumenstromsensor **110**, der mit dem Drosselklappengehäuse **58** verbunden ist, die Kühlmitteltemperatur (ECT) vom Temperaturfühler **112**, der mit dem Kühlmantel **114** verbunden ist, eine Messung des Ansaugkrümmerdrucks (MAP) von dem Krümmerdrucksensoren **116**, der mit dem Ansaugkrümmer **44** verbunden ist, und ein Profilizündungsaufnahmesignal (PIP) von dem Hall-Effekt-Sensoren **118**, der mit der Kurbelwelle **40** verbunden ist.

[0024] Unter Bezugnahme auf **Fig. 2** wird nun ein Ablaufdiagramm eines Programmablaufs beschrieben, der von dem Steuergerät **12** zur Erzeugung eines Kraftstofftrimmsignals FT durchgeführt wird. Zuerst wird festgestellt, ob eine Lambdaregelung gestartet werden soll (Schritt 122), indem die Motorbetriebsbedingungen wie z.B. die Temperatur überwacht werden. Wenn die Lambdaregelung eingeleitet wird, wird das Signal EGO2S aus dem Komparator **54** ausgelesen (Schritt 124) und anschließend in einem P1-Regler verarbeitet, wie später noch beschrieben wird.

[0025] Zuerst wird auf Schritt 126 Bezug genommen. Das Signal EGO2S wird mit einer Verstärkungskonstanten GI multipliziert, und das sich ergebende Produkt wird in Schritt 128 zu vorher gespeicherten Produkten ( $GI * EGO2S_{i-1}$ ) addiert. Anders gesagt wird das Signal EGO2S in jeder Abtastperiode (i) in Schritten integriert, die von der Verstärkungskonstanten GI bestimmt werden. Im Schritt 132 wird das Signal EGO2S auch mit dem proportionalen Verstärkungsfaktor GP multipliziert. Der Integralwert aus Schritt 128 wird zu dem Proportionalwert aus Schritt 132 während des Additionsschrittes **134** addiert, um das Kraftstofftrimmsignal FT zu erzeugen.

[0026] Der von dem Steuergerät **12** durchgeführte Programmablauf zur Erzeugung der gewünschten Menge an flüssigem Kraftstoff, der dem Motor **10** zugeführt wird, und zum Trimmen dieser gewünschten Kraftstoffmenge mit einer Rückführungs-Variable, die sowohl in bezug zu dem Sensor **44** als auch zu dem Kraftstofftrimmsignal FT steht, wird nun unter Bezugnahme auf **Fig. 3** beschrieben. Im Schritt 158 wird zuerst eine Open-Loop-Kraftstoffmenge bestimmt, indem die Messung des angesaugten Massenluftstroms (MAF) durch das gewünschte Luft/Kraftstoffverhältnis AFd dividiert wird, das typischerweise der stöchiometrische Wert für die Benzolverbrennung ist. Wenn man aber AFd auf einen fetten Wert einstellt, führt das dazu, daß der Motor in einem kraftstoffreichen Zustand betrieben wird. In ähnlicher Weise führt das Einstellen von AFd auf einen mageren Wert dazu, daß der Motor in einem kraftstoffarmen Zustand betrieben wird. Diese Open-Loop-Kraftstoffmenge wird dann durch die Rückführungs-Variable FV eingestellt, d.h. in diesem Beispiel durch diese dividiert.

[0027] Nachdem festgelegt worden ist, daß eine Regelung mit geschlossenem Regelkreis gewünscht wird (Schritt 160), indem die Motorbetriebsbedingun-

gen wie z.B. die Temperatur (ECT) überwacht werden, wird das Signal EGO1S beim Schritt 162 gelesen. Im Schritt 166 wird das Kraftstofftrimmsignal FT von dem vorher unter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschriebenen Programmablauf übertragen und zu dem Signal EGO1 S addiert, um das Trimmsignal TS zu erzeugen.

[0028] Während der Schritte 170-178 wird eine herkömmliche, PI-Rückführungs-Routine mit dem Trimmsignal TS als Eingangsgröße durchgeführt. Das Trimmsignal TS wird zuerst mit einem I-Verstärkungswert KI multipliziert (Schritt 170), und das sich ergebende Produkt wird zu den vorher gespeicherten Produkten addiert (Schritt 172). Das heißt, das Trimmsignal TS wird in Schritten integriert, die von dem Verstärkungswert KI in jeder Abtastperiode (i) bei Schritt 172 bestimmt werden. Ein Produkt aus dem proportionalen Verstärkungswert KP mal dem Trimmsignal TS (Schritt 176) wird dann zu der Integration aus  $KI * TS$  im Schritt 178 addiert, um die Rückführungs-Variable FV zu erzeugen.

[0029] Ein Beispiel, bei dem die Katalysatoreffizienz getestet wird, wird nun speziell unter Bezugnahme auf das in **Fig. 4** gezeigte Flußdiagramm beschrieben. Im Schritt 198 werden die anfänglichen Motorbedingungen überprüft, bevor der unten beschriebene Testzyklus begonnen wird. Genauer gesagt sollte sich die Motortemperatur (ECT) in einem vorbestimmten Bereich befinden, eine vorbestimmte Zeit sollte abgelaufen sein, seit der Motor gestartet worden ist, und die Lambdaregelung sollte bereits über eine vorbestimmte Zeit hin betriebsbereit sein.

[0030] In den Schritten 200, 204 und 206 wird der Bereich des angesaugten Luftstroms bestimmt, in dem der Motor betrieben wird. Diese Bereiche werden bei diesem Beispiel als Bereich (i), Bereich (j),..., Bereich (n) bezeichnet, wobei vorteilhafterweise "n" angesaugte Luftdurchsatzbereiche verwendet werden.

[0031] Angenommen, der Motorbetrieb findet in dem Luftdurchsatzbereich (i) statt, dann werden die Übergänge zwischen den Zuständen des Signals EGO1S gezählt, um das Zählsignal CF<sub>i</sub> zu erzeugen. Dieser Zählwert wird im Schritt 212 mit dem maximalen Zählwert CF<sub>max</sub> verglichen. Während der Motorbetrieb in dem Luftdurchsatzbereich (i) bleibt, wird eine Testperiode einer vorbestimmten Dauer erzeugt, indem der Zählwert CF<sub>i</sub> bei jedem Übergang des Signals EGO1S erhöht wird, bis der Zählwert CF<sub>i</sub> gleich dem maximalen Zählwert CF<sub>max</sub> ist (Schritt 216). Während dieser Testperiode (i) wird der Zählwert CR<sub>i</sub> bei jedem Übergang des Signals EGO2S erhöht (Schritt 218). Anders gesagt wird der Zählwert CR<sub>i</sub> bei jedem Übergang des Signals EGO2S erhöht, bis der Zählwert CF<sub>i</sub> = CF<sub>max</sub>.

[0032] Wenn der Motorbetrieb in dem Luftdurchsatzbereich (j) liegt, wie in Schritt 204 gezeigt, werden die vorbestimmte Zeitperiode (j), der Zählwert CF<sub>j</sub> und der Zählwert CR<sub>j</sub> in den Schritten 222, 226 und 228 in einer Weise bestimmt, die der oben für

den Luftdurchsatzbereich (i) unter Bezugnahme auf die Schritte 212, 216 und 218 beschrieben worden ist. Bei jedem Übergang beim Signal EGO1S wird der Zählwert CF<sub>j</sub> erhöht, bis er den maximalen Zählwert CF<sub>jmax</sub> erreicht (Schritt 222). Die vorbestimmte Testperiode (j) wird dadurch genau definiert. Während der Testperiode (j) wird der Zählwert CR<sub>j</sub> bei jedem Übergang des Signals EGO2S erhöht (Schritt 228).

[0033] Die oben genannte Operation tritt bei jedem Luftdurchsatzbereich auf. Wenn der Motor **28** zum Beispiel in dem Luftdurchsatzbereich (n) betrieben wird, wie in Schritt 206 gezeigt ist, dann werden die Testperiode (n), der Zählwert CF<sub>n</sub> und der Zählwert CR<sub>n</sub> erzeugt, wie in den Schritten 232, 236 und 238 gezeigt ist.

[0034] Beim Schritt 250 wird festgestellt, ob der Motor 10 in allen Luftdurchsatzbereichen (i ... n) für die jeweiligen Testperioden (i ... n) betrieben worden ist. Das heißt, Schritt 250 bestimmt, wann jeder Zählwert an Übergängen beim Signal EGO1S (CF<sub>i</sub>, CF<sub>j</sub>, ...CF<sub>n</sub>) ihren jeweiligen Maximalwert (CF<sub>imax</sub>, CF<sub>jmax</sub>, ...CF<sub>nmax</sub>) erreicht hat.

[0035] Alle Zählwerte (CF<sub>i</sub>...CF<sub>n</sub>) der Übergänge des Signals EGO1S für die jeweiligen Testperioden (i...n) werden im Schritt 254 summiert, um den Gesamtzählwert CF<sub>t</sub> zu erzeugen. Aus den oben genannten Gründen kann der gleiche Gesamtzählwert CF<sub>t</sub> auch dadurch erhalten werden, daß alle maximalen Zählwerte (CF<sub>imax</sub>...CF<sub>nmax</sub>) für die jeweiligen Testperioden (i...n) summiert werden.

[0036] Der Gesamtzählwert CR<sub>t</sub> wird in Schritt 256 durch das Zusammenzählen aller Zählwerte (CR<sub>i</sub>...CR<sub>n</sub>) für die jeweiligen Testperioden (i...n) erzeugt. Ein Verhältnis des Gesamtzählwerts CR<sub>t</sub> zu dem Gesamtzählwert CF<sub>t</sub> wird dann bei Schritt 260 berechnet und alle Zählwerte anschließend in Schritt 262 zurückgesetzt. Wenn das berechnete Verhältnis größer als ein vorher ausgewähltes Bezugsverhältnis (RAT<sub>f</sub>) ist, dann wird ein Merkmal (Flag) gesetzt (Schritte 266 und 270), der angibt, daß sich die Katalysatorwirksamkeit unter einen vorher gewählten Grenzwert verschlechtert hat.

[0037] Das tatsächliche Verhältnis, das in Schritt 266 berechnet wird, kann auch dazu verwendet werden, ein Maß für die Katalysatorwirksamkeit zu liefern.

[0038] Der von dem Steuergerät **12** durchgeführte Programmablauf zur Behandlung der Entgiftung des Katalysators **20** wird nun unter Bezugnahme auf **Fig. 5** beschrieben. Im Schritt 302 wird ein Flag1 auf einen falschen Zustand gesetzt. Bei Schritt 304 wird der Katalysatormonitor aufgerufen, wie hier unter Bezugnahme auf die **Fig. 2-4** beschrieben ist. Wenn der Flag so gesetzt wird, das er anzeigt, daß die Katalysatorwirksamkeit unter einen vorgegebenen Grenzwert gefallen ist (Schritt 306), dann wird, wenn sich Flag1 in einem richtigen Zustand befindet (Schritt 308), eine Funktionsstörungsanzeige aktiviert (Schritt 310). Wenn der Flag bei Schritt 306 nicht gesetzt ist, so daß er anzeigt, daß die Katalysatoreffizi-

enz nicht unter einen vorbestimmten Grenzwert gefallen ist, dann kehrt der Programmablauf zu Schritt 302 zurück. Wenn sich Flag1 bei Schritt 308 nicht in einem richtigen Zustand befindet, dann ruft der Programmablauf einen Schwefelentfernungsvorgang (Schritt 314) auf, der im folgenden noch unter spezieller Bezugnahme auf die Fig. 6 und 7 beschrieben werden wird. Im Schritt 316 wird der Flag1 auf einen richtigen Zustand gesetzt.

[0039] Der von dem Steuergerät **12** durchgeführte Programmablauf zur Steuerung der On-Board-Schwefelentfernung wird nun unter Bezugnahme auf die Fig. 6 und 7 beschrieben. Begonnen wird mit Fig. 6. Beim Schritt 400 stellt das Steuergerät **12** eine gewünschte Katalysatortemperatur auf eine vorbestimmte Temperatur ein, wobei die Temperatursteuerung später speziell unter Bezugnahme auf die Fig. 7 beschrieben wird. Das Steuergerät **12** kann die Katalysatortemperatur erhöhen, indem es eine exotherme Reaktion hervorruft, indem es z.B. eine Motorfehlzündung induziert, den Motor in einem mageren Zustand betreibt, oder das Kraftstoff/Luftverhältnis moduliert und sich somit das Sauerstoffspeichervermögen des Katalysators **20** zunutze macht. Alternativ dazu kann das Steuergerät **12** die Katalysatortemperatur erhöhen, indem es die Motorbetriebsparameter durch z.B. eine Verzögerung des Zündzeitpunkts einstellt, um die Temperatur des Abgases zu erhöhen, das in den Katalysator **20** eintritt. In ähnlicher Weise kann das Steuergerät **12** die Katalysatortemperatur erhöhen, indem es die Länge des Abgaskrümmers **48** variiert, wodurch der Wärmeverlust verringert und die Temperatur der Abgase erhöht wird, die in den Katalysator **20** gelangen. Das Variieren der Länge des Abgaskrümmers kann zum Beispiel dadurch erzielt werden, daß zwei Abgasleitungen (nicht gezeigt) unterschiedlicher Länge und ein Ventil (nicht gezeigt) vorhanden sind, um den Abgasstrom von einer Leitung zur anderen zu leiten. Das Steuergerät **12** kann die Katalysatortemperatur auch dadurch erhöhen, daß eine elektrische Heizvorrichtung (nicht gezeigt) angesteuert wird, die mit dem Katalysator **20** verbunden ist. Zum Beispiel kann das Steuergerät **12** den Strom des elektrischen Heizgeräts (nicht gezeigt) in Reaktion auf eine gemessene Katalysatortemperatur verstärken. Außerdem kann das Steuergerät **12** die Katalysatortemperatur dadurch erhöhen, daß es das Abgas entzündet. So können dem Abgasstrom zum Beispiel zusätzlich Kraftstoff und Luft zugeführt werden, wodurch eine brennbare Mischung gebildet wird. Dies kann zum Beispiel dadurch erreicht werden, daß der Abgasanlage eine Kraftstoffeinspritzdüse (nicht gezeigt) und eine Luftpumpe (nicht gezeigt) hinzugefügt werden. Darüber hinaus kann das Steuergerät **12** die Katalysatortemperatur herabsetzen, indem es die oben beschriebenen Vorgänge in umgekehrter Weise durchführt.

[0040] Wie außerdem in Fig. 6 zu sehen ist, betätigt der von dem Steuergerät **12** ausgeführte Programmablauf dann den Motor in einem fetten Zustand

(Schritt 402). Das Steuergerät **12** kann den Motor in einem fetten Zustand über ein erstes vorbestimmtes Zeitintervall einstellen, indem es zum Beispiel das gewünschte Luft/Kraftstoffverhältnis AFd einstellt, wie es oben speziell unter Bezugnahme auf Fig. 3 beschrieben worden ist. Im Schritt 404 betätigt der Programmablauf dann den Motor in einem mageren Zustand. Das Steuergerät **12** kann den Motor in einem mageren Zustand über ein vorbestimmtes Intervall betätigen, indem es zum Beispiel das gewünschte Luft/Kraftstoffverhältnis AFd einstellt und nicht ausreichend Kraftstoff für eine vollständige Verbrennung einspritzt, eine Luftpumpe aktiviert, um dem Abgas Luft beizumengen, oder die Einspritzdüsen deaktiviert, und zwar bei einigen oder allen Einspritzdüsen, während der Motor in Betrieb ist, oder durch jedes andere Verfahren, das den Fachleuten auf diesem Gebiet bekannt ist und durch diese Offenbarung vorgeschlagen wird.

[0041] Der von dem Steuergerät **12** durchgeführte Programmablauf zur Regelung der Katalysatortemperatur wird nun unter Bezugnahme auf Fig. 7 beschrieben. Im Schritt 500 wird dann, wenn die Katalysatortemperatur unterhalb der gewünschten Katalysatortemperatur liegt, das Steuergerät **12** dahingehend aktiv, daß es die Katalysatortemperatur wie oben beschrieben erhöht (Schritt 502). Wenn die Katalysatortemperatur über der gewünschten Katalysatortemperatur liegt, dann wird das Steuergerät **12** dahingehend aktiv, daß es die Katalysatortemperatur herabsetzt (Schritt 504), wie oben beschrieben worden ist. Wenn der Motor in einem stöchiometrischen Zustand betrieben wird, dann ist das bevorzugte Verfahren zur Steigerung der Katalysatortemperatur auf die gewünschte Katalysatortemperatur die Zündzeitpunktverstellung. Wenn der Motor in einem fetten oder mageren Zustand betrieben wird, dann ist das bevorzugte Verfahren zur Aufrechterhaltung der Katalysatortemperatur auf der gewünschten Katalysatortemperatur ebenfalls die Steuerung der Zündzeitpunktverstellung. Aber wenn der Motor in einem mageren Zustand betrieben wird, dann ist aufgrund der Wirkung des mageren Luft/Kraftstoffverhältnisses eine geringere Zündzeitpunktverzögerung notwendig.

[0042] Damit schließt die Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels. Beim Lesen derselben wird den Fachleuten auf diesem Gebiet viele Abwandlungen und Modifikationen einfallen, ohne daß vom Geist und dem Rahmen der Erfindung abgewichen wird. So können zum Beispiel viele verschiedene Arten von Katalysatorüberwachungsanlagen verwendet werden. Es gibt auch unzählige Varianten, den fetten und mageren Motorbetrieb vorzusehen und die Abgastemperatur zu regeln. Folglich soll der Rahmen der Erfindung von den nachfolgenden Ansprüchen begrenzt werden.

### Patentansprüche

1. Katalysatorentgiftungsverfahren für einen Verbrennungsmotor (10) mit folgenden Schritten:

- Erzeugen eines Katalysatorkontaminierungssignals, wenn die Katalysatoreffizienz unter einen gewünschten Wert fällt;
- Erhöhen der Katalysatortemperatur infolge des Katalysatorkontaminierungssignals und
- Betätigen des Motors in einem fetten Zustand über ein erstes vorbestimmtes Intervall nach der Temperaturerhöhung, **dadurch gekennzeichnet**, daß als zusätzlicher Schritt der Motor in einem mageren Zustand über ein zweites vorbestimmtes Intervall betätigt wird, das auf das erste vorbestimmte Intervall folgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Signalerzeugungsschritt außerdem die folgenden Schritte umfaßt:

Messen einer Anzahl von Übergängen von einem ersten Zustand in einen zweiten Zustand eines Sauerstoffsensors (16) der stromaufwärts von einem Katalysator (20) angeordnet ist; und  
Anzeigen der Katalysatoreffizienz durch das Berechnen eines Verhältnisses zwischen den Übergängen in dem stromaufwärtigen Sauerstoffsensor (16) und den Übergängen in einem stromabwärtigen Sauerstoffsensor (24), der stromabwärts von dem Katalysator (20) angeordnet ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Erhöhungsschritt außerdem den Schritt des Erhöhens der Katalysatortemperatur durch das Erzeugen einer exothermen Reaktion umfaßt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Erhöhungsschritt außerdem den Schritt des Erhöhens der Katalysatortemperatur durch das Einstellen der Motorbetriebsparameter umfaßt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Erhöhungsschritt außerdem den Schritt des Verzögerns des Zündzeitpunkts umfaßt.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Erhöhungsschritt außerdem den Schritt des Erhöhens der Katalysatortemperatur durch das Variieren der Länge eines Abgaskrümmers (48) umfaßt.

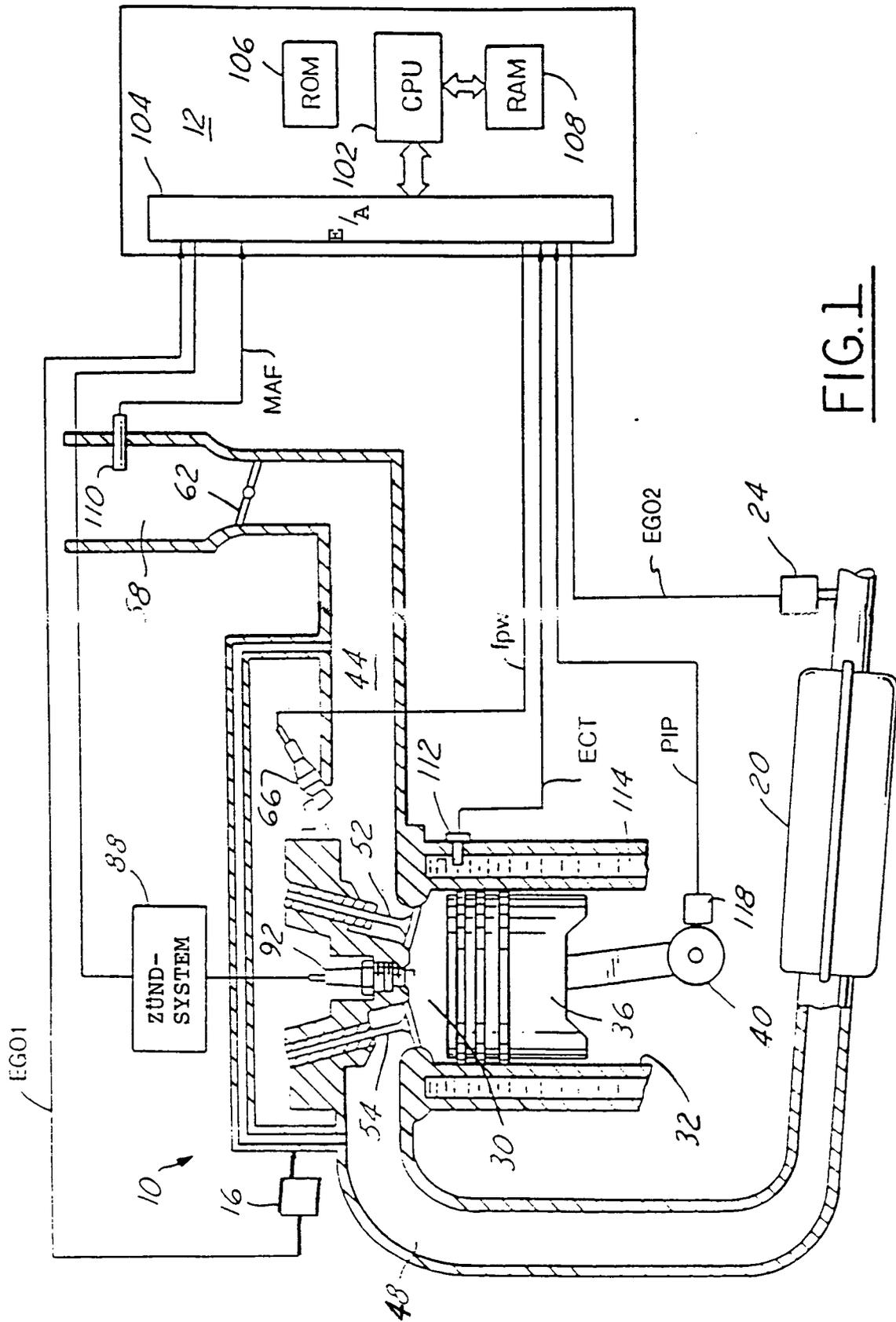
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Erhöhungsschritt außerdem den Schritt des Erhöhens der Katalysatortemperatur durch die Ansteuerung einer elektrischen Heizvorrichtung umfaßt, die mit dem Katalysator (20) verbunden ist.

8. Katalysatorentgiftungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß nach Betreiben des Motors (10) einem mageren Zustand die Katalysatoreffizienz erneut gemessen wird und daß eine Störanzeige aktiviert wird, wenn die erneut gemessene Katalysatoreffizienz unter einem gewünschten Wert liegt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die vorbestimmte Temperatur bei 1250°F (ca. 676,7°C) liegt.

10. Motorsteuersystem zur Regelung des Luft-/Kraftstoffverhältnisses und gleichzeitig zur Durchführung eines Katalysatorentgiftungsverfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, mit einem Verbrennungsmotor (10), der eine Kraftstoffverbrennung bei magerer Luft-/Kraftstoffverhältnissen sowie auch bei fetten Luft/Kraftstoffverhältnissen durchführen kann, einer Abgasleitung, die mit dem Motor verbunden ist, einem Katalysator (20), der mit der Abgasleitung verbunden ist und anfällig ist für eine Kontaminierung durch ein Abgas, das Schwefel enthält, einem ersten Sauerstoffsensor (16), der stromaufwärts von dem Katalysator angeordnet ist, gekennzeichnet durch einen zweiten Sauerstoffsensor (24), der stromabwärts von dem Katalysator (20) angeordnet ist, eine Effizienzüberwachungsanlage zum Messen der Katalysatoreffizienz, indem eine erste Anzahl von Übergängen von einem ersten Zustand in einen zweiten Zustand des ersten Sauerstoffsensors gemessen wird, eine zweite Anzahl von Übergängen von einem ersten Zustand in einen zweiten Zustand des zweiten Sauerstoffsensors (24) gemessen wird, und ein Verhältnis zwischen den ersten und zweiten Zahlen der Übergänge berechnet wird, und ein Entgiftungssteuerungsgerät.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen



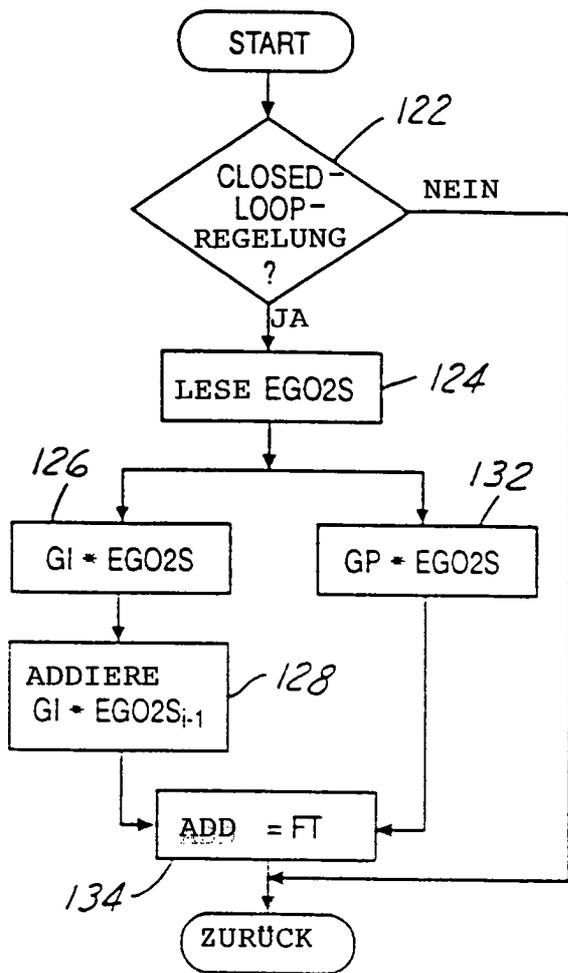


FIG. 2

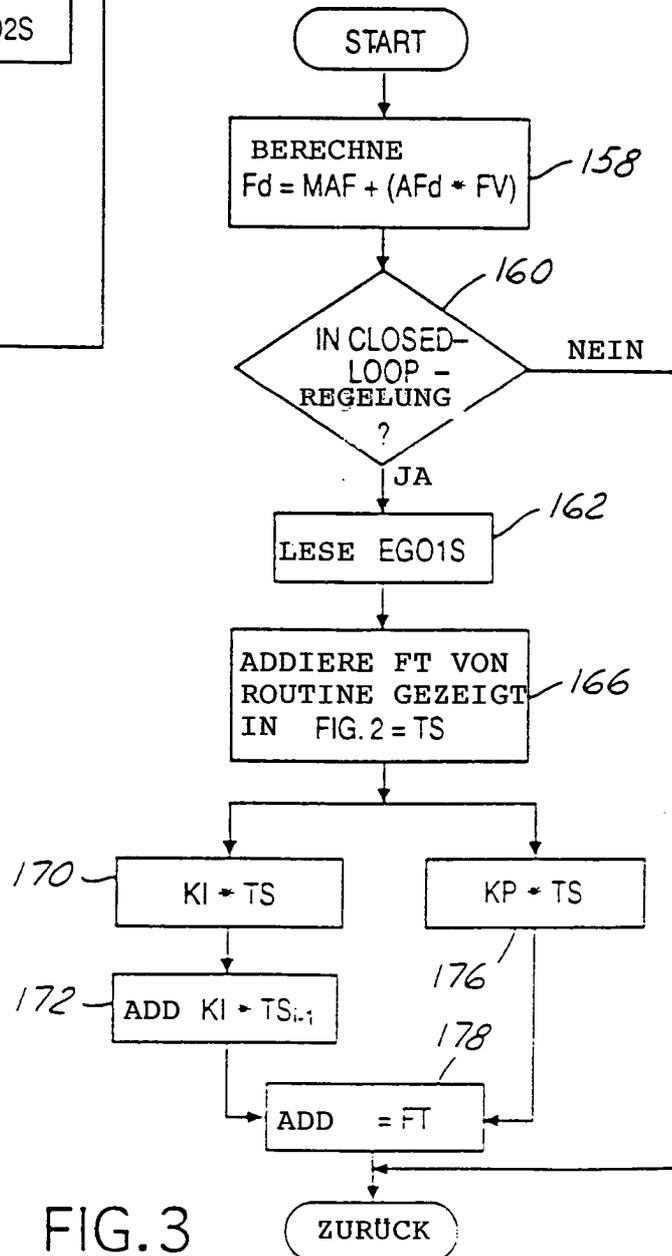


FIG. 3

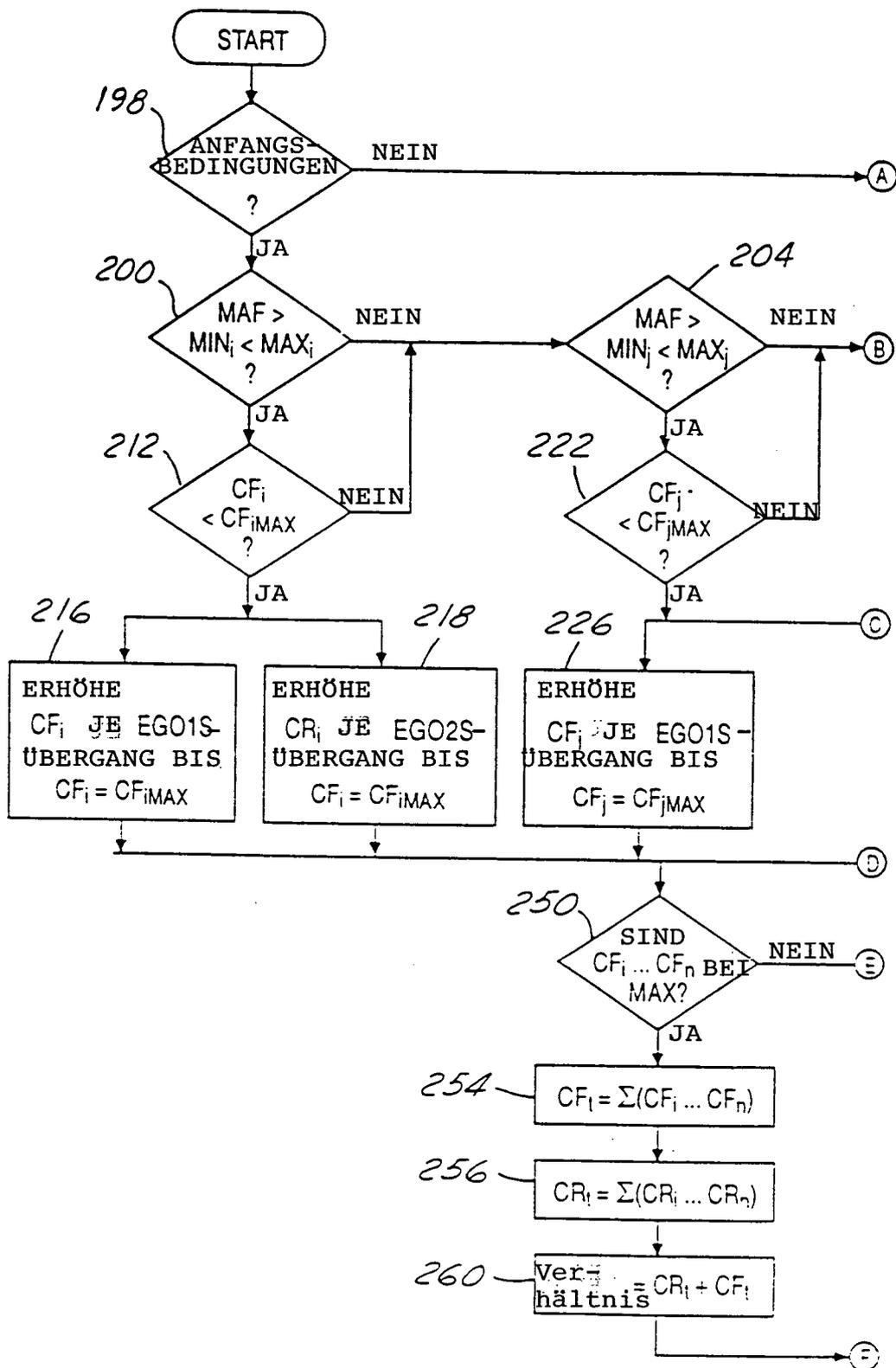


FIG. 4A

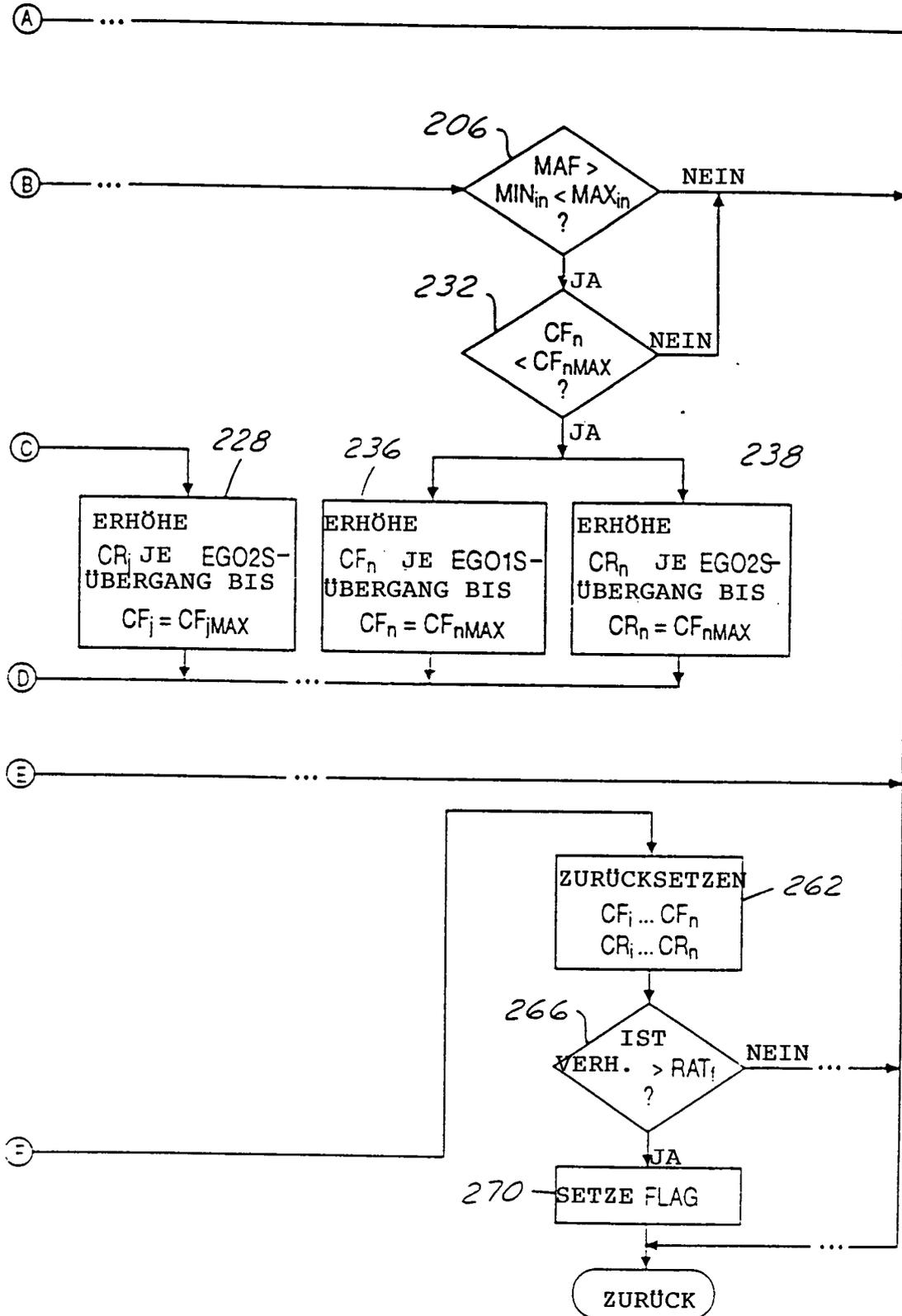


FIG. 4B

