



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 60 2004 012 501 T2 2009.04.16**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 512 856 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2004 012 501.6**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 020 991.8**

(96) Europäischer Anmeldetag: **03.09.2004**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **09.03.2005**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **19.03.2008**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **16.04.2009**

(51) Int Cl.⁸: **F02D 11/10 (2006.01)**

F02D 41/14 (2006.01)

F02D 41/00 (2006.01)

F01M 13/02 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

2003311292 03.09.2003 JP

(73) Patentinhaber:

Honda Motor Co., Ltd., Tokyo, JP

(74) Vertreter:

**Hössle Kudlek & Partner, Patentanwälte, 70173
Stuttgart**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, GB

(72) Erfinder:

**Toyoshima, Hirokazu, 1-4-1 Chuo, Wako-shi,
Saitama, JP; Oie, Naoki, 1-4-1 Chuo, Wako-shi,
Saitama, JP; Nagashima, Masaaki, 1-4-1 Chuo,
Wako-shi, Saitama, JP; Takagi, Yasuo, 1-4-1 Chuo,
Wako-shi, Saitama, JP**

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Steuerung der Ansaugluftmenge einer Brennkraftmaschine**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Steuervorrichtung zum Steuern der Menge an Einlassluft in den Motor gemäß bzw. entsprechend einem Leck in einem Umgehungsgaskanal.

[0002] Es ist bekannt, dass ein Steuerventil, das in einem Ansaugkrümmer angeordnet ist, der mit einer Brennkraftmaschine (nachstehend als "Motor" bezeichnet) verbunden ist, mit den Jahren der Verwendung auf Grund einer Ablagerung von Schmieröl und Verbrennungsprodukten mit Kohlenstoff (er kann als Kohlenstoffablagerung bezeichnet werden) verstopft wird.

[0003] Die japanische registrierte Gebrauchsmusteranmeldung Nr. 2558153 offenbart eine Anordnung zum Korrigieren der Menge an Einlassluft gemäß dem Verstopfungsgrad eines Umleitventils, das in einem Kanal angeordnet ist, der ein Drosselventil umgeht.

[0004] Gemäß der Anordnung ist außerdem ein Ventil zum Erhöhen/Verringern der Menge an Einlassluft im Umgehungskanal vorgesehen. Bei einer ersten Sollmotordrehzahl werden ein Öffnungsgrad D1 des Umleitventils, wenn sich das zusätzliche Ventil in einer geschlossenen Position befindet, und ein Öffnungsgrad D2 des Umleitventils, wenn sich das zusätzliche Ventil in einer offenen Position befindet, gelernt. Wenn das zusätzliche Ventil geschlossen ist, wenn das Öffnen des Umleitventils auf D2 festgelegt ist, nimmt die Motordrehzahl ab. Das zusätzliche Ventil wird dann geöffnet, um einen Öffnungsgrad D3 des Umleitventils zu lernen. Eine Charakteristik der Einlassluftmenge in Bezug auf den Öffnungsgrad des Umleitventils wird so aktualisiert, dass Änderungen der Einlassluftmenge, wenn sich der Öffnungsgrad des Umleitventils von D1 auf D2 ändert, gleich Änderungen der Einlassluftmenge sind, wenn sich der Öffnungsgrad des Umleitventils von D2 auf D3 ändert. Folglich wird die Genauigkeit der Steuerung der Einlassluftmenge durch Aktualisieren der Charakteristik der Einlassluftmenge verbessert.

[0005] Andererseits kann Umgehungsgas aus einer Verbrennungskammer zu einem Kurbelgehäuse des Motors austreten. Es gibt eine herkömmliche Anordnung zum Zurückführen des Umgehungsgases in ein Einlassluftsystem des Motors, um die Emission eines solchen Umgehungsgases an die Atmosphäre zu verhindern. Die ungeprüfte japanische Patentanmeldung (Kokai) Nr. 2002-130035 offenbart eine Anordnung zum Erfassen eines Lecks (einschließlich einer Trennung und eines Lochs) eines Kanals, der dazu ausgelegt ist, das Umgehungsgas in das Einlassluftsystem zurückzuführen. Gemäß der Anordnung wird,

wenn eine Differenz zwischen der Menge an Luft, die tatsächlich in den Motor eingeführt wird, und einer Sollmenge an Einlassluft, die durch ein Steuergerät berechnet wird, einen vorbestimmten Wert überschreitet, festgestellt, dass ein Leck aufgetreten ist.

[0006] Gemäß der herkömmlichen Anordnung bzw. Vorgehensweise kann, wenn die Einlassluftmenge auf Grund eines Lecks im Umgehungsgaskanal zunimmt, irrtümlich festgestellt werden, dass eine Verstopfung des im Ansaugkrümmer angeordneten Steuerventils beseitigt wurde. Die Charakteristik der Einlassluftmenge kann unangemessen aktualisiert werden. Nachdem das Leck des Umgehungsgaskanals repariert ist, kann die Steuerung der Einlassluftmenge auf der Basis einer solchen unangemessenen Charakteristik der Einlassluftmenge starten.

[0007] Dies kann eine Instabilität in der Betriebsbedingung des Motors verursachen.

[0008] Wenn die Charakteristik der Einlassluftmenge aktualisiert wird, sofort nachdem ein Leck auftritt, wird festgestellt, dass eine tatsächliche Einlassluftmenge in den Motor auf eine Solleinlassmenge konvergiert ist. Eine solche Aktualisierung beseitigt eine Differenz zwischen der tatsächlichen und der Solleinlassluftmenge, was es schwierig machen kann, das Leck zu erfassen.

[0009] Folglich existiert ein Bedarf für eine Steuervorrichtung, die in der Lage ist, die Aktualisierung der Charakteristik der Einlassluftmenge zu verhindern, wenn ein Leck im Umgehungsgaskanal erfasst wird. Es existiert auch ein Bedarf für eine Steuervorrichtung, die in der Lage ist, eine Geschwindigkeit der Aktualisierung der Charakteristik der Einlassluftmenge einzustellen, um die Erfassung eines Lecks im Umgehungsgaskanal sicherzustellen.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0010] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine Steuervorrichtung zum Steuern der Menge an Einlassluft in einen Motor geschaffen. Die Steuervorrichtung umfasst ein Steuerventil, das in einem Einlassluftkanal in den Motor vorgesehen ist, und ein Steuergerät. Das Steuergerät aktualisiert einen Verstopfungskoeffizienten auf der Basis eines Rückkopplungskorrekturbetrags für die Rückkopplungssteuerung einer Drehzahl des Motors während des Leerlaufbetriebs. Der Verstopfungskoeffizient gibt einen Verstopfungsgrad des Einlassluftkanals an. Das Steuergerät bestimmt einen Sollöffnungsgrad des Steuerventils auf der Basis des Verstopfungskoeffizienten und bewirkt, dass ein Öffnungsgrad des Steuerventils auf den Sollöffnungsgrad konvergiert. Das Steuergerät ist ferner so konfiguriert, dass es die Aktualisierung des Verstopfungskoeffizienten verhindert, wenn ein Leck in einem Umgehungsgaskanal,

der zwischen den Motor und den Einlassluftkanal geschaltet ist, erfasst wird.

[0011] Die vorliegende Erfindung schafft auch ein Verfahren gemäß Anspruch 9.

[0012] Da gemäß der Erfindung die Aktualisierung des Verstopfungskoeffizienten verhindert wird, wenn ein Leck im Umgehungsgaskanal zwischen dem Motor und dem Einlassluftkanal erfasst wird, wird verhindert, dass die Einlassluftcharakteristik auf der Basis einer irrtümlichen Feststellung, dass die Verstopfung beseitigt wurde, aktualisiert wird. Nachdem der Umgehungsgaskanal repariert ist, kann die Einlassluftmengensteuerung auf der Basis einer geeigneten Einlassluftcharakteristik starten.

[0013] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird der Verstopfungskoeffizient so aktualisiert, dass eine Differenz zwischen einem momentanen Wert des Verstopfungskoeffizienten und einem vorherigen Wert des Verstopfungskoeffizienten innerhalb eines vorbestimmten Bereichs liegt. Folglich wird ein Bereich, in dem der Verstopfungskoeffizient aktualisiert wird, begrenzt. Eine solche Begrenzung verhindert, dass sich die Einlassluftcharakteristik sofort ändert. Da eine Rate, mit der die Einlassluftcharakteristik aktualisiert wird, begrenzt wird, wird sichergestellt, dass ein Leck im Umgehungsgaskanal erfasst wird.

[0014] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird eine gesteuerte Variable zum Steuern des Öffnungsgrades des Steuerventils auf der Basis des Rückkopplungskorrekturbetrages bestimmt. Der Sollöffnungsgrad des Steuerventils wird auf der Basis der gesteuerten Variable und des Verstopfungskoeffizienten bestimmt.

[0015] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird der Rückkopplungskorrekturbetrag geglättet, um einen Lernwert zu bestimmen. Der Verstopfungskoeffizient wird auf der Basis des Lernwerts bestimmt.

[0016] Bevorzugte Ausführungsformen werden nun lediglich beispielhaft mit Bezug auf die Zeichnungen beschrieben.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0017] [Fig. 1](#) ist ein schematisches Diagramm, das einen Motor und ein Steuergerät gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0018] [Fig. 2](#) zeigt ein Blockdiagramm einer Einlassluftmengen-Steuervorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0019] [Fig. 3](#) ist ein Graph, der zeitabhängige Ände-

rungen des ersten und des zweiten Lernwerts gemäß der Verstopfung in einem Ansaugkrümmer gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0020] [Fig. 4](#) zeigt eine Karte zum Bestimmen eines Verstopfungskoeffizienten gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0021] [Fig. 5](#) zeigt eine Karte zum Bestimmen eines Solldrosselöffnungsgrades THICMD gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0022] [Fig. 6](#) zeigt einen Ablaufplan eines Prozesses zum Berechnen eines ersten Lernwerts gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0023] [Fig. 7](#) zeigt einen Ablaufplan eines Prozesses zum Bestimmen eines Lernerlaubnisbereichs gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0024] [Fig. 8](#) zeigt einen Ablaufplan eines Prozesses zum Berechnen eines zweiten Lernwerts gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0025] [Fig. 9](#) zeigt einen Ablaufplan eines Prozesses zum Berechnen eines Verstopfungskoeffizienten gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0026] [Fig. 10](#) zeigt einen Ablaufplan eines Prozesses zum Berechnen eines Solldrosselöffnungsgrades gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0027] [Fig. 11](#) zeigt einen Ablaufplan eines Prozesses zum Erfassen eines Lecks in einem Umgehungsgaskanal gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0028] [Fig. 12](#) zeigt einen Graphen, der einen Effekt einer Einlassluftmengensteuerung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0029] Mit Bezug auf die Zeichnungen werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung beschrieben. [Fig. 1](#) ist ein Blockdiagramm, das eine Brennkraftmaschine (nachstehend als Motor bezeichnet) und ein Steuergerät zum Steuern der Leerlaufdrehzahl des Motors gemäß einer Ausführungsform der Erfindung zeigt. Ein Motor **10** ist beispielsweise ein Vierzylinder-Kraftfahrzeugmotor.

[0030] Ein Drosselventil **14** ist in einem Ansaugkrümmer **12** angeordnet. Das Drosselventil **14** wird durch einen Aktor **18** gemäß einem Steuersignal von

einem elektronischen Steuergerät (ECU) **60** angetrieben. Auf der Basis eines Ausgangssignals von einem Gaspedal-Öffnungssensor (nicht dargestellt) sendet das ECU **60** das Steuersignal zum Aktor **18** zum Steuern eines Öffnungsgrades des Drosselventils **14**. Diese Anordnung wird Drive-by-Wire-Anordnung genannt. Eine andere Anordnung kann verwendet werden. Ein Draht **16** wird beispielsweise mit dem Gaspedal verbunden, so dass das Gaspedal das Drosselventil direkt steuert. Die Menge an in den Motor eingelassener Luft wird durch Steuern eines Öffnungsgrades des Drosselventils eingestellt.

[0031] Ein Drosselventil-Öffnungssensor **20** ist nahe dem Drosselventil **14** angeordnet, um ein einem Öffnungsgrad θ_{TH} des Drosselventils entsprechendes Signal auszugeben.

[0032] Ein Kraftstoffeinspritzventil **24** ist für jeden Zylinder zwischen dem Drosselventil **14** und einem Einlassventil des Motors **10** angeordnet. Das Kraftstoffeinspritzventil **24** ist mit einer Kraftstoffpumpe (nicht dargestellt) verbunden, um eine Kraftstoffzufuhr von einem Kraftstofftank (nicht dargestellt) durch die Kraftstoffpumpe zu empfangen. Das Kraftstoffeinspritzventil **24** wird gemäß einem Steuersignal vom ECU **60** angetrieben.

[0033] Ein Umgehungsgaskanal **25** ist zwischen einem Kurbelgehäuse (nicht dargestellt) des Motors **10** und dem Ansaugkrümmer **12** angeordnet. Der Umgehungsgaskanal **25** führt das Umgehungsgas zum Ansaugkrümmer **12** zurück. Das Umgehungsgas ist ein Gasleck in das Kurbelgehäuse des Motors **1**. Ein PVC-Ventil (Ventil zur zwangsläufigen Kurbelgehäuselüftung) **26** ist an einem Abschnitt angeordnet, an dem der Umgehungsgaskanal **25** mit dem Kurbelgehäuse verbunden ist.

[0034] Ein Ansaugkrümmer-Drucksensor **32** und ein Einlassluft-Temperatursensor **34** sind stromabwärts des Drosselventils **14** im Ansaugkrümmer **12** angeordnet. Diese Sensoren geben elektrische Signale aus, die den absoluten Druck P_b bzw. die Temperatur T_A im Ansaugkrümmer **12** darstellen.

[0035] Ein Motorwassertemperatur-Sensor (Tw-Sensor) **36** ist an der Zylinderumfangswand, die mit Kühlwasser gefüllt ist, des Zylinderblocks des Motors **10** angebracht. Eine Temperatur des Motorkühlwassers, die durch den Tw-Sensor **36** erfasst wird, wird zum ECU **60** gesandt.

[0036] Ein Zylinderunterscheidungssensor (CYL) **40** ist um eine Nockenwelle oder eine Kurbelwelle des Motors **10** angeordnet, um ein Zylinderunterscheidungssignal CYL, beispielsweise in einer vorbestimmten Kurbelwinkelposition des ersten Zylinders, auszugeben. Ein TDC-Sensor **42** und ein Kurbelwinkelsensor (CRK) **44** sind angeordnet. Der TDC-Sen-

sor **42** gibt ein TDC-Signal in einer Kurbelwinkelposition aus, die einer Position eines oberen Totpunkts (TDC) des Kolbens für jeden Zylinder zugeordnet ist. Der CRK-Sensor **44** gibt ein CRK-Signal in einer vorbestimmten Kurbelwinkelposition aus. Die Zykluslänge des CRK-Signals (beispielsweise 30 Grad) ist kürzer als die Zykluslänge des TDC-Signals.

[0037] Ein Auslasskrümmer **46** ist mit dem Motor **10** verbunden. Abgas von der Verbrennung wird durch einen Katalysatorumsetzer **50** gereinigt und dann ausgesandt. Ein Luft/Kraftstoff-Verhältnis-Sensor (LAF-Sensor) **52** mit vollem Bereich ist stromaufwärts des Katalysatorumsetzers **50** angeordnet. Der LAF-Sensor **52** gibt ein Signal aus, das die Sauerstoffkonzentration im Abgas in einer breiten Luft/Kraftstoff-Verhältnis-Zone von einer reichen Zone, in der das Luft/Kraftstoff-Verhältnis reicher ist als das theoretische Luft/Kraftstoff-Verhältnis, zu einer äußerst mageren Zone darstellt.

[0038] Ein Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **54** ist um eine Antriebswelle angeordnet, die die Räder antreibt, um ein Signal pro vorbestimmter Anzahl von Drehungen der Antriebswelle auszugeben. Ein Atmosphärendrucksensor **56** ist im Fahrzeug vorgesehen, um ein dem Atmosphärendruck entsprechendes Signal auszugeben.

[0039] Die Ausgangssignale dieser Sensoren werden zum ECU **60** gesandt. Das ECU **60** wird typischerweise durch einen Mikrocomputer implementiert. Das ECU **60** weist eine Prozessor-CPU **60a** zum Durchführen von Berechnungen, einen ROM **60b** zum Speichern von Steuerprogrammen, verschiedenen Daten und Tabellen und einen RAM **60c** zum vorübergehenden Speichern der Rechenergebnisse durch die CPU **60a** und anderer Daten auf. Die Ausgangssignale der verschiedenen Sensoren werden in eine Eingabeschnittstelle **60d** des ECU **60** eingegeben. Die Eingabeschnittstelle **60d** umfasst eine Schaltung zum Formen von Eingangssignalen, um ihre Spannungspegel zu modifizieren, und einen A/D-Umsetzer zum Umsetzen der Signale von analog in digital.

[0040] Die CPU **60a** zählt CRK-Signale vom Kurbelwinkelsensor **44**, um eine Motordrehzahl NE zu erfassen, und zählt Signale vom Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **54**, um eine Fahrzeuggeschwindigkeit VP zu erfassen. Die CPU **60a** führt Operationen gemäß den im ROM **60b** gespeicherten Programmen durch, um Antriebssignale zum Kraftstoffeinspritzventil **24**, zum Drosselventilaktor **18** und zu anderen Elementen über eine Ausgabeschnittstelle **60e** zu senden.

[0041] Alternativ kann ein mechanisches Drosselventil anstelle des vorstehend beschriebenen Drosselventils **14**, das elektrisch zum Öffnen/Schließen

angetrieben wird, verwendet werden. In diesem Fall ist ein elektromagnetisches Ventil, das zum Öffnen/Schließen gemäß einem Steuersignal vom ECU angetrieben wird, in einem Kanal vorgesehen, der das Drosselventil umgeht. Die Menge an Luft, die in den Motor eingelassen wird, kann durch Steuern eines Öffnungsgrades des elektromagnetischen Ventils eingestellt werden. Es sollte beachtet werden, dass der Begriff "Einlassluftkanal" einen solchen Umgehungskanal umfasst.

[0042] [Fig. 2](#) zeigt ein Blockdiagramm einer Einlassluftmengen-Steuervorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Jeweilige Blöcke werden typischerweise vom ECU **60** implementiert. Eine Rückkopplungssteuereinheit **71** führt eine Rückkopplungssteuerung zum Steuern des Öffnungsgrades des Drosselventils durch, so dass die Motordrehzahl während eines Motorleerlaufs auf eine Sollzahl konvergiert. Eine PID-Regelung wird beispielsweise als Rückkopplungssteuerung verwendet. Die Rückkopplungssteuereinheit **71** berechnet eine gesteuerte Variable ICMDTH zum Steuern des Öffnungsgrades des Drosselventils. Die gesteuerte Variable wird beispielsweise gemäß der folgenden Gleichung (1) berechnet:

$$\text{ICMDTH} = (\text{IFB} + \text{ILOAD}) \times \text{KIPA} + \text{IPA} \quad (1)$$

[0043] In der Gleichung (1) stellt IFB einen Rückkopplungskorrekturbetrag (oder eine Rückkopplungsverstärkung) dar. Im Fall der Verwendung der PID-Regelung umfasst der Rückkopplungskorrekturbetrag einen Proportional-Verstärkungsfaktor, einen Integral-Verstärkungsfaktor und einen Differenzier-Verstärkungsfaktor. LOAD stellt einen Lastkorrekturterm dar, der gemäß einer dem Motor auferlegten elektrischen Last, einer Kompressorlast einer Klimaanlage, einer Servolenkungslast, und ob ein Automatikgetriebe in Gang ist oder nicht, festgelegt wird. KIPA und IPA sind ein Korrekturkoeffizient und ein Korrekturterm, die gemäß dem Atmosphärendruck festgelegt werden.

[0044] Ein Lernwertrechner **73** berechnet einen ersten Lernwert IXREFN und einen zweiten Lernwert IXREFDBW auf der Basis des obigen Integral-Verstärkungsfaktors.

[0045] Ein Beispiel von zeitabhängigen Änderungen dieser Lernwerte wird mit Bezug auf [Fig. 3](#) beschrieben. Der erste Lernwert (IXREFN), der durch eine gestrichelte Linie gezeigt ist, gibt einen Wert an, der durch Glätten des Integral-Verstärkungsfaktors (IAIN) erhalten wird. Der zweite Lernwert (IXREFDBW), der durch eine durchgezogene Linie gezeigt ist, gibt einen Wert an, der durch Glätten des ersten Lernwerts erhalten wird. [Fig. 3](#) zeigt einen Zustand, in dem sich der erste Lernwert und der zweite Lernwert auf Grund einer Verstopfung des Ansaugkrüm-

mers (einschließlich des Drosselventils) ändern, die mit den Verwendungsjahren verursacht werden kann. Der erste und der zweite Lernwert nehmen zu, da die Einlassluftmenge in den Motor abnimmt, wenn der Verstopfungsgrad zunimmt.

[0046] Durch Berechnen des zweiten Lernwerts unter Verwendung des Integral-Verstärkungsfaktors IAIN, der für die Rückkopplungssteuerung der Motordrehzahl während des Leerlaufbetriebs verwendet wird, kann folglich festgestellt werden, wie sich die Verstopfung des Ansaugkrümmers ändert.

[0047] Wieder mit Bezug auf [Fig. 2](#) berechnet ein Verstopfungskoeffizientenrechner **74** einen Verstopfungskoeffizienten KTHC auf der Basis des zweiten Lernwerts IXREFDBW. Der Verstopfungskoeffizient KTHC gibt an, in welchem Grad sich der Ansaugkrümmer verstopft.

[0048] Wenn der Wert des Verstopfungskoeffizienten größer ist, nimmt der Verstopfungsgrad zu. In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird der Verstopfungskoeffizient KTHC so berechnet, dass eine Differenz zwischen dem momentanen Wert des Verstopfungskoeffizienten KTHC, der im momentanen Betriebszyklus berechnet wird, und einem vorherigen Wert des Verstopfungskoeffizienten KTHC, der im vorherigen Betriebszyklus berechnet wurde, innerhalb eines vorbestimmten Bereichs gehalten wird.

[0049] Ein Drosselöffnungsgradrechner **72** berechnet einen Sollöffnungsgrad THICMD des Drosselventils auf der Basis der gesteuerten Variable ICMDTH und des Verstopfungskoeffizienten KTHC. Der Öffnungsgrad des Drosselventils wird so gesteuert, dass er auf den Drosselventil-Sollöffnungsgrad THICMD konvergiert. Folglich wird das Drosselventil auf den Öffnungsgrad gesteuert, der gemäß dem Verstopfungsgrad des Ansaugkrümmers festgelegt wird. Der Öffnungsgrad des Drosselventils wird so festgelegt, dass er größer ist, wenn der Verstopfungsgrad zunimmt, so dass die Sollluftmenge in den Motor eingelassen werden kann.

[0050] Ein Leckdetektor **75** erfasst ein Leck (einschließlich eines Lochs und einer Trennung) des Umgehungsgaskanals **25**. Die Erfassung kann unter Verwendung eines beliebigen geeigneten Verfahrens implementiert werden. Wenn ein Leck des Umgehungsgaskanals **25** erfasst wird, setzt der Leckdetektor **75** ein Kennzeichen F_PCV. Wenn das Kennzeichen F_PCV gesetzt ist, verhindert der Verstopfungskoeffizientenrechner **74** die Berechnung des Verstopfungskoeffizienten KTHC.

[0051] Wenn ein Leck im Umgehungsgaskanal **25** auftritt, nimmt die Einlassluftmenge zu. Wenn die Berechnung des Verstopfungskoeffizienten fortgesetzt

wird, verursacht eine solche Erhöhung der Einlassluftmenge eine irrtümliche Feststellung, dass die Verstopfung beseitigt wurde. Um eine solche irrtümliche Feststellung zu vermeiden, wird die Berechnung des Verstopfungskoeffizienten KTHC verhindert, wenn ein Leck im Umgehungsgaskanal **25** erfasst wird.

[0052] Mit Bezug auf [Fig. 4](#) wird ein spezielles Verfahren zum Berechnen des Verstopfungskoeffizienten KTHC beschrieben. Die Fig. zeigt eine Karte, die den Öffnungsgrad THICMD des Drosselventils angibt, der gemäß der Menge der in den Motor eingelassenen Luft festgelegt werden soll. Es sollte beachtet werden, dass die linke und die rechte vertikale Achse für den Erläuterungszweck denselben Maßstab angeben.

[0053] Ein Bezugszeichen **81** gibt eine Drosselcharakteristik an, wenn keine Verstopfung im Ansaugkrümmer vorliegt. Die Drosselcharakteristik verschiebt sich entlang einer Richtung eines Pfeils **82**, wenn die Verstopfung des Ansaugkrümmers zunimmt. Ein Bezugszeichen **83** gibt eine Drosselcharakteristik an, wenn festgestellt wird, dass eine maximale Verstopfung im Ansaugkrümmer vorliegt. Die maximale Verstopfung gibt einen Zustand an, jenseits dessen die Einlassluftmengensteuerung durch das Drosselventil unmöglich sein kann.

[0054] Ein Referenzwert IXREFBASE ist vorbestimmt. Der Referenzwert IXREFBASE wird typischerweise auf der Basis einer Luftmenge, jenseits der eine Verstopfung im Ansaugkrümmer auftreten kann, bestimmt. Mit anderen Worten, wenn die in den Motor eingelassene Luftmenge den Referenzwert IXREFBASE übersteigt, gibt es eine Möglichkeit an, dass eine Verstopfung im Ansaugkrümmer aufgetreten ist.

[0055] Ein unterer Grenzwert des Drosselöffnungsgrades am Referenzwert IXREFBASE wird als unterer Referenzgrenzwert THX bezeichnet. Ein oberer Grenzwert des Drosselöffnungsgrades am Referenzwert IXREFBASE wird als oberer Referenzgrenzwert THMAX bezeichnet. Der Verstopfungskoeffizient KTHC nimmt einen Wert innerhalb eines Bereichs an, der durch den unteren Referenzgrenzwert THX und den oberen Referenzgrenzwert THMAX definiert ist. In dieser Ausführungsform ist der Verstopfungskoeffizient KTHC so definiert, dass ein Wert des Verstopfungskoeffizienten KTHC, der dem unteren Referenzgrenzwert THX entspricht, Null ist und ein Wert des Koeffizienten KTHC, der dem oberen Referenzgrenzwert THMAX entspricht, 1 ist. Wenn der Wert von KTHC größer ist, gibt er an, dass eine Verstopfung im Ansaugkrümmer größer ist.

[0056] Die in den Motor eingelassene Luftmenge wird typischerweise durch die gesteuerte Variable ICMDTH dargestellt. Wie vorstehend beschrieben,

wird die gesteuerte Variable ICMDTH auf der Basis des Rückkopplungskorrekturbetrages, der den Integral-Verstärkungsfaktor umfasst, berechnet. Der Verstopfungsgrad im Ansaugkrümmer wird jedoch im zweiten Lernwert widergespiegelt, der auf der Basis des Integral-Verstärkungsfaktors berechnet wird. Um den Verstopfungskoeffizienten zu berechnen, nimmt daher der Verstopfungskoeffizientenrechner **74** auf die Karte auf der Basis des zweiten Lernwerts IXREFDBW Bezug.

[0057] Ein oberer Grenzwert thdbwmax und ein unterer Grenzwert thdbwx, die dem zweiten Lernwert IXREFDBW entsprechen, werden auf der Basis der Drosselcharakteristiken **81** und **83** berechnet. Unter Verwendung eines Verstopfungskoeffizienten KTHCLAST, der im vorherigen Betriebszyklus berechnet wurde, wird ein Punkt **85**, an dem der Drosselöffnungsgrad, der dem zweiten Lernwert IXREFDBW entspricht, zwischen dem oberen Grenzwert thdbwmax und dem unteren Grenzwert thdbwx bestimmt. Ein Drosselöffnungsgrad thdbwcmd, der dem Punkt **85** entspricht, wird ausgegeben.

[0058] Um den Verstopfungskoeffizienten KTHC für den momentanen Betriebszyklus zu berechnen, wird festgestellt, wo der Drosselöffnungsgrad thdbwcmd zwischen dem unteren Referenzgrenzwert THX und dem oberen Referenzgrenzwert THMAX liegt. Wie vorstehend beschrieben, ist der Verstopfungskoeffizient KTHC so definiert, dass sein Wert auf der Drosselcharakteristik **81** bei dem Referenzwert IXREFBASE null ist und sein Wert auf der Drosselcharakteristik **83** beim Referenzwert IXREFBASE 1,0 ist. Daher kann der dem Drosselöffnungsgrad thdbwcmd entsprechende Verstopfungskoeffizient KTHC durch eine einfache proportionale Berechnung auf der Basis des unteren Referenzgrenzwerts THX und des oberen Referenzgrenzwerts THMAX berechnet werden. Spezielle Rechengleichungen werden später beschrieben. Folglich wird KTHC mit einem durch ein Bezugszeichen **86** gezeigten Betrag bestimmt.

[0059] Mit Bezug auf [Fig. 5](#) wird ein Verfahren zum Berechnen des Soll-drosselöffnungsgrades THICMD beschrieben. Eine in [Fig. 5](#) gezeigte Karte ist dieselbe wie in [Fig. 4](#). Der Drosselöffnungsrechner **72** nimmt auf die Karte auf der Basis der gesteuerten Variable ICMDTH, die durch die Rückkopplungssteuerungseinheit **71** berechnet wird, Bezug.

[0060] Der Soll-drosselöffnungsgrad, der für die tatsächliche Steuerung des Öffnungsgrades des Drosselventils verwendet werden soll, kann in Anbetracht nicht nur der Verstopfung, sondern auch anderer Faktoren berechnet werden müssen. Daher wird auf die Karte auf der Basis der gesteuerten Variable ICMDTH Bezug genommen, die in Anbetracht der Motorlast und anderer Faktoren berechnet wird, wie vorstehend mit Bezug auf Gleichung (1) beschrieben.

[0061] Ein oberer Grenzwert THICMDC und ein unterer Grenzwert THICMDX, die der gesteuerten Variable ICMDTH entsprechen, werden auf der Basis der Drosselcharakteristiken **81** und **83** berechnet. Unter Verwendung des Verstopfungskoeffizienten KTHC, der durch den Verstopfungskoeffizientenrechner **74** berechnet wird, kann die Solldrosselöffnung THICMD, die dem Verstopfungskoeffizienten KTHC entspricht, durch eine einfache proportionale Berechnung auf der Basis des oberen Grenzwerts THICMDC und des unteren Grenzwerts THICMDX bestimmt werden. Spezielle Rechengleichungen werden später beschrieben.

[0062] Mit Bezug auf [Fig. 6](#) bis [Fig. 8](#) wird ein Prozess zum Berechnen des zweiten Lernwerts beschrieben. Dieser Prozess wird in einem vorbestimmten Zeitintervall durchgeführt.

[0063] In Schritt S101 wird eine Subroutine zum Bestimmen, ob die Betriebsbedingung des Motors innerhalb eines Lernerlaubnisbereichs liegt, d. h., ob die Betriebsbedingung des Motors zum Berechnen der Lernwerte geeignet ist, durchgeführt. Diese Subroutine wird mit Bezug auf [Fig. 7](#) beschrieben.

[0064] In Schritt S103 wird festgestellt, ob ein Kennzeichen, das einen Fehler in irgendeiner Vorrichtung im Fahrzeug angibt, auf Eins gesetzt wurde. Wenn das Kennzeichen nicht auf Eins gesetzt wurde, geht der Prozess zu Schritt S105 weiter. Wenn das Kennzeichen auf Eins gesetzt wurde, wird im ersten Lernwert IXREFN ein Vorgabewert gesetzt (S117). Ein Anfangswert wird in einem Zähler festgelegt, der ein Intervall definiert, in dem die Lernwerte berechnet werden (S119), und dann verlässt der Prozess die Routine.

[0065] In Schritt S105 wird festgestellt, ob ein Lernerlaubniskennzeichen auf Eins gesetzt wurde. Das Lernerlaubniskennzeichen ist ein Kennzeichen, das in der in Schritt S101 durchgeführten Subroutine gesetzt werden soll. Wenn das Lernerlaubniskennzeichen auf Eins gesetzt wurde, geht der Prozess zu Schritt S107 weiter. Wenn das Lernerlaubniskennzeichen nicht auf Eins gesetzt wurde, wird der Anfangswert im Zähler festgelegt (S119) und der Prozess verlässt die Routine.

[0066] In Schritt S107 wird der Zählerwert um Eins dekrementiert. In Schritt S109 wird festgestellt, ob der Zählerwert Null erreicht hat. Wenn der Zählerwert Null nicht erreicht hat, verlässt der Prozess die Routine.

[0067] Wenn der Zählerwert in Schritt S109 Null erreicht hat, wird, wenn wieder in diese Routine eingetreten wird, der Anfangswert im Zähler festgelegt (S111). Der Prozess geht zu Schritt S113 weiter, in dem der erste Lernwert berechnet wird. Der erste

Lernwert IXREFN wird gemäß der folgenden Gleichung (2) berechnet:

$$\text{IXREFN} = \text{IAIN} \times \text{"Glättungskoeffizient"} + \text{IXREFN}(n - 1) \times (1 - \text{"Glättungskoeffizient"}) \quad (2)$$

[0068] IAIN stellt den Integral-Verstärkungsfaktor der PID-Rückkopplungsregelung dar, wie vorstehend beschrieben. IXREFN(n - 1) stellt den im vorherigen Zyklus berechneten ersten Lernwert dar. Der Glättungskoeffizient ist beispielsweise 0,7. In dieser Ausführungsform wird der Lernwert unter Verwendung des Glättungskoeffizienten erhalten. Alternativ kann ein sich bewegender Mittelwert des Integral-Verstärkungsfaktors IAIN als Lernwert verwendet werden. Folglich wird der berechnete Lernwert im RAM **60c** ([Fig. 1](#)) gespeichert.

[0069] In Schritt S115 wird eine Subroutine ([Fig. 8](#)) zum Berechnen des zweiten Lernwerts durchgeführt.

[0070] Ein Prozess bzw. Verfahren zum Bestimmen des Lernerlaubnisbereichs, der in Schritt S101 von [Fig. 6](#) durchgeführt wird, wird mit Bezug auf [Fig. 7](#) beschrieben. In Schritt S121 wird auf der Basis eines Statuscodes, der eine Betriebsart des Motors angibt, festgestellt, ob sich der Motor in einer Betriebsart zum Durchführen einer Rückkopplungssteuerung für die Leerlaufdrehzahl befindet. Wenn die Antwort von Schritt S121 Nein ist, d. h., wenn die aktuelle Betriebsart eine Betriebsart ist, in der eine Steuerung in offener Schleife durchgeführt werden soll, wird das Lernerlaubniskennzeichen in Schritt S137 auf Null gesetzt (Ablehnung) und dann verlässt der Prozess die Routine. Wenn die Antwort von Schritt S121 Ja ist, geht der Prozess zu Schritt S123 weiter, in dem festgestellt wird, ob ein Kennzeichen, das angibt, dass eine vorbestimmte Zeit nach dem Motorstart abgelaufen ist, auf Eins gesetzt wurde. Wenn das Kennzeichen nicht auf Eins gesetzt wurde, wird das Lernerlaubniskennzeichen auf Null gesetzt (S137) und dann verlässt der Prozess die Routine. Folglich wird die Lernoperation verhindert, da die Motorbedingung unmittelbar nach dem Motorstart nicht stabil ist.

[0071] Wenn festgestellt wird, dass die vorbestimmte Zeit nach dem Motorstart abgelaufen ist, geht der Prozess zu Schritt S125 weiter, in dem festgestellt wird, ob der Ansaugkrümmerdruck PB größer ist als ein vorbestimmter Wert. Der Ansaugkrümmerdruck PB gibt die Motorlast an. Wenn der Ansaugkrümmerdruck PB größer ist als der vorbestimmte Wert, gibt er an, dass die Motorlast hoch ist. Da die Motorbedingung zum Berechnen der Lernwerte nicht geeignet ist, geht der Prozess zu Schritt S137 weiter und verlässt dann diese Routine. Wenn der Ansaugkrümmerdruck PB gleich dem oder geringer als der vorbestimmte Wert ist, geht der Prozess zu Schritt S127 weiter, in dem festgestellt wird, ob der Messdruck PB-GA, der eine Differenz zwischen dem Atmosphären-

druck PA und dem Ansaugkrümmerdruck PB ist, einen vorbestimmten Wert übersteigt.

[0072] Wenn der Messdruck PBGA größer ist als der vorbestimmte Wert, gibt er an, dass die Motorlast hoch ist. Da die Motorbedingung für die Berechnung der Lernwerte nicht geeignet ist, wird das Lernerlaubniskennzeichen auf Null gesetzt (S137) und dann verlässt der Prozess die Routine.

[0073] Wenn der Messdruck PBGA gleich dem oder geringer als der vorbestimmte Wert ist, geht der Prozess zu Schritt S129 weiter, in dem festgestellt wird, ob eine Änderung der Motordrehzahl NE einen vorbestimmten Wert übersteigt. Wenn die Änderung der Drehzahl NE größer ist als der vorbestimmte Wert, gibt er an, dass die Motorbedingung zum Berechnen der Lernwerte nicht geeignet ist. Das Lernerlaubniskennzeichen wird auf Null gesetzt (S137) und dann verlässt der Prozess die Routine. Wenn die Änderung der Drehzahl gleich dem oder geringer als der vorbestimmte Wert ist, geht der Prozess zu Schritt S131 weiter, in dem festgestellt wird, ob eine Differenz zwischen einer Solldrehzahl NOBJ, die im momentanen Zyklus berechnet wird, und einer Solldrehzahl NOBJ, die im vorherigen Zyklus berechnet wurde, einen vorbestimmten Wert übersteigt. Wenn die Differenz größer ist als der vorbestimmte Wert, gibt er an, dass die Motordrehung nicht stabil ist. Da die Motorbedingung zum Berechnen der Lernwerte nicht geeignet ist, wird das Lernerlaubniskennzeichen auf Null gesetzt (S137) und dann verlässt der Prozess die Routine.

[0074] Wenn die Differenz zwischen dem momentanen Wert und dem vorherigen Wert für die Solldrehzahl NOBJ gleich dem oder geringer als der vorbestimmte Wert ist, geht der Prozess zu Schritt S133 weiter, in dem festgestellt wird, ob die Motorwassertemperatur TW geringer ist als ein vorbestimmter Wert. Wenn die Motorwassertemperatur TW geringer ist als der vorbestimmte Wert, gibt sie an, dass der Motor nicht stabil ist. Da die Motorbedingung zum Berechnen der Lernwerte nicht geeignet ist, wird das Lernerlaubniskennzeichen auf Null gesetzt (S137) und der Prozess verlässt die Routine. Wenn die Motorwassertemperatur TW gleich dem oder höher als der vorbestimmte Wert ist, wird das Lernerlaubniskennzeichen auf Eins gesetzt (S135) und der Prozess verlässt die Routine.

[0075] Mit Bezug auf [Fig. 8](#) wird ein Prozess zum Berechnen des zweiten Lernwerts, der in Schritt S115 von [Fig. 6](#) durchgeführt wird, beschrieben. In Schritt S141 wird festgestellt, ob der Ansaugkrümmerdruck PB gleich einem oder geringer als ein vorbestimmter Wert ist. Da der Ansaugkrümmerdruck PB die Motorlast darstellt, wie vorstehend beschrieben, gibt ein kleiner Ansaugkrümmerdruck PB an, dass die Motorlast niedrig ist. Wenn der Ansaug-

krümmerdruck PB gleich dem oder geringer als der vorbestimmte Wert ist, geht der Prozess zu Schritt S143 weiter, in dem festgestellt wird, ob eine Differenz zwischen einem Maximalwert und einem Minimalwert im ersten Lernwert, der in Schritt S113 berechnet wurde, gleich einem oder geringer als ein vorbestimmter Wert ist. Diese Feststellung wird durchgeführt, um den zweiten Lernwert unter einer Bedingung zu berechnen, unter der eine Differenz zwischen dem Maximalwert und dem Minimalwert im ersten Lernwert IXREFN, die über einen vorbestimmten Zeitraum berechnet wird, der durch einen Zeitgeber in Schritt S159 festgelegt wird, gleich dem oder geringer als der vorbestimmte Wert ist. Folglich kann der Lernwert in einem Bereich bestimmt werden, in dem die Betriebsbedingung des Motors stabil ist.

[0076] Wenn die Antwort von Schritt S143 Nein ist, geht der Prozess zu Schritt S157 weiter, in dem der erste Lernwert sowohl im Maximalwert als auch Minimalwert von IXREFN gesetzt wird. In Schritt S159 wird ein vorbestimmter Anfangswert im Zeitgeber gesetzt und dann verlässt der Prozess die Routine. Eine Funktion des Zeitgebers von Schritt S159 wird später beschrieben.

[0077] Wenn wieder in die Routine eingetreten wird, ist die Antwort von Schritt S143 Ja, da der Maximalwert und der Minimalwert in Schritt S157 auf denselben Wert gesetzt wurden. Der Prozess geht zu Schritt S145 weiter, in dem festgestellt wird, ob der erste Lernwert IXREFN, der in Schritt S113 von [Fig. 6](#) berechnet wurde, den in Schritt S157 festgelegten Maximalwert übersteigt. Wenn die Antwort des Schritts Ja ist, wird der Maximalwert gegen den momentanen Wert des ersten Lernwerts IXREFN ausgetauscht (S149). Wenn die Antwort des Schritts S113 Nein ist, wird in Schritt S147 festgestellt, ob der momentane Wert des ersten Lernwerts IXREFN geringer ist als der Minimalwert. Wenn die Antwort von Schritt S147 Ja ist, wird der Minimalwert gegen den momentanen Wert IXREFN ausgetauscht (S151). Wenn ein solcher Aktualisierungsprozess für den Maximal- und den Minimalwert vollendet ist, wird in Schritt S153 festgestellt, ob der Zeitgeber, der in Schritt S159 auf den Anfangswert gesetzt wurde, Null ist. Das heißt, es wird festgestellt, ob eine Bedingung, unter der eine Differenz zwischen dem Maximalwert und dem Minimalwert gleich dem oder geringer als der vorbestimmte Wert ist, über einen durch den Zeitgeber festgelegten Zeitraum fortgefahren ist. Wenn der Zeitgeber Null ist, geht der Prozess zu Schritt S155 weiter, in dem der zweite Lernwert berechnet wird. Wenn der Zeitgeber nicht Null erreicht hat, verlässt der Prozess die Routine.

[0078] In Schritt S155 wird der zweite Lernwert IXREFDBW gemäß der folgenden Gleichung (3) berechnet:

$IXREFDBW = IXREFN \times \text{Glättungskoeffizient} + IXREFDBW(n-1) \times (1 - \text{Glättungskoeffizient})$ (3)

[0079] Der Glättungskoeffizient ist beispielsweise 0,7. Alternativ kann er vom Glättungskoeffizienten für den ersten Lernwert verschieden sein.

[0080] Ein Prozess zum Berechnen des Verstopfungskoeffizienten KTHC wird mit Bezug auf [Fig. 9](#) beschrieben. Diese Routine wird in einem vorbestimmten Zeitintervall durchgeführt.

[0081] In Schritt S201 wird der Wert eines Kennzeichens F_KTHCINI untersucht. Das Kennzeichen F_KTHCINI wurde auf Null initialisiert, als ein Betriebszyklus, der ein Zyklus vom Motorstart bis zum Motorstopp ist, gestartet ist. Wenn diese Routine zum ersten Mal durchgeführt wird, geht der Prozess daher zu Schritt S203 weiter, in dem der momentane Wert des Verstopfungskoeffizienten KTHC als KTHCLAST gespeichert wird. Das heißt, der letzte berechnete Verstopfungskoeffizient im vorherigen Betriebszyklus wird als KTHCLAST gespeichert.

[0082] In den Schritten S205 und S207 wird auf die in [Fig. 4](#) gezeigten Drosselcharakteristiken **83** und **81** auf der Basis des Referenzwerts IXREFBASE Bezug genommen, um einen oberen Referenzgrenzwert THMAX und einen unteren Referenzgrenzwert THX des Drosselöffnungsgrades zu bestimmen. Wie vorstehend beschrieben, ist beim Referenzwert IXREFBASE der Wert des Verstopfungskoeffizienten KTHC Null, wenn der Drosselöffnungsgrad gleich THX ist, und Eins, wenn der Drosselöffnungsgrad gleich THMAX ist. In Schritt S209 wird das Kennzeichen F_KTHCINI auf Eins gesetzt, was anzeigt, dass der Anfangsprozess für den Verstopfungskoeffizienten vollendet ist.

[0083] Wenn in diese Routine wieder eingetreten wird, ist der Wert des Kennzeichens F_KTHCINI Eins. Der Prozess geht zu Schritt S211 weiter, in dem der Wert des Kennzeichens F_PCV untersucht wird. Das Kennzeichen F_PCV ist ein Kennzeichen, das auf Eins gesetzt werden soll, wenn ein Leck des Umgehungsgaskanals **25** ([Fig. 1](#)) erfasst wird. Wenn der Wert des Kennzeichens F_PCV Eins ist, geht der Prozess zu Schritt S213 weiter, in dem der Verstopfungskoeffizient KTHCLAST, der im vorherigen Betriebszyklus berechnet wurde, im Verstopfungskoeffizienten KTHC für den momentanen Betriebszyklus gesetzt wird. Wenn ein Leck des Umgehungsgaskanals erfasst wird, wird folglich die Aktualisierung des Verstopfungskoeffizienten KTHC verhindert.

[0084] Wenn die Antwort von Schritt S211 Nein ist, wird ein Prozess für die Aktualisierung des Verstopfungskoeffizienten KTHC, der in Schritt S215 bis Schritt S224 gezeigt ist, durchgeführt. In Schritt S215 wird auf die Drosselcharakteristik **83** der Karte, wie in

[Fig. 4](#) gezeigt, auf der Basis des zweiten Lernwerts IXREFDBW, der in Schritt S155 von [Fig. 8](#) berechnet wird, Bezug genommen, um einen oberen Grenzwert thdbwmax zu bestimmen. In Schritt S217 wird auf die Drosselcharakteristik **81** der Karte, wie in [Fig. 4](#) gezeigt, auf der Basis des zweiten Lernwerts IXREFDBW Bezug genommen, um einen unteren Grenzwert thdbwx zu bestimmen.

[0085] In Schritt S219 wird unter Verwendung des im vorherigen Betriebszyklus berechneten Verstopfungskoeffizienten KTHCLAST ein Drosselöffnungsgrad thdbwcmd, der dem zweiten Lernwert IXREFDBW entspricht, gemäß der Gleichung (4) berechnet. Der Drosselöffnungsgrad thdbwcmd, der dem Punkt **85** ([Fig. 4](#)) entspricht, wird gemäß der Gleichung (4) berechnet.

$$\text{Drosselöffnung thdbwcmd} = \text{KTHCLAST} \times \text{thdbwmax} + (1 - \text{KTHCLAST}) \times \text{thdbwx} \quad (4)$$

[0086] In Schritt S221 wird ein vorübergehender Verstopfungskoeffizient kthctmp durch Feststellen, wo sich die Drosselöffnung thdbwcmd zwischen dem oberen Referenzgrenzwert THMAX und dem unteren Referenzgrenzwert THX befindet, berechnet, wie in Gleichung (5) gezeigt.

$$\text{Vorübergehender Verstopfungskoeffizient kthctmp} = (\text{thdbwcmd} - \text{THX}) / (\text{THMAX} - \text{THX}) \quad (5)$$

[0087] Wenn der zweite Lernwert IXREFDBW zunimmt, nimmt der vorübergehende Drosselöffnungsgrad thdbwcmd zu und daher nimmt der vorübergehende Verstopfungskoeffizient kthctmp zu.

[0088] In Schritt S223 wird ein Aktualisierungszulässigkeitsbereich für den Verstopfungskoeffizienten KTHCLAST, der im vorherigen Betriebszyklus berechnet wurde, festgelegt. Insbesondere wird ein oberer Grenzwert kthcmax des Aktualisierungszulässigkeitsbereichs durch Addieren eines vorbestimmten Werts zum Verstopfungskoeffizienten KTHCLAST berechnet und ein unterer Grenzwert kthcmin wird durch Subtrahieren des vorbestimmten Werts vom Verstopfungskoeffizienten KTHCLAST berechnet.

[0089] In Schritt S224 wird der vorübergehende Verstopfungskoeffizient kthctmp durch den Aktualisierungszulässigkeitsbereich begrenzt. Insbesondere wenn der vorübergehende Verstopfungskoeffizient kthctmp den oberen Grenzwert kthcmax übersteigt, wird der Verstopfungskoeffizient KTHC auf den oberen Grenzwert kthcmax gesetzt. Wenn andererseits der vorübergehende Verstopfungskoeffizient kthctmp unter dem unteren Grenzwert kthcmin liegt, wird der Verstopfungskoeffizient KTHC auf den unteren Grenzwert kthcmin gesetzt. Folglich wird ein Bereich, in dem der Verstopfungskoeffizient KTHC aktualisiert

wird, begrenzt.

[0090] Mit Bezug auf [Fig. 10](#) wird ein Prozess zum Berechnen einer Soll-drosselöffnung THICMD beschrieben. Diese Routine wird in einem vorbestimmten Zeitintervall durchgeführt.

[0091] In Schritt S231 wird die gesteuerte Variable ICMDTH gemäß der vorstehend beschriebenen Gleichung (1) berechnet. In Schritt S233 und Schritt S235 wird auf die Drosselcharakteristiken **83** und **81** der Karte, wie in [Fig. 5](#) gezeigt, auf der Basis der gesteuerten Variable ICMDTH Bezug genommen, um einen oberen Grenzwert THICMDC und einen unteren Grenzwert THICMDX entsprechend der gesteuerten Variable ICMDTH zu bestimmen.

[0092] In Schritt S237 wird, wie in Gleichung (6) gezeigt, der Verstopfungskoeffizient KTHCLAST, der im vorherigen Betriebszyklus berechnet wurde, verwendet, um eine proportionale Berechnung am oberen Grenzwert THICMDC und am unteren Grenzwert THICMDX durchzuführen. Somit wird die Soll-drosselöffnung THICMD berechnet.

$$\text{Soll-drosselöffnung THICMD} = \text{KTHCLAST} \times \text{THICMDC} + (1 - \text{KTHCLAST}) \times \text{THICMDX} \quad (6)$$

[0093] Der Grund dafür, dass der Verstopfungskoeffizient KTHCLAST, der im vorherigen Betriebszyklus berechnet wurde, verwendet wird, ist, dass der Aktualisierungsprozess für den Verstopfungskoeffizienten KTCH im momentanen Betriebszyklus in einem vorbestimmten Zeitintervall in Gang ist und daher der Wert des Verstopfungskoeffizienten für den momentanen Betriebszyklus noch nicht festgelegt wurde. Da sich die Verstopfung des Ansaugkrümmers in einem kurzen Zeitraum wie z. B. einem Betriebszyklus wenig ändert, kann ein geeigneter Soll-drosselöffnungsgrad selbst unter Verwendung des Verstopfungskoeffizienten KTHCLAST, der im vorherigen Betriebszyklus berechnet wurde, bestimmt werden.

[0094] Mit Bezug auf [Fig. 11](#) wird ein Prozess zum Erfassen eines Lecks des Umgehungsgaskanals beschrieben. Diese Routine wird in einem vorbestimmten Zeitintervall durchgeführt.

[0095] In Schritt S301 wird festgestellt, ob eine Bedingung zum Erfassen einer Anomalität des Umgehungsgaskanals erfüllt ist. Diese Bedingung kann beispielsweise eine stabile Betriebsbedingung des Motors umfassen. Die Betriebsbedingung des Motors kann auf der Basis von Parametern wie z. B. Motorwassertemperatur, Fahrzeuggeschwindigkeit, Luft/Kraftstoff-Verhältnis und so weiter bestimmt werden.

[0096] In Schritt S303 wird eine gesamte Einlassluftmenge QTOTAL des Motors 1 gemäß der folgen-

den Gleichung (7) berechnet:

$$QTOTAL = TIM \times 2NE \times KC/\sigma A \quad (7)$$

wobei

$$KC = KTQ \times \sigma G \times 14,7$$

$$\sigma A = [1,293/(1 + 0,00367TA)] \times (PA/PA0)$$

[0097] In der Gleichung (7) stellt TIM eine Basis-kraftstoffeinspritzzeit dar, KC stellt einen Koeffizienten zum Umsetzen der Kraftstoffeinspritzzeit TIM in eine Einlassluftmenge dar und σA stellt die Dichte der Atmosphäre dar. KTQ stellt einen Koeffizienten zum Umsetzen der Kraftstoffeinspritzzeit in die Menge (Volumen) an Kraftstoff dar, σG stellt die Dichte von Kraftstoff dar und 14,7 gibt das stöchiometrische Luft/Kraftstoff-Verhältnis an. TA stellt eine Einlasslufttemperatur dar, die vom Einlassluft-Temperatursensor **34** ([Fig. 1](#)) erfasst wird, PA stellt einen Atmosphärendruck dar, der vom Atmosphärendrucksensor **56** ([Fig. 1](#)) erfasst wird, und PA0 stellt den Referenzatmosphärendruck (= 101,3 kPa) dar.

[0098] In Schritt S305 wird eine Einlassluftmenge QBP, die in den Motor **10** durch das Drosselventil **14** eingelassen wird, gemäß der folgenden Gleichung (8) berechnet:

$$QBP = ICMDTH \times KIQ \quad (8)$$

[0099] KIQ ist ein Koeffizient zum Umsetzen der gesteuerten Variable ICMDTH in die Menge an Luft.

[0100] In Schritt S307 wird die Drosseleinlassluftmenge QBP von der gesamten Einlassluftmenge QTOTAL subtrahiert, um eine Leckluftmenge QL zu berechnen, die in den Motor auf Grund eines Lecks wie z. B. einer Trennung des Umgehungsgaskanals **25** eingeführt wird.

[0101] In Schritt S309 wird auf eine vorbestimmte Karte auf der Basis des Messdrucks PBG Bezug genommen, um einen Leckbestimmungs-Schwellenwert QTH zu berechnen. Die Karte wird so festgelegt, dass der Schwellenwert QTH abnimmt, wenn der Messdruck PBG zunimmt (d. h., die Motorlast zunimmt).

[0102] In Schritt S311 wird, wenn $QL > QTH$, festgestellt, dass ein Leck besteht, und dann wird der Wert von Eins im Kennzeichen F_PCV gesetzt (S315). Wenn $QL \leq QTH$, wird festgestellt, dass kein Leck besteht, und dann wird im Kennzeichen F_PCV Null gesetzt (S313).

[0103] Der Prozess zum Erfassen eines Lecks im Umgehungsgaskanal, der in [Fig. 11](#) gezeigt ist, ist eine beispielhafte Ausführungsform. Wie vorstehend

beschrieben, kann ein beliebiges anderes geeignetes Verfahren zum Erfassen eines Lecks des Umgehungsgaskanals verwendet werden.

[0104] Mit Bezug auf [Fig. 12](#) wird ein Effekt der Einlassluftmengensteuerung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wenn ein Leck im Umgehungsgaskanal auftritt, beschrieben.

[0105] Ein Bezugszeichen **91** zeigt eine Änderung des Drosselöffnungsgrades in dem Fall, in dem eine Verstopfung im Ansaugkrümmer besteht. Ein Bezugszeichen **92** zeigt eine Änderung des Drosselöffnungsgrades in dem Fall, in dem keine Verstopfung im Ansaugkrümmer besteht. Wenn eine Verstopfung im Ansaugkrümmer besteht, nimmt die Einlassluftmenge ab. Daher wird der Drosselöffnungsgrad so gesteuert, dass er zunimmt, um eine solche Abnahme der Einlassluftmenge, die durch die Verstopfung verursacht wird, zu kompensieren.

[0106] Über den Zeitraum von t_1 bis t_2 wird der Drosselöffnungsgrad gesteuert, wie durch das Bezugszeichen **91** gezeigt. Eine Trennung geschieht im Umgehungsgaskanal **25** bei t_2 .

[0107] Ein Bezugszeichen **93** zeigt eine Änderung des Drosselöffnungsgrads gemäß den herkömmlichen Schemen. Die Einlassluftmenge nimmt abrupt zu, da die Trennung im Umgehungsgaskanal **25** auftritt. Diese abrupte Erhöhung der Einlassluftmenge führt zu einer irrtümlichen Feststellung, dass die Verstopfung beseitigt wurde. Folglich wird der Wert des Verstopfungskoeffizienten K_{TCH} klein gemacht und der Drosselöffnungsgrad wird auch klein gemacht.

[0108] Nachdem die Trennung des Umgehungsgaskanals **25** unter einer solchen Bedingung repariert ist, ist der Drosselöffnungsgrad klein, wie durch das Bezugszeichen **93** gezeigt, trotz der Tatsache, dass die Verstopfung noch nicht beseitigt wurde. Dies verursacht ein Defizit der Einlassluftmenge und macht daher die Betriebsbedingung des Motors instabil.

[0109] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird die Aktualisierung des Verstopfungskoeffizienten verhindert, wenn eine Trennung des Umgehungsgaskanals **25** erfasst wird. Die Drosselöffnung ändert sich, wie in einem Bezugszeichen **94** gezeigt, da der Verstopfungskoeffizient nicht aktualisiert wird. Nachdem die Trennung des Umgehungsgaskanals **25** repariert ist, kann daher die Einlassluftmengensteuerung auf der Basis der geeigneten Drosselöffnung durchgeführt werden.

[0110] Wie vorstehend mit Bezug auf ein in [Fig. 11](#) gezeigtes Beispiel beschrieben, wird typischerweise festgestellt, dass ein Leck im Umgehungsgaskanal auftritt, wenn eine Differenz zwischen einer Luftmenge, die tatsächlich in den Motor eingelassen wird

(Q_{TOTAL} in dem Beispiel von [Fig. 11](#)) und einer Solleinlassluftmenge (Q_{BP} in dem Beispiel von [Fig. 11](#)) besteht. Andererseits verwendet die Steuereinheit den Verstopfungskoeffizienten, um das Drosselventil zu steuern, um zu bewirken, dass die tatsächliche Einlassluftmenge auf die Solleinlassluftmenge konvergiert.

[0111] Wenn der Verstopfungskoeffizient aktualisiert wird, unmittelbar nachdem ein Leck im Umgehungsgaskanal erfasst wird, kann die Steuereinheit eine irrtümliche Feststellung durchführen, dass die Verstopfung beseitigt wurde. Folglich kann die Steuereinheit den Drosselöffnungsgrad sofort ändern, wie durch das Bezugszeichen **93** gezeigt, um mit der tatsächlich erhöhten Einlassluftmenge zurechtzukommen. Da die Steuereinheit feststellt, dass die tatsächliche Einlassluftmenge an die Solleinlassluftmenge durch die Änderung des Drosselöffnungsgrades angepasst wurde, kann die Steuereinheit nicht identifizieren, dass eine solche Erhöhung der Einlassluftmenge durch das Leck verursacht wurde. Daher kann trotz der Tatsache, dass eine Trennung tatsächlich im Umgehungsgaskanal aufgetreten ist, festgestellt werden, dass kein Leck besteht.

[0112] Gemäß der vorliegenden Erfindung kann ein Bereich, in dem der Verstopfungskoeffizient K_{TCH} aktualisiert wird, begrenzt werden, wie in Schritt S224 von [Fig. 9](#) gezeigt. Durch Begrenzen eines solchen Bereichs, in dem der Verstopfungskoeffizient K_{TCH} aktualisiert wird, kann der Drosselöffnungsgrad so gesteuert werden, dass er sich ändert, wie durch das Bezugszeichen **95** gezeigt, selbst wenn der Verstopfungskoeffizient aktualisiert wird. Mit anderen Worten, obwohl der Verstopfungskoeffizient so aktualisiert wird, dass er auf Grund der Zunahme der Einlassluftmenge abnimmt, kann die Menge, um die der Drosselöffnungsgrad abnimmt, begrenzt werden, da die Menge an Aktualisierung des Verstopfungskoeffizienten begrenzt wird. Obwohl die tatsächliche Einlassluftmenge in den Motor zunimmt, wenn eine Trennung auftritt, wird daher der Drosselöffnungsgrad nicht notwendigerweise geändert, um ihn an die erhöhte Menge der Einlassluft anzupassen. Da eine Differenz zwischen der tatsächlichen Einlassluftmenge in den Motor und der Solleinlassluftmenge gebildet wird, wird folglich sichergestellt, dass das Auftreten des Lecks erfasst wird.

[0113] Die vorliegende Erfindung kann auf einen Universalmotor (beispielsweise einen Außenbordmotor) angewendet werden.

Patentansprüche

1. Steuervorrichtung zum Steuern bzw. Regeln einer Einlassluftmenge in einen Motor, mit:
einem Steuerventil (**14**), das in einem Einlassluftkanal in den Motor vorgesehen ist; und

einer Steuereinheit (**16**), die so konfiguriert ist, dass sie:

einen Verstopfungskoeffizienten auf der Grundlage eines Rückkopplungskorrekturbetrags für eine Rückkopplungssteuerung einer Drehzahl des Motors im Leerlaufbetrieb aktualisiert, wobei der Verstopfungskoeffizient einen Verstopfungsgrad des Einlassluftkanals des Motors angibt;

einen Sollöffnungsgrad des Steuerventils auf der Grundlage des Verstopfungskoeffizienten bestimmt; bewirkt, dass ein Öffnungsgrad des Steuerventils zu dem Sollöffnungsgrad hin konvergiert, um die Einlassluftmenge in den Motor zu steuern;

dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit so konfiguriert ist, dass sie

das Aktualisieren des Verstopfungskoeffizienten verhindert, falls ein Leck in einem Durchblas- bzw. Umgehungsgaskanal, der zwischen den Motor und den Einlassluftkanal geschaltet ist, erfasst wird.

2. Steuervorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Steuereinheit ferner so konfiguriert ist, dass sie den Verstopfungskoeffizienten so aktualisiert, dass eine Differenz zwischen einem momentanen Wert des Verstopfungskoeffizienten und einem früheren Wert des Verstopfungskoeffizienten innerhalb eines vorgegebenen Bereichs liegt.

3. Steuervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Steuereinheit ferner so konfiguriert ist, dass sie:

auf der Grundlage des Rückkopplungskorrekturbetrags eine gesteuerte Variable zum Steuern des Öffnungsgrades des Steuerventils bestimmt;

den Sollöffnungsgrad des Steuerventils auf der Grundlage der gesteuerten Variable und des Verstopfungskoeffizienten bestimmt.

4. Steuervorrichtung nach Anspruch 3, wobei die Steuereinheit ferner so konfiguriert ist, dass sie:

auf eine erste Eigenschaft auf der Grundlage der gesteuerten Variable Bezug nimmt, um einen ersten Öffnungsgrad zu bestimmen, wobei die erste Eigenschaft eine Beziehung zwischen der Einlassluftmenge und dem Öffnungsgrad des Steuerventils angibt, wenn in dem Einlassluftkanal keine Verstopfung vorhanden ist;

auf eine zweite Eigenschaft auf der Grundlage der gesteuerten Variable Bezug nimmt, um einen zweiten Öffnungsgrad zu bestimmen, wobei die zweite Eigenschaft eine Beziehung zwischen der Einlassluftmenge und dem Öffnungsgrad des Steuerventils angibt, wenn in dem Einlassluftkanal eine maximale Verstopfung vorhanden ist, oberhalb bzw. jenseits derer die Einlassluftmenge außer Kontrolle geraten kann bzw. sein kann; und

den Verstopfungskoeffizienten auf einen Bereich anwendet, der durch den ersten und den zweiten Öffnungsgrad bestimmt ist, um einen Öffnungsgrad, der der gesteuerten Variable entspricht, als den Sollöff-

nungsgrad zu bestimmen.

5. Steuervorrichtung nach einem vorhergehenden Anspruch, wobei die Steuereinheit ferner so konfiguriert ist, dass sie:

den Rückkopplungskorrekturbetrag glättet, um einen Lernwert zu bestimmen;

einen momentanen Wert des Verstopfungskoeffizienten auf der Grundlage des Lernwertes bestimmt.

6. Steuervorrichtung nach Anspruch 5, wobei die Steuereinheit ferner so konfiguriert ist, dass sie:

auf eine erste Eigenschaft auf der Grundlage des Lernwertes Bezug nimmt, um einen ersten Öffnungsgrad zu bestimmen, wobei die erste Eigenschaft eine Beziehung zwischen der Einlassluftmenge und dem Öffnungsgrad des Steuerventils angibt, wenn in dem Einlassluftkanal keine Verstopfung vorhanden ist;

auf eine zweite Eigenschaft auf der Grundlage des Lernwertes Bezug nimmt, um einen zweiten Öffnungsgrad zu bestimmen, wobei die zweite Eigenschaft eine Beziehung zwischen der Einlassluftmenge und dem Öffnungsgrad des Steuerventils angibt, wenn in dem Einlassluftkanal eine maximale Verstopfung vorhanden ist, oberhalb derer die Einlassluftmenge außer Kontrolle geraten kann bzw. sein kann; einen früheren Wert des Verstopfungskoeffizienten auf einen Bereich anwendet, der durch den ersten und den zweiten Öffnungsgrad definiert ist, um einen dem Lernwert entsprechenden Öffnungsgrad zu bestimmen;

auf die erste und die zweite Eigenschaft auf der Grundlage einer Referenzeinlassluftmenge Bezug nimmt, um einen ersten Referenzöffnungsgrad bzw. einen zweiten Referenzöffnungsgrad zu bestimmen, die der Referenzeinlassluftmenge entsprechen; und den momentanen Wert des Verstopfungskoeffizienten auf der Grundlage eines Verhältnisses des dem Lernwert entsprechenden Öffnungsgrades zu einem durch den ersten und den zweiten Referenzöffnungsgrad definierten Bereich bestimmt.

7. Steuervorrichtung nach Anspruch 6, bei der die Referenzeinlassluftmenge auf eine Einlassluftmenge gesetzt bzw. eingestellt ist, oberhalb derer eine Wahrscheinlichkeit, dass eine Verstopfung in dem Einlassluftkanal vorhanden ist, bestimmt wird.

8. Steuervorrichtung nach Anspruch 5, wobei die Steuereinheit ferner so konfiguriert ist, dass sie:

einen Integral-Verstärkungsfaktor, der in dem Rückkopplungskorrekturbetrag enthalten ist, glättet; und den geglätteten Integral-Verstärkungsfaktor glättet, um den Lernwert zu bestimmen.

9. Verfahren zum Steuern bzw. Regeln einer Einlassluftmenge in einen Motor, das die folgenden Schritte umfasst:

(a) Aktualisieren eines Verstopfungskoeffizienten auf der Grundlage eines Rückkopplungskorrekturbetrags

für eine Rückkopplungssteuerung der Drehzahl des Motors im Leerlaufbetrieb, falls in einem Umgehungsgaskanal, der zwischen den Motor und den Einlassluftkanal geschaltet ist, kein Leck erfasst wird, wobei der Verstopfungskoeffizient den Grad einer Verstopfung des Einlassluftkanals des Motors angibt;

(b) Beibehalten des Verstopfungskoeffizienten, falls ein Leck in dem Umgehungsgaskanal erfasst wird;

(c) Bestimmen eines Sollöffnungsgrades eines Steuerventils, das in dem Einlassluftkanal in den Motor vorgesehen ist, auf der Grundlage des Verstopfungskoeffizienten; und

(d) Steuern eines Öffnungsgrades des Steuerventils, damit er zu dem Sollöffnungsgrad hin konvergiert.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem der Schritt (a) ferner den Schritt des Aktualisierens des Verstopfungskoeffizienten umfasst, derart, dass eine Differenz zwischen einem momentanen Wert des Verstopfungskoeffizienten und einem früheren Wert des Verstopfungskoeffizienten in einem vorgegebenen Bereich liegt.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, bei dem der Schritt (c) ferner die folgenden Schritte umfasst:

(c-1) Bestimmen einer gesteuerten Variable zum Steuern des Öffnungsgrades des Steuerventils auf der Grundlage des Rückkopplungskorrekturbetrags; und

(c-2) Bestimmen des Sollöffnungsgrades des Steuerventils auf der Grundlage der gesteuerten Variable und des Verstopfungskoeffizienten.

12. Verfahren nach Anspruch 11, bei dem der Schritt (c-2) ferner die folgenden Schritte umfasst:

Bezugnehmen auf eine erste Eigenschaft auf der Grundlage der gesteuerten Variable, um einen ersten Öffnungsgrad zu bestimmen, wobei die erste Eigenschaft eine Beziehung zwischen der Einlassluftmenge und dem Öffnungsgrad des Steuerventils angibt, wenn in dem Einlassluftkanal keine Verstopfung vorhanden ist;

Bezugnehmen auf eine zweite Eigenschaft auf der Grundlage der gesteuerten Variable, um einen zweiten Öffnungsgrad zu bestimmen, wobei die zweite Eigenschaft eine Beziehung zwischen der Einlassluftmenge und dem Öffnungsgrad des Steuerventils angibt, wenn in dem Einlassluftkanal eine maximale Verstopfung vorhanden ist, oberhalb bzw. jenseits derer die Einlassluftmenge außer Kontrolle geraten kann bzw. sein kann; und

Anwenden des Verstopfungskoeffizienten auf einen durch den ersten und den zweiten Öffnungsgrad definierten Bereich, um einen Öffnungsgrad, der der gesteuerten Variable entspricht, als den Sollöffnungsgrad zu bestimmen.

13. Verfahren nach Anspruch 9, 10, 11 oder 12, bei dem der Schritt (a) ferner die folgenden Schritte umfasst:

(a-1) Glätten des Rückkopplungskorrekturbetrags, um einen Lernwert zu bestimmen; und

(a-2) Bestimmen eines momentanen Wertes des Verstopfungskoeffizienten auf der Grundlage des Lernwertes.

14. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem der Schritt (a-2) ferner die folgenden Schritte umfasst:

Bezugnehmen auf eine erste Eigenschaft auf der Grundlage des Lernwertes, um einen ersten Öffnungsgrad zu bestimmen, wobei die erste Eigenschaft eine Beziehung zwischen der Einlassluftmenge und dem Öffnungsgrad des Steuerventils angibt, wenn in dem Einlassluftkanal keine Verstopfung vorhanden ist;

Bezugnehmen auf eine zweite Eigenschaft auf der Grundlage des Lernwertes, um einen zweiten Öffnungsgrad zu bestimmen, wobei die zweite Eigenschaft eine Beziehung zwischen der Einlassluftmenge und dem Öffnungsgrad des Steuerventils angibt, wenn in dem Einlassluftkanal eine maximale Verstopfung vorhanden ist, oberhalb bzw. jenseits derer die Einlassluftmenge außer Kontrolle geraten kann;

Anwenden eines früheren Wertes des Verstopfungskoeffizienten auf einen durch den ersten und den zweiten Öffnungsgrad definierten Bereich, um einen dem Lernwert entsprechenden Öffnungsgrad zu bestimmen;

Bezugnehmen auf die erste und die zweite Eigenschaft auf der Grundlage einer Referenzeinlassluftmenge, um einen ersten Referenzöffnungsgrad bzw. einen zweiten Referenzöffnungsgrad, die der Referenzeinlassluftmenge entsprechen, zu bestimmen; und

Bestimmen des momentanen Wertes des Verstopfungskoeffizienten auf der Grundlage eines Verhältnisses des dem Lernwert entsprechenden Öffnungsgrades zu einem durch den ersten und den zweiten Referenzöffnungsgrad definierten Bereich.

15. Verfahren nach Anspruch 14, bei dem die Referenz-Einlassluftmenge auf eine Einlassluftmenge gesetzt wird, oberhalb bzw. jenseits derer eine Wahrscheinlichkeit, dass ein Verstopfen in dem Einlassluftkanal vorhanden ist, bestimmt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem der Schritt (a-1) ferner die folgenden Schritte umfasst:

Glätten eines Integral-Verstärkungsfaktors, der in dem Rückkopplungskorrekturbetrag enthalten ist; und

Glätten des geglätteten Integral-Verstärkungsfaktors, um den Lernwert zu bestimmen.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

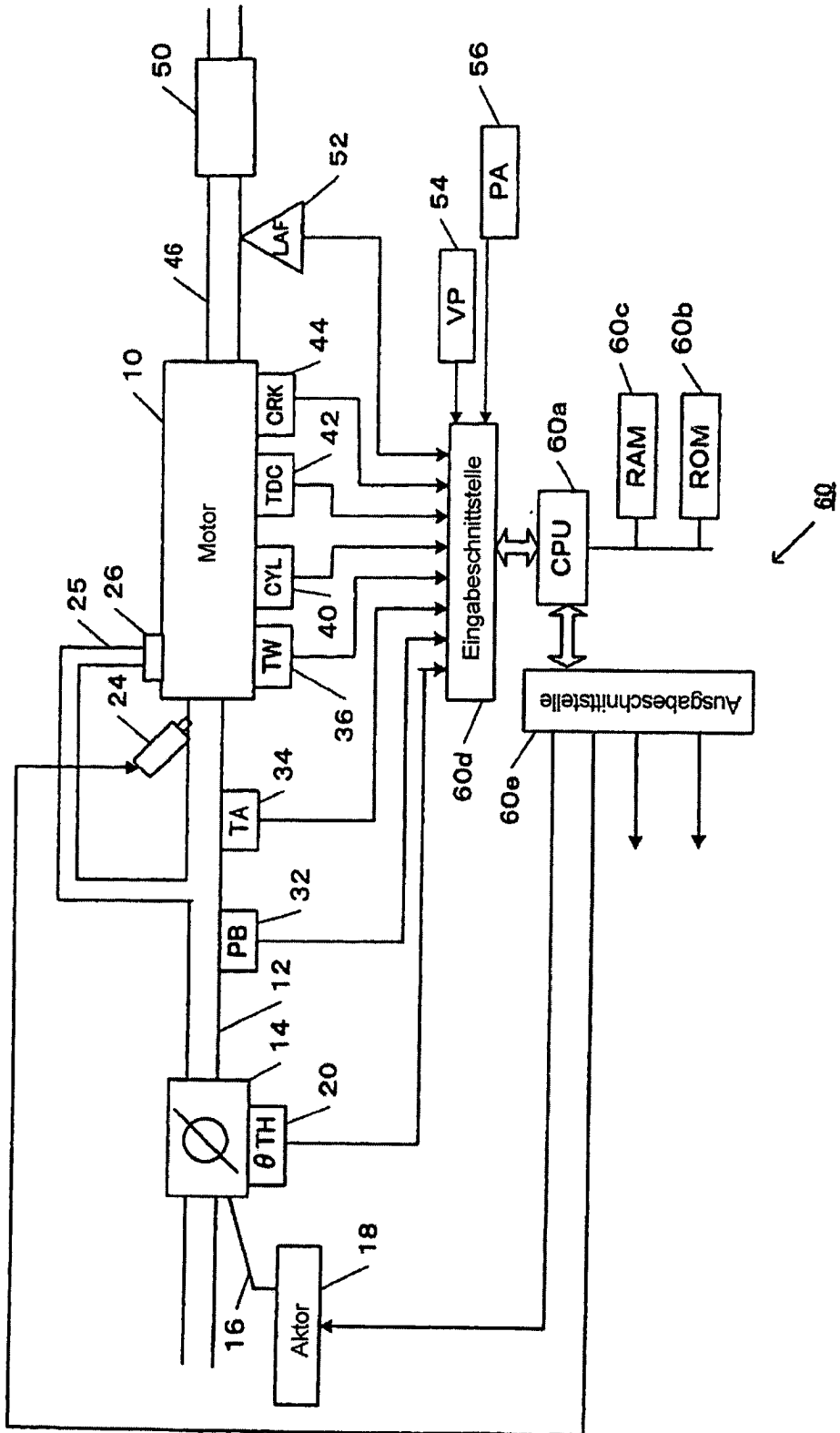


Fig. 2

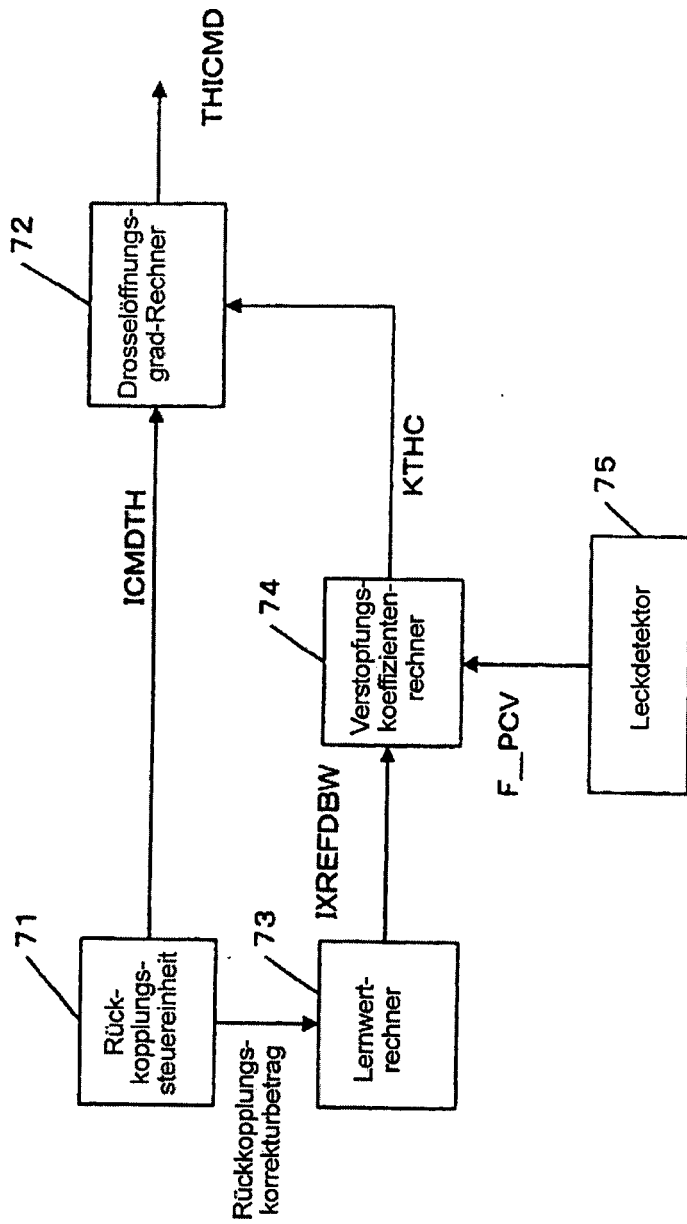


Fig. 3

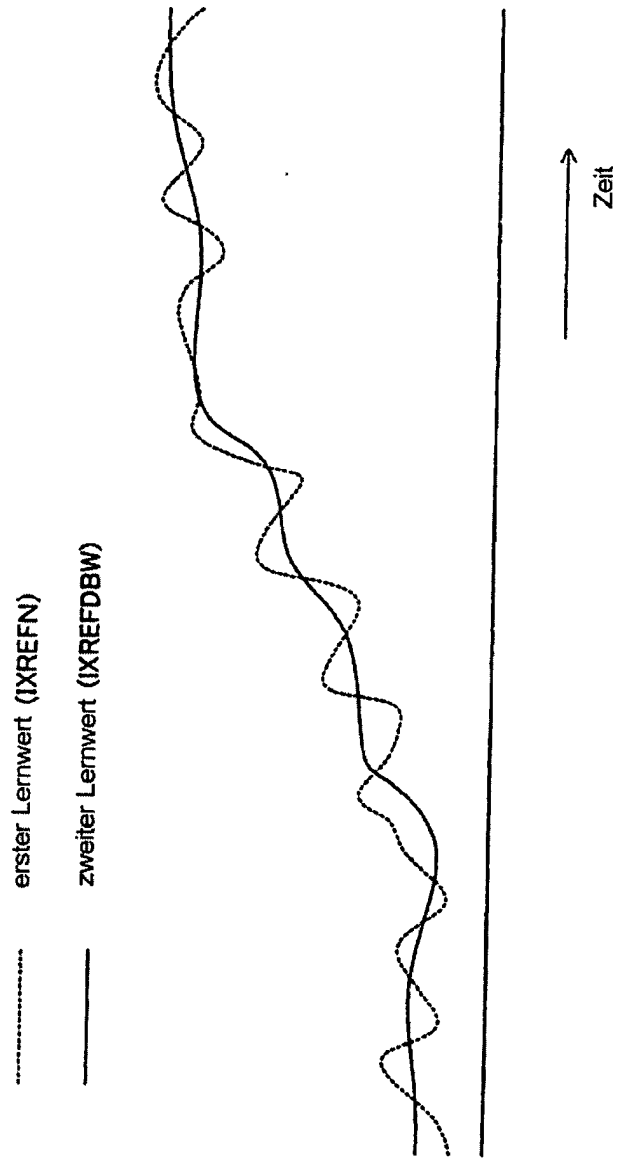


Fig. 4

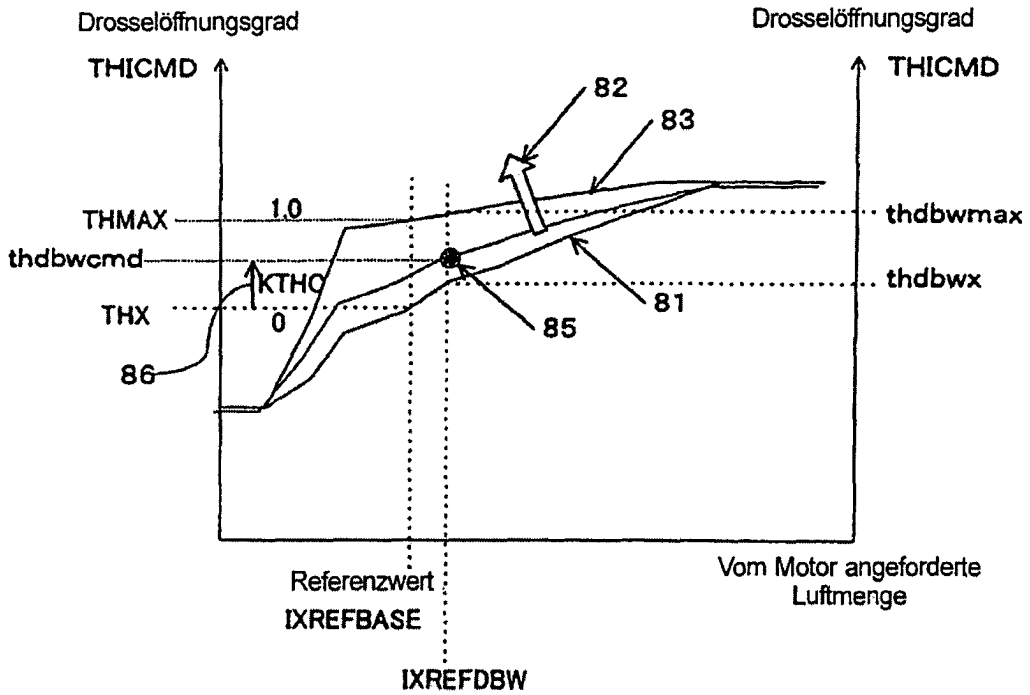


Fig. 5

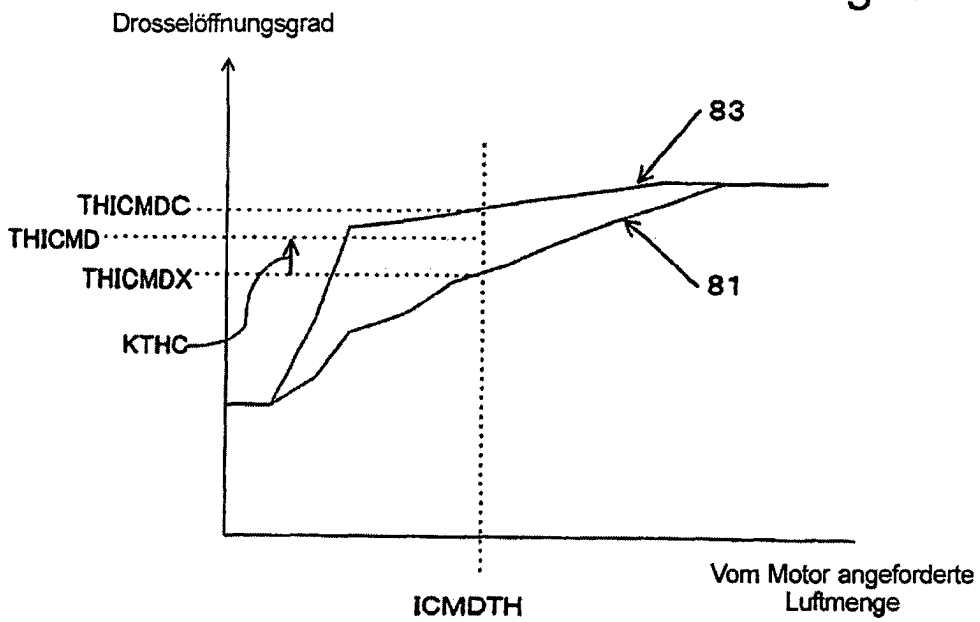


Fig. 6

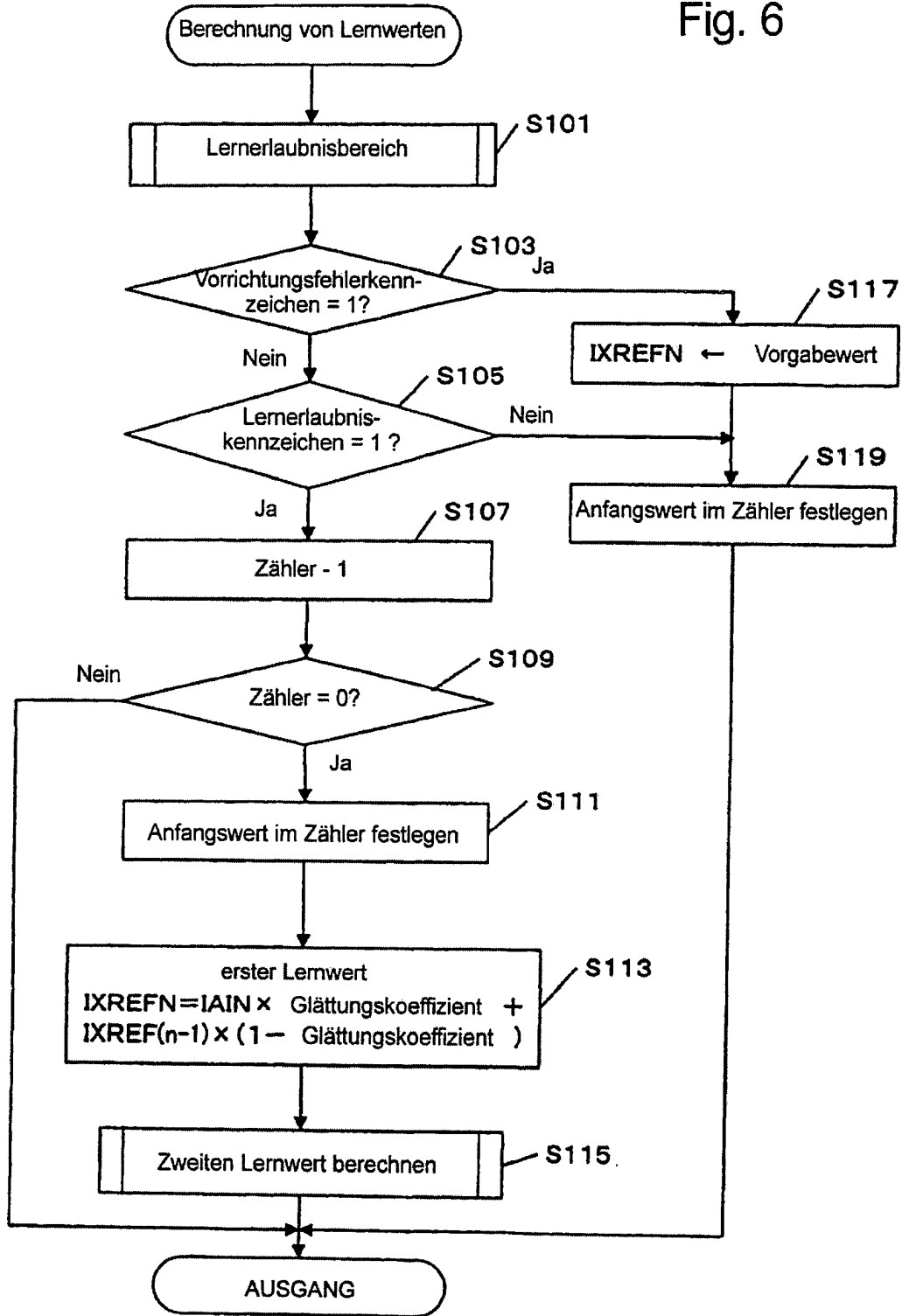


Fig. 7

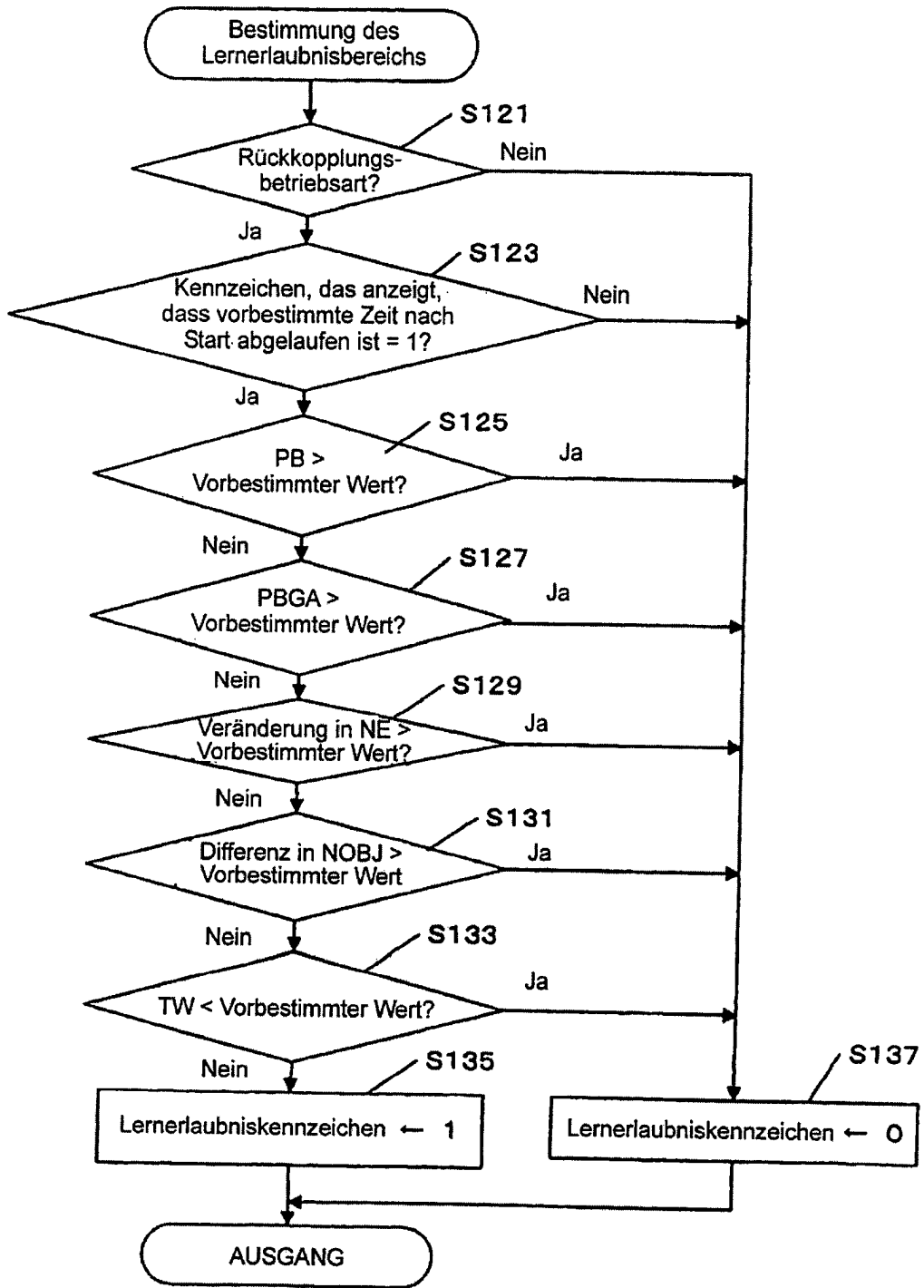


Fig. 8

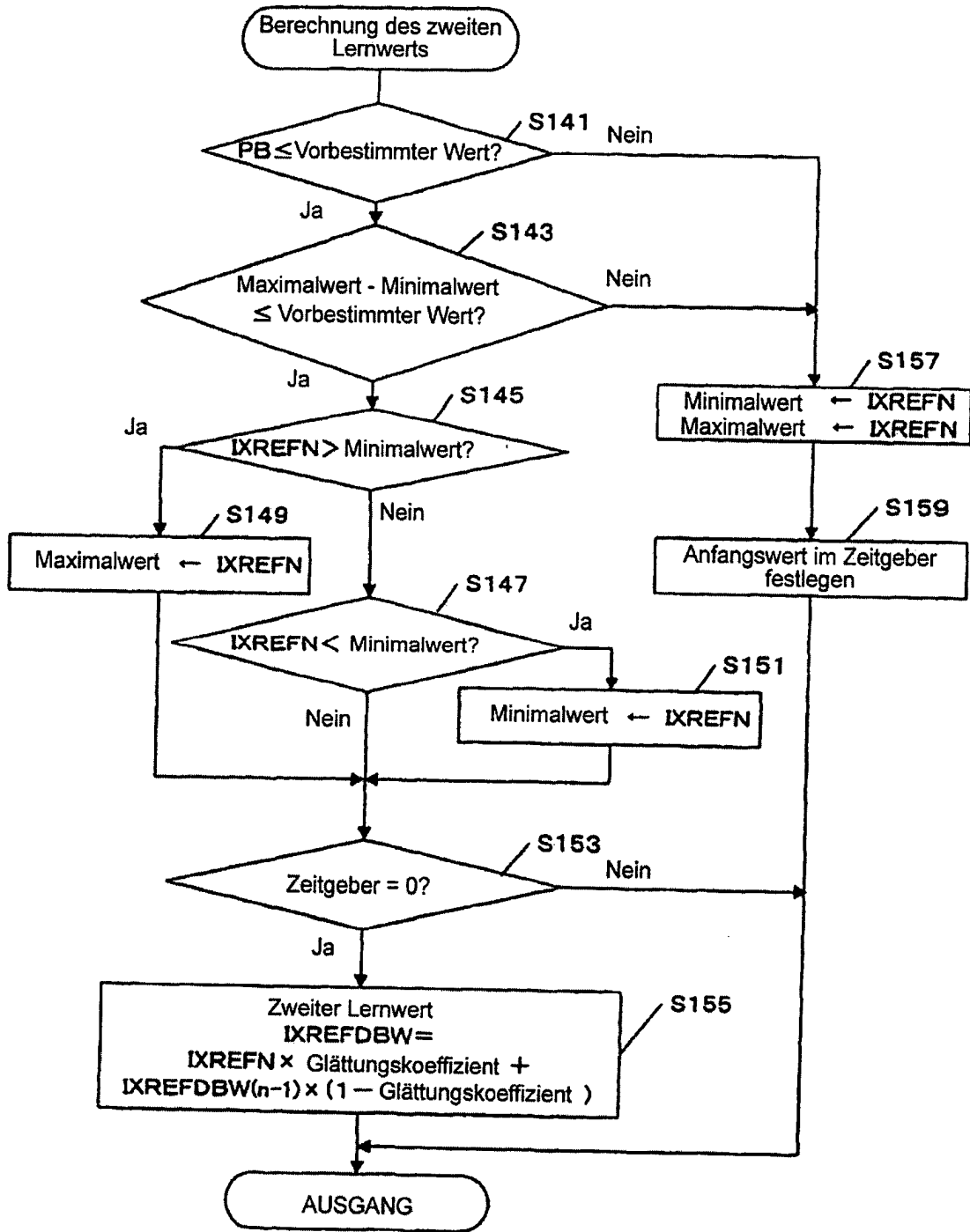


Fig. 9

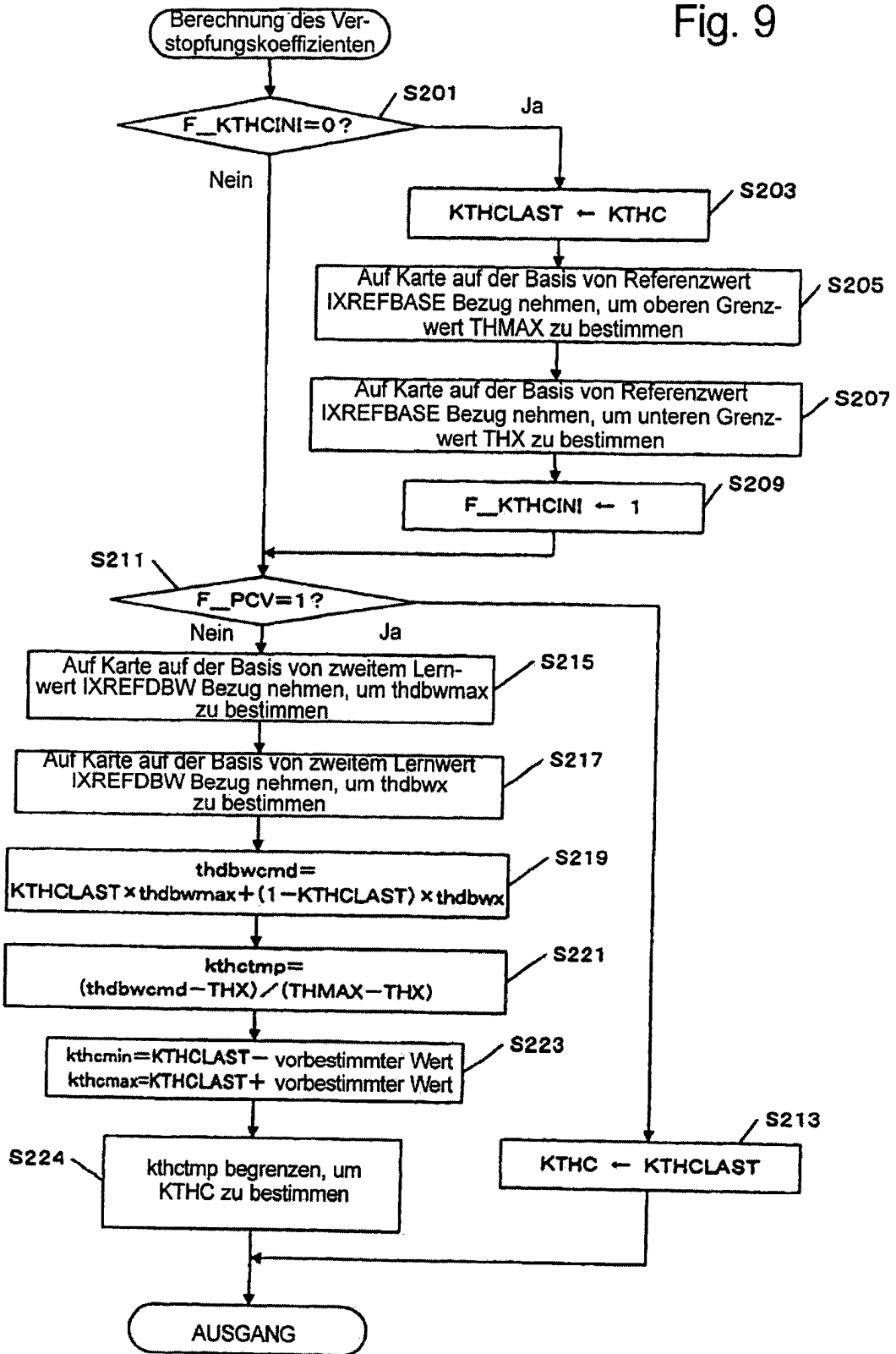


Fig. 10

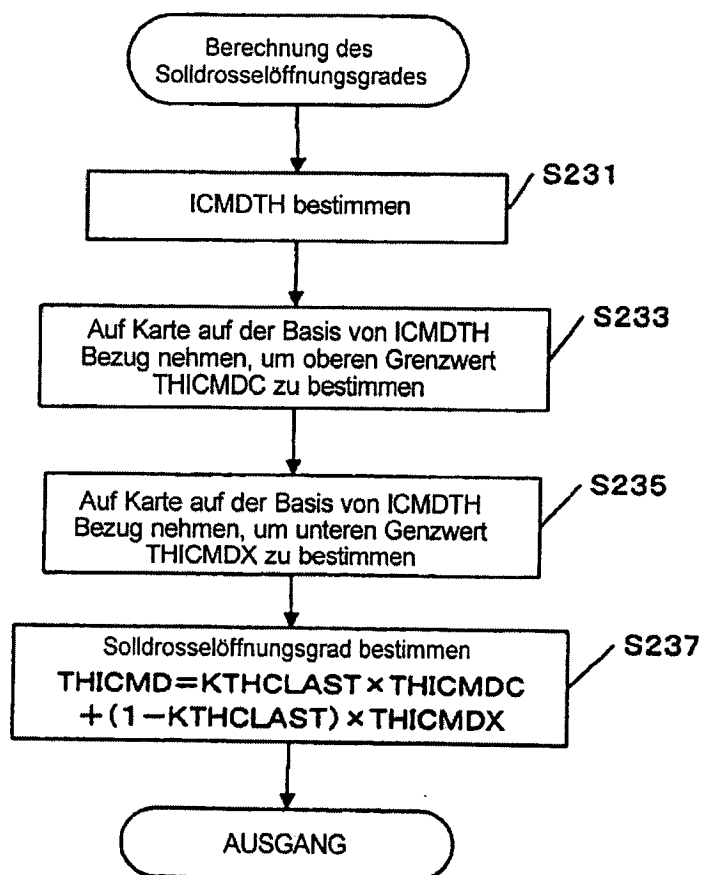


Fig. 11

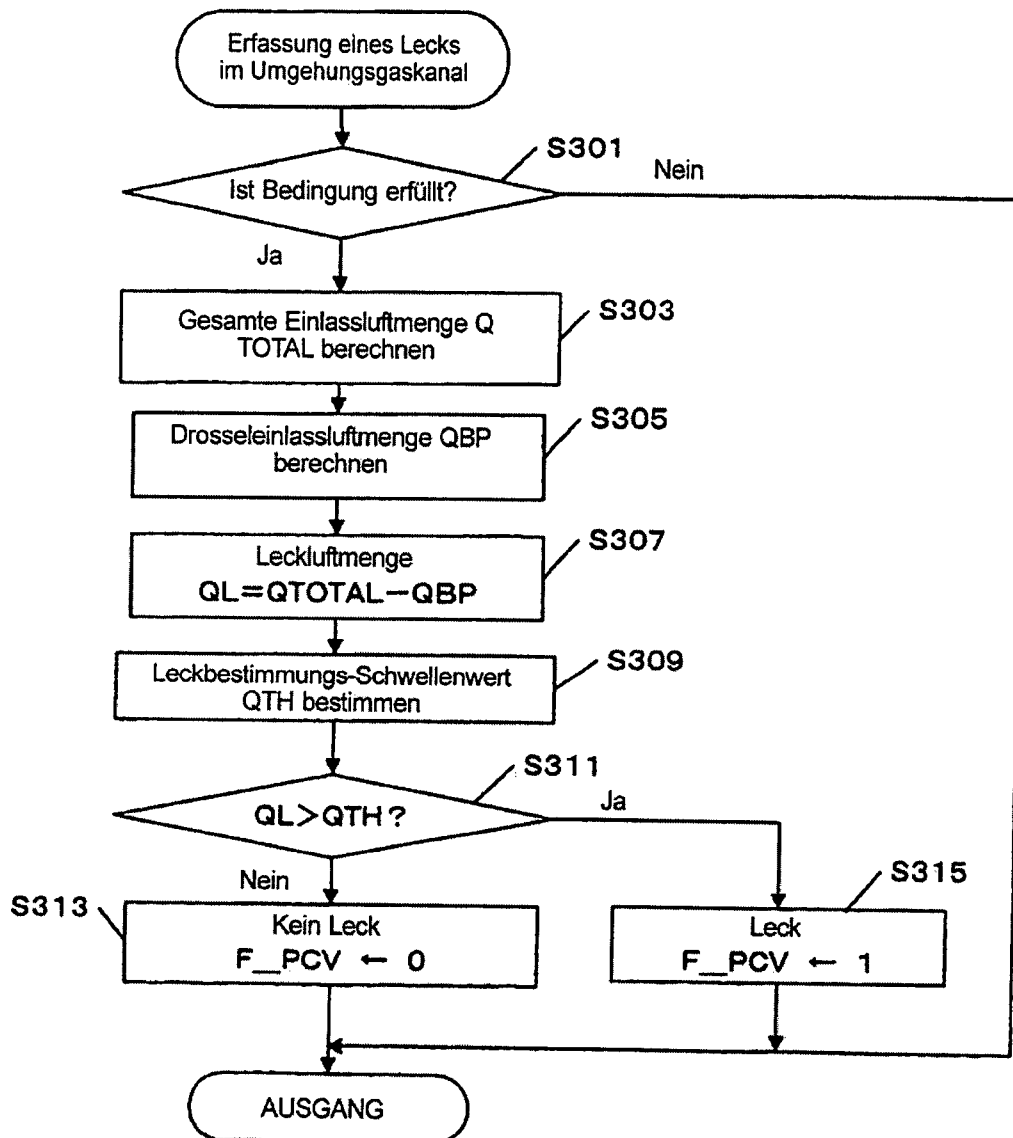


Fig. 12

