



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 24 957 T2** 2005.11.03

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 010 880 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 24 957.0**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 310 190.6**

(96) Europäischer Anmeldetag: **17.12.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **21.06.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **27.04.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **03.11.2005**

(51) Int Cl.7: **F02D 37/02**

F02P 5/04, F02P 5/145, F02D 31/00,

F02D 41/06

(30) Unionspriorität:

35975998 17.12.1998 JP

(73) Patentinhaber:

Honda Giken Kogyo K.K., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

Weickmann & Weickmann, 81679 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(72) Erfinder:

Yasui, Yuji, Wako-shi, Saitama-ken, JP; Akazaki, Shusuke, Wako-shi, Saitama-ken, JP; Iwaki, Yoshihisa, Wako-shi, Saitama-ken, JP; Sato, Tadashi, Wako-shi, Saitama-ken, JP; Ueno, Masaki, Wako-shi, Saitama-ken, JP

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Steuerung 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

Gebiet der Erfindung:

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Steuern/Regeln eines Verbrennungsmotors, der Abgase durch einen katalytischen Wandler abgibt.

Beschreibung der verwandten Technik:

[0002] Katalytische Wandler wie etwa katalytische Dreiwegewandler sind in Auspuffsystemen von Verbrennungsmotoren angeordnet, um von den Verbrennungsmotoren abgegebene Abgase zu reinigen. Allgemein kann ein solcher katalytischer Wandler keine gewünschte Reinigungsfähigkeit der Abgase einhalten, solange nicht seine Temperatur auf einen ausreichend hohen Pegel ansteigt, um den katalytischen Wandler zu aktivieren. Es ist daher wichtig, dass der katalytische Wandler unmittelbar nach dem Betriebsbeginn des Verbrennungsmotors, wenn die Temperatur des katalytischen Wandlers vergleichsweise niedrig ist, ein gewünschtes Niveau der Abgasreinigung erreicht.

[0003] Die EP-A-0874151 offenbart ein Steuersystem zum Steuern/Regeln eines Verbrennungsmotors, der Abgase durch einen Abgasreiniger abführt. Anspruch 1 ist gegenüber dieser Offenbarung gekennzeichnet. Die US 5,213,077 beschreibt eine Verstärkungsgradeinstellvorrichtung für einen PID-Regler zum Regeln der Drehzahl eines Verbrennungsmotors.

[0004] Der Anmelder der vorliegenden Anmeldung hat eine Technik zur Abgasreinigung vorgeschlagen, wenn der katalytische Wandler eine relativ niedrige Temperatur hat, wie in der japanischen Patentoffenlegungsschrift Nr. 10-299631 und der US-Patentanmeldung Nr. 09/063732 offenbart. Nachfolgend wird das vorgeschlagene Abgasreinigungssystem beschrieben.

[0005] Wenn ein Verbrennungsmotor nach seinem Betriebsbeginn leertläuft, wird die in den Verbrennungsmotor eingeführte Ansaugluftmenge größer gemacht als dann, wenn der Verbrennungsmotor normal leertläuft, zum Beispiel dann, wenn der Verbrennungsmotor leertläuft, nachdem ein durch den Verbrennungsmotor angetriebenes Kraftfahrzeug gefahren ist. Ferner wird, nach Zunahmebeginn der Ansaugluftmenge, ein Befehlswert für die Zündzeit des Verbrennungsmotors entsprechend einem Rückkopplungsregelprozess (insbesondere einem PI (proportional plus integral) Regelprozess) erzeugt, um die Drehzahl (die Istzahl) des Verbrennungsmotors, die auf aufgrund der erhöhten Ansaugluftmenge

tendenziell zunimmt, zu einer bestimmten Sollzahl hin zu konvergieren. Die Istzahlzeit des Verbrennungsmotors wird dann auf der Basis des erzeugten Befehlswerts geregelt, so dass die Zündzeit weiter verzögert wird als normal.

[0006] Wenn die Ansaugluftmenge erhöht wird und die Zündzeit in der oben beschriebenen Weise verzögert wird, haben die Abgase, die von dem Verbrennungsmotor bei der Verbrennung des Luftkraftstoffgemischs abgegeben werden, eine größere Wärmemenge, und daher wird der durch die Abgase erhitzte katalytische Wandler schnell aktiviert. Im Ergebnis ist der katalytische Wandler in der Lage, nach Betriebsbeginn des Verbrennungsmotors schnell eine gewünschte Reinigungsfähigkeit zu erreichen.

[0007] Wenn gemäß der oben vorgeschlagenen Technik die Drehzahl des Verbrennungsmotors, die aufgrund der erhöhten Ansaugluftmenge tendenziell zunimmt, so geregelt wird, dass sie gemäß dem Rückkopplungsregelprozess (nachfolgend als "Zündzeitsteuerdrehzahl-F/B-Regelprozess" bezeichnet) auf die Sollzahl konvergiert, wird die Zündzeit so geregelt, dass sie verzögert wird, während die Drehzahl des Verbrennungsmotors stabil bleibt. Daher kann, unabhängig voneinander, die Ansaugluftmenge erhöht und die Zündzeit geregelt werden. Zusätzlich kann das System zum Regeln der Ansaugluftmenge und der Zündzeit leicht konstruiert und vereinfacht werden.

[0008] Der Rückkopplungsfaktor des Zündzeitsteuerdrehzahl-F/B-Regelprozesses, d.h. die Änderungsrate des Befehlswerts für die Zündzeit zur Differenz zwischen den Ist- und Sollzahlen des Verbrennungsmotors (nachfolgend als "Drehzahldifferenz" bezeichnet) ist bislang auf einen Rückkopplungsfaktor gesetzt worden, der in Bezug auf die Zündzeit fest war und der durch Experimente und Simulation bestimmt worden ist. Eine solche Rückkopplungsfaktorbestimmung ist in dem PI-Regelprozess äquivalent zur Bestimmung von Koeffizientenparametern in Bezug auf proportionale und integrale Terme (Verstärkungsfaktoren von proportionalen und integralen Termen), als feste Werte in Bezug auf die Zündzeit.

[0009] Die Erfinder der vorliegenden Anmeldung haben als Ergebnis weiterer Untersuchungen herausgefunden, dass die Drehzahl des Verbrennungsmotors in Bezug auf die Sollzahl gemäß der herkömmlichen Technik möglicherweise instabil werden könnte.

[0010] Verschiedene Untersuchungen, die von den Erfindern der vorliegenden Anmeldung durchgeführt wurden, haben aufgezeigt, dass die Änderungsrate der Drehzahl (Istzahl) des Verbrennungsmotors zu einer Änderung der Zündzeit tendenziell größer wird, wenn die Zündzeit weiter verzögert wird. Wenn

ein Befehlswert für die Zündzeit erzeugt wird, um die Drehzahl des Verbrennungsmotors auf die Soll-drehzahl gemäß dem Zündzeitsteuerdrehzahl-F/B-Regelprozess zu konvergieren, beeinflusst der Befehlswert verschiedene Betriebszustände des Verbrennungsmotors. Demzufolge wird der Befehlswert für die Zündzeit und die in Abhängigkeit von dem Befehlswert geregelte Istzündzeit häufig relativ weit verzögert.

[0011] Wenn die Zündzeit des Verbrennungsmotors relativ weit verzögert wird, wird eine Änderung des Befehlswerts für die Zündzeit, die in Abhängigkeit von der Drehzahldifferenz erzeugt wird, übermäßig groß, was bedeutet, dass der Rückkopplungsfaktor des Zündzeitsteuerdrehzahl-F/B-Regelprozesses übermäßig groß ist. Im Ergebnis ändert sich die Ist-drehzahl des Verbrennungsmotors zu stark zur Soll-drehzahl hin, und die Istdrehzahl wird unstabil (die Istdrehzahl fluktuiert oszillierend in Bezug auf die Soll-drehzahl).

[0012] Eine Lösung wäre es, den Rückkopplungsfaktor des Zündzeitsteuerdrehzahl-F/B-Regelprozesses auf einen relativ kleinen Faktor zu setzen. Mit einem solchen relativ kleinen Rückkopplungsfaktor wird jedoch, insofern die Zündzeit nicht zu stark verzögert worden ist, die schnelle Reaktion des Regelprozesses zum Konvergieren der Drehzahl des Verbrennungsmotors auf die Soll-drehzahl gemäß dem Zündzeitsteuerdrehzahl-F/B-Regelprozess reduziert.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0013] Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zum Steuern/Regeln der Zündzeit eines Verbrennungsmotors gemäß einem Rückkopplungsregelprozess vorzusehen, um die in den Verbrennungsmotor eingeführte Ansaugluftmenge zu erhöhen und die Drehzahl des Verbrennungsmotors auf eine Soll-drehzahl zu konvergieren, während der Verbrennungsmotor leerläuft, nachdem er zu laufen begonnen hat, zu dem Zweck, einen mit dem Verbrennungsmotor gekoppelten katalytischen Wandler rasch zu aktivieren, wobei die Vorrichtung in der Lage ist, die Stabilität und schnelle Reaktion eines Steuer/Regelprozesses zum Konvergieren der Drehzahl des Verbrennungsmotors auf die Soll-drehzahl unabhängig davon, wie die Zündzeit gesteuert wird, zu erreichen.

[0014] Zur Lösung der obigen Aufgabe wird gemäß der vorliegenden Erfindung eine Vorrichtung zum Steuern/Regeln eines Verbrennungsmotors angegeben, welcher Abgase durch einen katalytischen Wandler abgibt, umfassend: ein Ansaugluftmengensteuermittel zum Vergrößern einer in den Verbrennungsmotor eingeführten Ansaugluftmenge, wenn der Verbrennungsmotor leerläuft, nachdem der Verbrennungsmotor zu arbeiten beginnt, auf einen Pe-

gel, der größer ist als dann, wenn der Verbrennungsmotor normal leerläuft; ein Zündzeitsteuermittel zum Erzeugen eines Befehlswerts für die Zündzeit des Verbrennungsmotors gemäß einem Rückkopplungsregelprozess, um eine Drehzahl des Verbrennungsmotors auf eine vorbestimmte Soll-drehzahl zu konvergieren, nachdem die in den Verbrennungsmotor eingeführte Ansaugluftmenge zuzunehmen beginnt, und zum Einstellen der Zündzeit des Verbrennungsmotors auf der Basis des erzeugten Befehlswerts für die Zündzeit, und ein Mittel, um einen Rückkopplungsfaktor des Rückkopplungsregelprozesses in Abhängigkeit von der vom Zündzeitsteuermittel eingestellten Zündzeit variabel zu erstellen.

[0015] Wenn mit der obigen Anordnung das Zündzeitsteuermittel die Zündzeit des Verbrennungsmotors einstellt, während die in den Verbrennungsmotor eingeführte Ansaugluftmenge durch das Ansaugluftmengensteuermittel vergrößert wird, wird die Drehzahl (Istdrehzahl) des Verbrennungsmotors, die aufgrund der erhöhten Ansaugluftmenge tendenziell zunimmt, unter Rückkopplung auf eine vorbestimmte Soll-drehzahl geregelt, die für einen Leerlaufbetrieb des Verbrennungsmotors geeignet ist. Der Rückkopplungsfaktor des Rückkopplungsregelprozesses, d.h. die Änderungsrate des Befehlswerts für die Zündzeit zur Differenz zwischen der Istdrehzahl des Verbrennungsmotors und der Soll-drehzahl, wird in Abhängigkeit von der vom Zündzeitsteuermittel eingestellten Zündzeit variabel erstellt. Somit kann der Befehlswert für die Zündzeit zum Konvergieren der Drehzahl des Verbrennungsmotors auf die Soll-drehzahl zur Einstellung der Zündzeit geeignet gemacht werden. Im Ergebnis kann die Stabilität und schnelle Reaktion des Steuer/Regelprozesses zum Konvergieren der Drehzahl des Verbrennungsmotors auf die Soll-drehzahl unabhängig von der Einstellung der Zündzeit erreicht werden.

[0016] Insbesondere umfasst das Mittel zum variablen Erstellen eines Rückkopplungsfaktors ein Mittel, um den Rückkopplungsfaktor derart zu erstellen, dass der Rückkopplungsfaktor kleiner wird, wenn die Zündzeit weiter verzögert wird

[0017] Wenn die eingestellte Zündzeit weiter verzögert wird, ist die Änderungsrate der Drehzahl des Verbrennungsmotors zu einer Änderung der Zündzeit tendenziell größer. Daher wird der Rückkopplungsfaktor in einer Situation verringert, wo die Zündzeit auf einen relativ stark verzögerten Wert verstellt wird. In einer solchen Situation, wo die Zündzeit auf einen relativ stark verzögerten Wert verstellt wird, wird, wenn sich die Differenz zwischen der Drehzahl (Istdrehzahl) des Verbrennungsmotors und der Soll-drehzahl verändert, eine Änderung im Befehlswert für die Zündzeit, die durch das Zündzeitsteuermittel gemäß dem Rückkopplungsregelprozess erzeugt wird, klein gemacht. Im Ergebnis kann die Drehzahl des Ver-

brennungsmotors glattgängig auf die Solldrehzahl konvergiert werden, anstatt abrupt auf die Solldrehzahl geändert zu werden. Die Stabilität des Steuer/Regelprozesses zum Konvergieren der Drehzahl des Verbrennungsmotors auf die Solldrehzahl kann somit erreicht werden.

[0018] Umgekehrt ist in einer Situation, wo die eingestellte Zündzeit vorverlagert wird, der Rückkopplungsfaktor relativ groß. Wenn sich daher die Differenz zwischen der Drehzahl (Istdrehzahl) des Verbrennungsmotors und der Solldrehzahl verändert, wird eine Änderung im Befehlswert für die Zündzeit, die durch das Zündzeitsteuermittel gemäß dem Rückkopplungsregelprozess erzeugt ist, relativ groß. Im Ergebnis kann die Drehzahl des Verbrennungsmotors rasch auf die Solldrehzahl konvergiert werden, und daher kann eine schnelle Reaktion des Steuer/Regelprozesses zum Konvergieren der Drehzahl des Verbrennungsmotors auf die Solldrehzahl erreicht werden.

[0019] Der Rückkopplungsregelprozess umfasst zum Beispiel einen Proportional-plus-integral-(PI)-Regelprozess. Das Mittel zum variablen Erstellen eines Rückkopplungsfaktors umfasst ein Mittel, um den Wert eines Koeffizientenparameters eines Proportionalterms, der proportional zu der Differenz zwischen einer Istdrehzahl des Verbrennungsmotors und der Solldrehzahl ist, und/oder einen Koeffizientenparameter eines Integralterms, der proportional zu einem Integral der Differenz ist, zu verändern, um hier den Rückkopplungsfaktor variabel zu erstellen.

[0020] Insbesondere wenn der Rückkopplungsregelprozess einen Proportional-plus-Integral-(PI)-Regelprozess umfasst, dann wird einer oder werden beide Koeffizientenparameter der Proportional- und Integralterme in Abhängigkeit davon verändert, wie die Zündzeit eingestellt wird. Somit kann der Rückkopplungsfaktor in Abhängigkeit von der Zündzeit variabel eingestellt werden.

[0021] Der Rückkopplungsregelprozess kann einen Proportional-plus-Integral-plus-differenziellen-(PID)-Regelprozess aufweisen, der einen derivativen Term sowie die Proportional- und Integralterme berücksichtigt. Daher deckt der Proportional-plus-Integral-Regelprozess gemäß der vorliegenden Erfindung auch einen solchen Proportional-plus-Integral-plus-Differenzial-Regelprozess.

[0022] Die Vorrichtung sollte bevorzugt ein Solldrehzahlsetzmittel aufweisen, zum Setzen der Solldrehzahl durch Verändern der Solldrehzahl von einer voreingestellten Drehzahl zu einer Leerlaufdrehzahl, nachdem die Drehzahl des Verbrennungsmotors die voreingestellte Drehzahl erreicht hat, die höher ist als die Leerlaufdrehzahl, nachdem die Vergrößerung der in den Verbrennungsmotor eingeführten Ansaugluft-

menge durch das Ansaugluftmengensteuermittel begonnen hat.

[0023] Mit der obigen Anordnung wird, nachdem die Drehzahl des Verbrennungsmotors die voreingestellte Drehzahl erreicht hat, die höher ist als die Leerlaufdrehzahl, d.h. die Drehzahl, bei der die Drehzahl der Verbrennungsmotors letztendlich gehalten werden sollte, die Drehzahl so erstellt, dass sie von der voreingestellten Drehzahl zur Leerlaufdrehzahl variiert, und wird schließlich auf die Leerlaufdrehzahl gesetzt. Der Befehlswert für die Zündzeit, um die Drehzahl des Verbrennungsmotors auf die so erstellte Solldrehzahl zu konvergieren, wird gemäß dem Rückkopplungsregelprozess sequenziell erzeugt. Somit wird die Zündzeit auf der Basis des gemäß dem Rückkopplungsregelprozess erzeugten Befehlswerts für die Zündzeit derart eingestellt, dass, nachdem aufgrund der vergrößerten Ansaugluftmenge die Drehzahl des Verbrennungsmotors auf die voreingestellte Drehzahl erhöht wurde, die höher ist als die Leerlaufdrehzahl, die Drehzahl des Verbrennungsmotors für eine bestimmte Zeitdauer höher gehalten wird als die Leerlaufdrehzahl, welche die Endsolldrehzahl ist, und wird schließlich auf die Leerlaufdrehzahl konvergiert. Auf diese Weise wird in einer Anfangsperiode des Rückkopplungsregelprozesses aufgrund der Einstellung der Zündzeit verhindert, dass die Drehzahl des Verbrennungsmotors scharf abfällt, und es wird auch verhindert, dass sie von der Leerlaufdrehzahl stark abfällt, so dass verhindert wird, dass der Betrieb des Verbrennungsmotors instabil wird.

[0024] Das Ansaugluftmengensteuermittel umfasst ein Mittel, um eine Vergrößerung der in den Verbrennungsmotor eingeführten Ansaugluftmenge zu bestimmen, während der Verbrennungsmotor normal leertläuft, in Abhängigkeit von der Temperatur des katalytischen Wandlers, wenn der Verbrennungsmotor zu arbeiten beginnt, gemäß einem vorwärts koppelnden Steuerprozess, und Einstellen der in den Verbrennungsmotor eingeführten Ansaugluftmenge gemäß der bestimmten Vergrößerung.

[0025] Wenn beim Start des Verbrennungsmotors die Temperatur des katalytischen Wandlers relativ niedrig ist, dann ist eine große Wärmemenge erforderlich, um die Temperatur des katalytischen Wandlers rasch zu erhöhen und diesen rasch zu aktivieren. Wenn hingegen beim Start des Verbrennungsmotors die Temperatur des katalytischen Wandlers hoch ist, dann kann die Wärmemenge, die zum Erhöhen der Temperatur des katalytischen Wandlers und zum Aktivieren desselben erforderlich ist, klein sein. Daher wird gemäß der vorliegenden Erfindung die Zunahme (die grundlegend die dem katalytischen Wandler gegebene Wärmemenge bestimmt) in der in den Verbrennungsmotor eingeführten Ansaugluftmenge gemäß dem vorwärtskoppelnden Steuerprozess in Ab-

hängigkeit von der Temperatur des katalytischen Wandlers, zumindest beim Start des Verbrennungsmotors, bestimmt. Es ist daher möglich, die Temperatur des katalytischen Wandlers rasch zu erhöhen und diesen zu aktivieren, unabhängig von der Temperatur des katalytischen Wandlers beim Start des Verbrennungsmotors.

[0026] Um die Vergrößerung der Ansaugluftmenge in Abhängigkeit von der Temperatur des katalytischen Wandlers zumindest beim Start des Verbrennungsmotors zu bestimmen, sollte das Ansaugluftmengensteuermittel bevorzugt ein Mittel umfassen, um die Vergrößerung mit der Zeit allmählich zu erhöhen, unmittelbar nachdem die Vergrößerung der in den Verbrennungsmotor eingeführten Ansaugluftmenge begonnen hat.

[0027] Insbesondere wenn die Ansaugluftmenge nach dem Start des Verbrennungsmotors rasch stufenweise sofort erhöht wird, dann wird der Betrieb des Verbrennungsmotors tendenziell instabil. Da jedoch die Vergrößerung der Ansaugluftmenge gemäß der vorliegenden Erfindung allmählich erhöht wird, wird verhindert, dass der Betrieb des Verbrennungsmotors instabil wird.

[0028] Ferner sollte das Ansaugluftmengensteuermittel bevorzugt ein Mittel zur Bestimmung der Vergrößerung umfassen, um bei Ablauf einer vorbestimmten Zeit, nachdem die Vergrößerung der in den Verbrennungsmotor eingeführten Ansaugluftmenge begonnen hat, die Vergrößerung mit der Zeit allmählich zu reduzieren.

[0029] Selbst wenn bei Ablauf einer bestimmten Zeitdauer nach dem Start des Verbrennungsmotors die Ansaugluftmenge konstant ist, wird die Reibung verschiedener Komponenten des Verbrennungsmotors reduziert, wenn der Verbrennungsmotor wärmer wird, und die Drehzahl des Verbrennungsmotors nimmt tendenziell zu. Gemäß der vorliegenden Erfindung wird, bei Ablauf der vorbestimmten Zeit, die Vergrößerung der Ansaugluftmenge allmählich reduziert, um die Zunahmetendenz der Drehzahl des Verbrennungsmotors aufgrund der reduzierten Reibung zu kompensieren, ohne die Zündzeit weiter verzögern zu müssen als notwendig.

[0030] Das Ansaugluftmengensteuermittel umfasst bevorzugt ein Mittel zur Korrektur der Vergrößerung, um die Ansaugluftmenge zu reduzieren, wenn der Befehlswert für die Zündzeit, der durch das Zündzeitsteuermittel gemäß dem Rückkopplungsregelprozess erzeugt wird, weiter verzögert ist als ein vorbestimmter Schwellenwert, der weiter verzögert ist als die Zündzeit innerhalb eines vorbestimmten zulässigen Bereichs für die Zündzeit, in dem der Verbrennungsmotor zum normalen Betrieb in der Lage ist.

[0031] Wenn die Drehzahl des Verbrennungsmotors aufgrund der reduzierten Reibung verschiedener Komponenten des Verbrennungsmotors tendenziell in Bezug auf die Solldrehzahl zunimmt und hierbei sich der gemäß dem Rückkopplungsregelprozess erzeugte Befehlswert für die Zündzeit auf einen Wert verändert, der weiter verzögert ist als der Schwellenwert, d.h. zu einem stark verzögerten Wert hin, korrigiert das Ansaugluftmengensteuermittel die Zunahme der Ansaugluftmenge, um die Ansaugluftmenge zu verringern. Daher wird die Zunahmetendenz der Drehzahl des Verbrennungsmotors unterdrückt, wodurch verhindert wird, dass der Befehlswert für die Zündzeit aus dem zulässigen Bereich heraus weiter verzögert wird. Im Ergebnis wird in einer Situation, wo die Drehzahl des Verbrennungsmotors in Bezug auf die Solldrehzahl aufgrund der Reibungsminde- rung verschiedener Komponenten des Verbrennungsmotors tendenziell zunimmt, der Befehlswert für die Zündzeit in dem zulässigen Bereich gehalten, und die Zündzeit kann auf der Basis des Befehls- werts eingestellt werden. Daher kann die Drehzahl des Verbrennungsmotors stabil auf die Solldrehzahl konvergiert werden.

[0032] Die obigen und anderen Ziele, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen ersichtlich, die eine bevorzugte Ausführung der vorliegenden Erfindung als Beispiel darstellen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0033] [Fig. 1](#) ist ein Blockdiagramm eines Steuersystems zum Steuern/Regeln eines Verbrennungsmotors gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0034] [Fig. 2](#) ist ein Diagramm mit Darstellung eines Steuerprozesses des in [Fig. 1](#) gezeigten Steuersystems;

[0035] [Fig. 3](#) ist ein Flussdiagramm einer Hauptroutine des Steuerprozesses des in [Fig. 1](#) gezeigten Steuersystems;

[0036] [Fig. 4](#) ist ein Flussdiagramm einer Hauptroutine des Steuerprozesses des in [Fig. 1](#) gezeigten Steuersystems;

[0037] [Fig. 5](#) ist ein Flussdiagramm einer Hauptroutine des Steuerprozesses des in [Fig. 1](#) gezeigten Steuersystems;

[0038] [Fig. 6](#) ist ein Flussdiagramm einer Hauptroutine des Steuerprozesses des in [Fig. 1](#) gezeigten Steuersystems;

[0039] [Fig. 7](#) ist ein Diagramm mit Darstellung einer Tabelle, die in der in [Fig. 6](#) gezeigten Unteroutine

verwendet wird;

[0040] [Fig. 8](#) ist ein Diagramm mit Darstellung einer Tabelle, die in der in [Fig. 6](#) gezeigten Unteroutine verwendet wird;

[0041] [Fig. 9](#) ist ein Diagramm mit Darstellung einer Tabelle, die in der in [Fig. 6](#) gezeigten Unteroutine verwendet wird;

[0042] [Fig. 10](#) ist ein Flussdiagramm einer Haupt-routine des Steuerprozesses des in [Fig. 1](#) gezeigten Steuersystems;

[0043] [Fig. 11](#) ist ein Flussdiagramm einer Haupt-routine des Steuerprozesses des in [Fig. 1](#) gezeigten Steuersystems;

[0044] [Fig. 12](#) ist ein Diagramm mit Darstellung einer Datentabelle, die in der in [Fig. 11](#) gezeigten Unteroutine verwendet wird;

[0045] [Fig. 13](#) ist ein Diagramm mit Darstellung einer Datentabelle, die in der in [Fig. 11](#) gezeigten Unteroutine verwendet wird;

[0046] [Fig. 14](#) ist ein Flussdiagramm einer Unter-routine des Steuerprozesses des in [Fig. 1](#) gezeigten Steuersystems;

[0047] [Fig. 15](#) ist ein Diagramm mit Darstellung eines Betriebs des in [Fig. 1](#) gezeigten Steuersystems; und

[0048] [Fig. 16](#) ist ein Diagramm mit Darstellung eines Betriebs des in [Fig. 1](#) gezeigten Steuersystems.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNG

[0049] Eine Vorrichtung zum Steuern/Regeln eines Verbrennungsmotors gemäß der vorliegenden Erfindung wird nachfolgend in Bezug auf die [Fig. 1](#) bis [Fig. 16](#) beschrieben.

[0050] [Fig. 1](#) zeigt in Blockform ein Steuersystem zum Steuern/Regeln eines Verbrennungsmotors gemäß der vorliegenden Erfindung. In [Fig. 1](#) enthält das Steuersystem einen Controller **2** zur Betriebssteuerung des Verbrennungsmotors **1**.

[0051] Der Verbrennungsmotor **1** ist als Antriebsquelle an einem Fahrzeug, wie etwa einem Automobil, einem Hybridfahrzeug oder dergleichen (nicht gezeigt) angebracht. Der Verbrennungsmotor **1** verbrennt ein Gemisch von Luft und Kraftstoff und emittiert Abgase durch einen katalytischen Wandler **3**, der einen Drei-Wege-Katalysator aufweist, in die Atmosphäre.

[0052] Das Steuersystem enthält, als Hilfskomponenten für die Betriebssteuerung des Verbrennungsmotors **1** einen Drehzahlsensor **4** zum Erfassen einer Drehzahl NE (Istdrehzahl) des Verbrennungsmotors **1**, einen Motortemperatursensor **5** zum Erfassen einer Motortemperatur TW (zum Beispiel Kühlmitteltemperatur) des Verbrennungsmotors **1**, einen Ansaugdrucksensor **6** zum Erfassen eines Ansaugdrucks PB in dem Verbrennungsmotor **1**, einen Atmosphärentemperatursensor **7** zum Erfassen einer Atmosphärentemperatur TA, einen Acceleratorsensor **8** zum Erfassen eines Einstellbetrags AP des Gaspedals (nicht gezeigt) des Fahrzeugs sowie einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **9** zum Erfassen einer Geschwindigkeit V des Fahrzeugs.

[0053] Der Verbrennungsmotor **1** hat, als Hilfskomponenten für den Betrieb des Verbrennungsmotors **1**, eine Zündeinheit **10** zum Zünden des Luftkraftstoffgemischs in dem Verbrennungsmotor **1**, eine Kraftstoffzufuhreinheit **11** zum Zuführen von Kraftstoff in den Verbrennungsmotor **1** sowie einen Drosselventilaktuator **12** zum Betreiben eines Drosselventils (nicht gezeigt) in dem Verbrennungsmotor **1**.

[0054] Ansaugluft wird in den Verbrennungsmotor **1** durch einen Kanal (nicht gezeigt), in dem das Drosselventil angeordnet ist, und einen Bypasskanal (nicht gezeigt), der das Drosselventil umgeht, eingeführt.

[0055] Das Fahrzeug hat auch einen Startermotor (nicht gezeigt) zum Starten des Betriebs des Verbrennungsmotors **1**, eine Stromversorgungsbatterie (nicht gezeigt) zum Zuführen elektrischer Energie zu verschiedenen elektrischen Vorrichtungen an dem Fahrzeug, sowie ein Getriebe, d.h. ein Automatikgetriebe in der dargestellten Ausführung, zur Antriebskraftübertragung von dem Verbrennungsmotor **1** auf Antriebsräder des Fahrzeugs. Das Fahrzeug hat ferner Pumpen, die mit einem Servolenksystem und einer Klimaanlageeinheit (nicht gezeigt) kombiniert sind, wobei die Pumpen durch den Verbrennungsmotor **1** betreibbar sind und als Lasten desselben dienen.

[0056] Der Controller **2**, der einen Mikrocomputer aufweist, steuert/regelt die Zündeinheit **10**, die Kraftstoffzufuhreinheit **11** und den Drosselventilaktuator **12** auf der Basis von Ausgabedaten (erfassten Werten) von den Sensoren **4** bis **9**, eines vorbestimmten Programms und voreingestellten Datenwerten, um hierdurch den Verbrennungsmotor **1** zu betreiben.

[0057] Der Controller **2** hat, als funktionelle Komponente, ein Ansaugluftmengensteuermittel **13** zum Steuern/Regeln des Drosselventilaktuators **12** zum Erhöhen der dem Verbrennungsmotor **1** zugeführten Ansaugluftmenge, während der Verbrennungsmotor **1** leerläuft, nachdem er zu laufen begonnen hat, ein

Solldrehzahlsetzmittel **14** zum Setzen einer Solldrehzahl des Verbrennungsmotors **1**, wenn die Ansaugluftmenge verändert wird, sowie ein Zündzeitsteuermittel **15** zum Steuern/Regeln der Zündeinheit **10** zur Steuerung der Zündzeit des Verbrennungsmotors **1**, um die Istdrehzahl (dargestellt durch die Ausgabe des Drehzahlsensors **4**) des Verbrennungsmotors **1** auf die Solldrehzahl zu konvergieren. Details der Funktionen dieser Mittel **13**, **14**, **15** werden später beschrieben.

[0058] In dieser Ausführung ist ein Steuerzyklus (eine Steuerperiode) die durch den Controller **2** gesteuert wird, eine Kurbelwinkelperiode (sogenannte OT).

[0059] Der Betrieb des Steuersystems wird nachfolgend in Kombination mit weiter spezifischen Funktionen des Controllers **2** beschrieben.

[0060] Zuerst wird ein Grundbetrieb des Steuersystems nachfolgend kurz in Bezug auf [Fig. 2](#) beschrieben. [Fig. 2](#) zeigt als Beispiel zeitabhängige Veränderungen in der Öffnung des Drosselventils, der Zündzeit bzw. der Drehzahl des Verbrennungsmotors **1** in oberen, mittleren und unteren Diagrammabschnitten.

[0061] Wenn in [Fig. 2](#) das Steuersystem aktiviert wird, indem ein Starterschalter (nicht gezeigt) gedrückt wird, während der Verbrennungsmotor **1** nicht in Betrieb ist, tritt das Steuersystem zuerst in einen Betriebsmodus zum Starten des Verbrennungsmotors **1** ein (nachfolgend als "Startmodus" bezeichnet), indem der Verbrennungsmotor **1** mit einem Startermotor (nicht gezeigt) angelassen wird. In dem Startmodus werden die Drosselventilöffnung und die Zündzeit wie gezeigt gesteuert, und die Drehzahl des Verbrennungsmotors **1** verändert sich wie gezeigt.

[0062] Wenn eine vollständige Kraftstoffverbrennung in dem Verbrennungsmotor **1** in dem Startmodus bestätigt wird, tritt das Steuersystem in einen Betriebsmodus (nachfolgend als "CWU-Modus" bezeichnet) ein, um den katalytischen Wandler **3** rasch zu aktivieren, während der Verbrennungsmotor **1** leertläuft.

[0063] In dem CWU-Modus wird eine Öffnung THO des Drosselventils (nachfolgend als "Drosselventilöffnung THO" bezeichnet), welche eine in den Verbrennungsmotor **1** eingeführte Ansaugluftmenge bestimmt, geregelt, um eine in den Verbrennungsmotor **1** eingeführte Ansaugluftmenge (THO > 0) in einem Muster zeitabhängiger Veränderungen zu erhöhen, wie in dem oberen Diagrammabschnitt in [Fig. 2](#) gezeigt. Die in den Verbrennungsmotor **1** eingeführte Ansaugluftmenge wird somit größer gemacht als im normalen Leerlaufmodus. In dem dargestellten Steuersystem ist die Drosselventilöffnung THO "0", wenn der Verbrennungsmotor **1** im normalen Leerlaufmodus ist (anders als dem CWU-Modus), als dann,

wenn das Fahrzeug während der Reise vorübergehend stoppt. Hierbei wird die Ansaugluft in den Verbrennungsmotor **1** nur durch den das Drosselventil umgehenden Bypasskanal eingeführt. Wenn daher die Drosselventilöffnung THO wie oben beschrieben gesteuert/geregt wird, wird die Ansaugluftmenge, die in den Verbrennungsmotor **1** im CWU-Modus eingeführt wird, größer gemacht als im normalen Leerlaufmodus, in dem gleichen Muster zeitabhängiger Änderungen wie bei der Drosselventilöffnung THO (die Drosselventilöffnung THO entspricht einer Drosselventilöffnung zum Addieren einer Zunahme der Ansaugluftmenge zu der im normalen Leerlaufmodus eingeführten Ansaugluftmenge).

[0064] Das Muster von Änderungen in der Drosselventilöffnung THO, d.h. das Muster von Änderungen in der Zunahme der Ansaugluftmenge, wird unter bestimmten Bedingungen geeignet korrigiert, um die Vergrößerung der Ansaugluftmenge zu reduzieren.

[0065] Die Drehzahl NE (Istdrehzahl) des Verbrennungsmotors **1** in dem CWU-Modus nimmt zu, wenn die eingeführte Einsaugluftmenge zunimmt (die Drosselventilöffnung THO wird größer), in einem Muster zeitabhängiger Änderungen, wie mit der durchgehend linierten Kurve in dem unteren Diagrammabschnitt von [Fig. 2](#) angegeben. Wenn die Drehzahl NE eine voreingestellte Drehzahl (NOBJ + NECPIS) erreicht, die um einen gegebenen Wert NECPIS höher ist als eine vorbestimmte Leerlaufdrehzahl NOBJ, wird eine Solldrehzahl NE/CWU des Verbrennungsmotors **1** in einem Muster zeitabhängiger Änderungen etabliert, wie durch die unterbrochen linierte Kurve in dem unteren Diagrammabschnitt von [Fig. 2](#) angegeben.

[0066] Gemäß einem Rückkopplungsprozess (in der dargestellten Ausführung auf der Basis eines PI-Regelprozesses) zum Konvergieren der Drehzahl NE des Verbrennungsmotors **1** auf die Solldrehzahl NE/CWU, wird eine Korrekturgröße IG/CPID (im mittleren Diagrammabschnitt von [Fig. 2](#) mit der unterbrochen linierten Kurve angegeben, nachfolgend als "Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID" bezeichnet) für die Zündzeit des Verbrennungsmotors **1** bestimmt. Eine Basiszündzeit IGBASE (in dem mittleren Diagrammabschnitt von [Fig. 2](#) mit der Punkt-und-Strich-linierten Kurve angegeben) wird um die Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID korrigiert, um eine Zündzeit IGLOG zu bestimmen (genauer gesagt, einen Befehlswert für die Zündzeit), wie in dem mittleren Diagrammabschnitt von [Fig. 2](#) mit der durchgehend linierten Kurve angegeben.

[0067] Gemäß dem obigen Rückkopplungsregelprozess sinkt die Solldrehzahl NE/CWU des Verbrennungsmotors **1** von der voreingestellten Drehzahl (NOBJ + NECPIS) auf die Leerlaufdrehzahl NOBJ mit einer vorbestimmten Abnahmerate (Gradienten).

Nachdem sie die Leerlaufdrehzahl NOBJ erreicht hat, wird die Solldrehzahl NE/CWU auf der Leerlaufdrehzahl NOBJ gehalten. Die Leerlaufdrehzahl NOBJ wird auf eine höhere Drehzahl gesetzt als die Drehzahl des Verbrennungsmotors **1**, wie dieser im normalen Leerlaufmodus ist.

[0068] Hierbei wird die Drosselventilöffnung THO geregelt, um die in den Verbrennungsmotor **1** eingeführte Ansaugluftmenge zu vergrößern, um hierdurch die Drehzahl NE (die Istdrehzahl) des Verbrennungsmotors **1** in Bezug auf die Solldrehzahl NE/CWU anzuheben. Somit dient die durch den Rückkopplungsregelprozess bestimmte Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID für die Zündzeit grundlegend dazu, die Zündzeit verzögernd zu korrigieren. Im Ergebnis wird die Zündzeit IGLOG des Verbrennungsmotors **1** verzögert, wie in dem mittleren Diagrammabschnitt von [Fig. 2](#) mit der durchgehend linierten Kurve angegeben.

[0069] Die Steuerung der Zündzeit IGLOG gemäß dem Rückkopplungsregelprozess und das Setzen der Solldrehzahl NE/CWU werden gestartet, wenn eine Ablaufzeit seit dem Start des Verbrennungsmotors **1** einen vorbestimmten Wert erreicht, selbst wenn die Drehzahl NE des Verbrennungsmotors **1** die voreingestellte Drehzahl (NOBJ + NECPIS) nicht erreicht. Der obige Rückkopplungsregelprozess wird nachfolgend als "Zündzeitsteuerdrehzahl-F/B-Regelprozess" bezeichnet.

[0070] Wenn der Fahrer des Fahrzeugs auf das Gaspedal drückt, um das Fahrzeug zu starten, während der CWU-Modus vorliegt, wird der CWU-Modus aufgehoben, und das Steuersystem tritt in einen Betriebsmodus zum Betreiben des Verbrennungsmotors **1** in Abhängigkeit von der Betätigung des Gaspedals ein (nachfolgend als "Normalmodus" bezeichnet). In dem Normalmodus wird die Drosselventilöffnung THO direkt in Abhängigkeit vom Betätigungsbetrag des Gaspedals gesteuert (siehe rechter Bereich des oberen Diagrammabschnitts von [Fig. 2](#)). Nachdem der CWU-Modus aufgehoben ist, kehrt die Zündzeit IGLOG des Verbrennungsmotors **1** allmählich zu der Basiszündzeit IGBASE, die vorverlagert ist, zurück, wie in dem rechten Bereich des mittleren Diagrammabschnitts von [Fig. 2](#) angegeben.

[0071] Die CWU kann in Abhängigkeit von Situation weggelassen werden und kann unter anderen Bedingungen als dann aufgehoben werden, wenn das Gaspedal gedrückt wird.

[0072] Oben ist der Basisbetrieb des Steuersystems gemäß der dargestellten Ausführung beschrieben worden.

[0073] Nachfolgend werden Details des Betriebs des Steuersystems in Hinblick auf dessen Basisbe-

trieb zusammen mit detaillierten Funktionen des Controllers **2** beschrieben.

[0074] Wenn das Steuersystem aktiviert wird, während der Verbrennungsmotor **1** nicht läuft, führt der Controller **2** eine in [Fig. 3](#) gezeigte Hauptroutine in vorbestimmten Steuerzyklen durch, zum Beispiel Kurbelwinkelperioden (OT).

[0075] Zuerst bestimmt der Controller **2** in SCHRITT **3-1**, ob der Betriebsmodus des Steuersystems der Startmodus ist oder nicht. Insbesondere bestimmt der Controller **2**, ob eine vollständige Kraftstoffverbrennung in dem Verbrennungsmotor **1** bestätigt wird oder nicht. Der Betriebsmodus dieses Steuersystems ist der Startmodus, nachdem das Steuersystem aktiviert ist, bis die vollständige Kraftstoffverbrennung bestätigt wird. Die vollständige Kraftstoffverbrennung wird auf der Basis eines Ausgangssignals von dem Drehzahlsensor **4** bestätigt, d.h. einem erfassten Wert der Drehzahl NE.

[0076] Wenn in SCHRITT **3-1** der Betriebsmodus des Steuersystems der Startmodus ist, dann führt der Controller **2** in SCHRITT **3-2** einen Startmodusprozess zum Starten des Verbrennungsmotors **1** in jedem Steuerzyklus ab.

[0077] In dem Startmodusprozess bestimmt der Controller **2** Befehlswerte für die zuzuführende Kraftstoffmenge, die Zündzeit und die Drosselventilöffnung, die zum Starten des Verbrennungsmotors **1** geeignet sind, auf der Basis von Ausgangssignalen (erfassten Werten) der Sensoren **4** bis **8**, vorbestimmten Kennfeldern und Gleichungen. Gemäß den bestimmten Befehlswerten betreibt der Controller **2** die Kraftstoffzufuhreinheit **11**, die Zündeinheit **10** und den Drosselventilaktuator **12** zur Steuerung/Regelung der zuzuführenden Kraftstoffmenge, der Zündzeit und der Drosselventilöffnung (der Ansaugluftmenge), während gleichzeitig der Startermotor (nicht gezeigt) erregt wird, um den Verbrennungsmotor **1** anzudrehen und hierdurch den Verbrennungsmotor **1** zu starten.

[0078] In dem Startmodusprozess initialisiert der Controller **2** verschiedene Parameter (im Detail später beschrieben), wie etwa Flags, die in einem Steuerprozess (im Detail später beschrieben) des CWU-Modus anzuwenden sind. In dem Startmodusprozess wird ferner eine Motortemperatur TW zur Zeit des Startens des Verbrennungsmotors **1** durch den Motortemperatursensor **5** erfasst und in einem Speicher (nicht gezeigt) gespeichert.

[0079] Wenn in SCHRITT **3-1** der Betriebsmodus des Steuersystems nicht der Startmodus ist, d.h., wenn eine vollständige Kraftstoffverbrennung in dem Verbrennungsmotor **1** bestätigt wird, dann erzeugt der Controller **2** in SCHRITT **3-3** einen Befehlswert

für die dem Verbrennungsmotor **1** zuzuführende Kraftstoffmenge. Dann bewertet der Controller **2** in SCHRITT **3-4** Bedingungen zur Bestimmung, ob der Steuerprozess des CWU-Modus ausgeführt werden soll oder nicht. Danach berechnet das Ansaugluftmengensteuermittel **13** in SCHRITT **3-5** einen Befehlswert THO für die Drosselventilöffnung. Das Zündzeitsteuermittel **15** berechnet in SCHRITT **3-6** einen Befehlswert IGLOG für die Zündzeit des Verbrennungsmotors **1**. Nachdem diese Schritte ausgeführt worden sind, wird der Prozess des Steuersystems in dem gegenwärtigen Steuerzyklus beendet.

[0080] Der Controller **2** erzeugt einen Befehlswert für die den Verbrennungsmotor **1** zuzuführende Kraftstoffmenge in SCHRITT **3-3** wie folgt: Zuerst bestimmt der Controller **2** eine zuzuführende Basiskraftstoffmenge auf der Basis eines vorbestimmten Kennfelds aus der vom Drehzahlsensor **4** erfassten Drehzahl NE des Verbrennungsmotors **1** und dem vom Ansaugdrucksensor **6** erfassten Ansaugdruck PB des Verbrennungsmotors **1**. Dann korrigiert der Controller die zuzuführende Basiskraftstoffmenge in Abhängigkeit von der Motortemperatur TW und der Atmosphärentemperatur TA, die jeweils von dem Motortemperatursensor **5** und dem Atmosphärentemperatursensor **7** erfasst sind, um hierdurch den Befehlswert für die dem Verbrennungsmotor **1** zuzuführende Kraftstoffmenge zu erzeugen.

[0081] Der erzeugte Befehlswert für die zuzuführende Kraftstoffmenge wird von dem Controller **2** der Kraftstoffzufuhreinheit **11** gegeben, und die Kraftstoffzufuhreinheit **11** führt entsprechend dem gegebenen Befehlswert dem Verbrennungsmotor **1** eine Kraftstoffmenge zu.

[0082] In SCHRITT **3-4** werden Bedingungen gemäß einer in [Fig. 4](#) gezeigten Prozesssequenz bewertet.

[0083] Wie in [Fig. 4](#) gezeigt, bestimmt der Controller **2** in SCHRITT **4-1**, ob eine abgelaufene Zeit T/CWU des CWU-Modus (abgelaufene Zeit seit dem Ende des Startmodus, nachfolgend als "CWU-Ablaufzeit T/CWU" bezeichnet), innerhalb einer vorbestimmten Grenzzeit T/CWULMT ($T/CWU < TCWULMT$) oder nicht. Die CWU-Ablaufzeit T/CWU wird in dem Startmodusprozess auf "0" initialisiert (SCHRITT **3-2** in [Fig. 3](#)), und seine Messung wird durch einen Hochzähltimer (nicht gezeigt) gestartet, der in vorbestimmten Perioden zu arbeiten beginnt, wenn der Startmodus beendet ist ("NEIN" in SCHRITT **3-1**).

[0084] Wenn in SCHRITT **4-1** $T/CWU \geq TCWULMT$, dann wird in SCHRITT **4-9** ein Flag F/CWUON (nachfolgend als "CWU-Ein/Aus-Flag F/CWUON" bezeichnet) auf "0" gesetzt, wobei der Betriebsmodus des Steuersystems auf den Normalmodus gesetzt wird.

Das CWU-Ein/Aus-Flag F/CWUON ist "1", wenn der Betriebsmodus des Steuersystems auf den CWU-Modus gesetzt werden soll, und "0", wenn der Betriebsmodus des Steuersystems auf den Normalmodus gesetzt werden soll. Dann wird in SCHRITT **4-10** die CWU-Ablaufzeit T/CWU zwangsweise auf die Grenzzeit TCWULMT gesetzt. Die Grenzzeit TCWULMT wird so ausgewählt, dass sie ein Zeitintervall hat, das in der Lage ist, die Temperatur des katalytischen Wandlers **3** ausreichend anzuheben und diesen zu aktivieren, indem innerhalb der Grenzzeit TCWULMT die in den Verbrennungsmotor **1** eingeführte Ansaugluftmenge vergrößert und die Zündzeit verzögert wird (unter der Steuerung des CWU-Modus).

[0085] Wenn die Bedingung von SCHRITT **4-1** erfüllt ist ($T/CWU < TCWULMT$), dann bestimmt der Controller **2** in SCHRITT **4-2**, ob ein vom Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **9** erfasster Wert der Fahrzeuggeschwindigkeit V kleiner als ein vorbestimmter Wert V/CWUL, der anzeigt, dass das Fahrzeug steht, ist oder nicht. Dann bestimmt der Controller **2** in SCHRITT **4-3**, ob ein erfasster Wert der Stellgröße AP des Gaspedals von dem Gaspedalsensor **8** kleiner als ein vorbestimmter Wert APCLOSE ist, der anzeigt, dass das Gaspedal im Wesentlichen vollständig geschlossen ist, ist oder nicht. Wenn die Bedingungen von SCHRITT **4-2**, SCHRITT **4-3** nicht erfüllt sind, d.h. wenn der Verbrennungsmotor **1** nicht leertläuft, dann wird der Prozess in SCHRITT **4-9**, SCHRITT **4-10** ausgeführt (der Betriebsmodus des Steuersystems wird auf den Normalmodus gesetzt).

[0086] Wenn die Bedingungen von SCHRITT **4-2**, SCHRITT **4-3** erfüllt sind, d.h. wenn der Verbrennungsmotor **1** leertläuft, dann bestimmt der Controller **2** in SCHRITT **4-4**, ob ein gegenwärtig erfasster Wert der Drehzahl NE des Verbrennungsmotors **1** von dem Drehzahlsensor **4** in einen vorbestimmten Bereich fällt oder nicht, und bestimmt dann in SCHRITT **4-5**, ob ein gegenwärtig erfasster Wert der Motortemperatur TW von dem Motortemperatursensor **5** in einen vorbestimmten Bereich fällt oder nicht. Wenn die Bedingungen von SCHRITT **4-4**, SCHRITT **4-5** nicht erfüllt sind, dann wird der Prozess in SCHRITT **4-9**, SCHRITT **4-10** ausgeführt (der Betriebsmodus des Steuersystems wird auf den Normalmodus gesetzt).

[0087] Wenn die Bedingungen von SCHRITT **4-4**, SCHRITT **4-5** erfüllt sind, dann bestimmt der Controller **2** in SCHRITT **4-6**, ob die Klimaanlageeinheit, insbesondere ein der Klimaanlageeinheit zugeordneter Kompressor, ausgeschaltet ist oder nicht, insbesondere, ob die Kupplung des der Klimaanlageeinheit zugeordneten Prozessors ausgerückt ist oder nicht, und bestimmt dann in SCHRITT **4-7**, ob das Servolenksystem, genauer gesagt eine dem Servolenksystem zugeordnete Hydraulikpumpe, ausgeschaltet ist oder nicht, insbesondere, ob die dem Servolenksystem zugeordnete Hydraulikpumpe unter

Last läuft oder nicht. Wenn die Klimaanlageeinheit oder das Servolenksystem nicht ausgeschaltet ist, d.h. wenn entweder die Klimaanlageeinheit oder das Servolenksystem in Betrieb ist, dann wird der Prozess in SCHRITT 4-9, SCHRITT 4-10 ausgeführt (der Betriebsmodus des Steuersystems wird auf den Normalmodus gesetzt). Wenn die Bedingungen von SCHRITT 4-6, SCHRITT 4-7 erfüllt sind (hierbei sind alle Bedingungen von SCHRITT 4-1 bis SCHRITT 4-7 erfüllt) dann wird in SCHRITT 4-8 das CWU-Ein/Aus-Flag F/CWUON auf "1" gesetzt, wobei der Betriebsmodus des Steuersystems auf den CWU-Modus gesetzt wird.

[0088] Nachdem der Verbrennungsmotor zu laufen begonnen hat, dann wird der Betriebsmodus des Steuersystems auf den CWU-Modus (F/CWUON = 1) gesetzt, wenn die Zustände des Fahrzeugs, der Klimaanlageeinheit, des Servolenksystems, die als Lasten an dem Verbrennungsmotor 1 dienen, die Drehzahl NE, die Motortemperatur TW und die CWU-Ablaufzeit T/CWU den Bedingungen von SCHRITT 4-1 bis SCHRITT 4-7 genügt.

[0089] Wenn das Steuersystem in einer Situation ist, wo das Fahrzeug, die Klimaanlageeinheit, das Servolenksystem, die als Lasten an dem Verbrennungsmotor 1 dienen, unmittelbar nach dem Start des Verbrennungsmotors 1 aktiviert werden sollen, oder eine solche Situation auftritt, während der CWU-Modus vorliegt, dann wird, da die Bedingungen von SCHRITT 4-2, SCHRITT 4-3, SCHRITT 4-6, SCHRITT 4-7 nicht erfüllt sind, der Betriebsmodus des Steuersystems unmittelbar nach dem Start des Verbrennungsmotors 1 auf den Normalmodus gesetzt, oder der CWU-Modus wird aufgehoben, und der Betriebsmodus des Steuersystems wird auf den Normalmodus gesetzt (F/CWUON = 0).

[0090] Da ähnlich in einer Situation, wo die Drehzahl NE und die Motortemperatur TW zu hoch oder zu niedrig sind, die Bedingungen von SCHRITT 4-4, SCHRITT 4-5 nicht erfüllt sind, wird der Betriebsmodus des Steuersystems unmittelbar nach dem Start des Verbrennungsmotors 1 auf den Normalmodus gesetzt oder wird der CWU-Modus aufgehoben, und wird der Betriebsmodus des Steuersystems auf den Normalmodus gesetzt (F/CWUON = 0).

[0091] Wenn die abgelaufene Zeit (= CWU-Ablaufzeit T/CWU) des Betriebs des Verbrennungsmotors 1 in dem CWU-Modus gleich oder größer als die Grenzzeit TCWULMT ist ("NEIN" in SCHRITT 4-1), dann wird der CWU-Modus aufgehoben und wird der Betriebsmodus des Steuersystems auf den Normalmodus gesetzt (F/CWUON = 0).

[0092] Wenn der Betriebsmodus des Steuersystems auf den Normalmodus gesetzt ist, dann wird, solange der Betrieb des Verbrennungsmotors 1 fort-

dauert, in SCHRITT 4-10 die CWU-Ablaufzeit T/CWU auf die Grenzzeit TCWULMT festgelegt. Anschließend wird daher die Bedingung von SCHRITT 4-1 nicht erfüllt, solange nicht der Verbrennungsmotor 1 erneut startet (die CWU-Ablaufzeit T/CWU wird nur in dem Startmodus initialisiert). Daher wird der Betriebsmodus des Steuersystems nicht auf den CWU-Modus gesetzt, während das Fahrzeug fährt oder der Verbrennungsmotor 1 leerläuft (normaler Leerlaufmodus), wenn das Fahrzeug vorübergehend steht.

[0093] Somit wird der Betriebsmodus des Steuersystems unter bestimmten Bedingungen der Lasten des Verbrennungsmotors 1, der Drehzahl NE und der Motortemperatur TW nur während des ersten Leerlaufbetriebs des Verbrennungsmotors 1 nach dem Start des Verbrennungsmotors 1 auf den CWU-Modus innerhalb der Grenzzeit TCWULMT gesetzt.

[0094] In dieser Ausführung wird, insbesondere in SCHRITT 4-5, die Motortemperatur TW, welche die Temperatur des katalytischen Wandlers 3 repräsentiert, in dem in Fig. 4 gezeigten Bedingungsbewertungsprozess verwendet. Jedoch kann die Temperatur des katalytischen Wandlers 3 auch direkt erfasst werden und kann bei der Bestimmung der Bedingung von SCHRITT 4-5 verwendet werden.

[0095] Die Einstellung des Betriebs des Steuersystems auf den CWU-Modus kann unterbunden werden, bis nach dem Ende des Startmodus eine gewisse Zeit abgelaufen ist, obwohl ein solches Schema in der vorliegenden Ausführung nicht angewendet wird.

[0096] Der Prozess der Berechnung des Befehls werts THO für die Drosselventilöffnung im in Fig. 3 gezeigten SCHRITT 3-5 wird durch das Ansaugluftmengensteuermittel 13 des Controllers 2 gemäß den in den Fig. 5 und Fig. 6 gezeigten Flussdiagrammen ausgeführt.

[0097] Wie in Fig. 5 gezeigt, berechnet das Ansaugluftmengensteuermittel 13 in SCHRITT 5-1 einen Befehls wert THO/CWU für die Drosselventilöffnung in dem CWU-Modus auf der Basis der von dem Motortemperatursensor 5 im Startmodusprozess erfassten Motortemperatur TW (SCHRITT 3-2) und der CWU-Ablaufzeit T/CWU.

[0098] Insbesondere bestimmt im Berechnungsprozess von SCHRITT 5-1, wie in Fig. 6 gezeigt, das Ansaugluftmengensteuermittel 13 in SCHRITT 6-1 den Wert des CWU-Ein/Aus-Flags F/CWUON. Wenn F/CWUON = 1, d.h., wenn in SCHRITT 3-4 der Betriebsmodus des Steuersystems auf den CWU-Modus gesetzt ist, dann bestimmt das Ansaugluftmengensteuermittel 13 in SCHRITT 6-2 einen Basiswert THO/CTBL des Befehls werts THO/CWU für die Drosselventilöffnung, um zu bewirken, dass die in den

Verbrennungsmotor **1** im CWU-Modus eingeführte Ansaugluftmenge größer ist als im normalen Leerlaufmodus, aus dem erfassten Wert der Motortemperatur TW, die in dem Startmodusprozess erfasst wird (SCHRITT 3-2), unter Verwendung einer in [Fig. 7](#) gezeigten Datentabelle.

[0099] Die in [Fig. 7](#) gezeigte Datentabelle ist derart eingerichtet, dass der Basiswert THO/CTBL des Befehls werts THO/CWU für die Drosselventilöffnung in einem niedrigen und mittleren Bereich der Motortemperatur TW (der ein normaler Bereich der Motortemperatur TW ist) im Wesentlichen konstant ist, und in einem höheren Bereich der Motortemperatur TW als dem niederen und mittleren Bereich der Motortemperatur TW kleiner ist. Insbesondere wenn die Motortemperatur TW zur Zeit des Betriebsstarts des Verbrennungsmotors **1** hoch ist, dann kann die Wärmemenge, die zum Erhöhen der Temperatur des katalytischen Wandlers **3** und zum Aktivieren desselben erforderlich ist, klein sein, da die Temperatur des katalytischen Wandlers **3** auch relativ hoch ist. Wenn daher in der dargestellten Ausführung die Motortemperatur TW zur Zeit des Betriebsstarts der Verbrennungsmotors **1** in dem hohen Bereich liegt, wird der Basiswert THO/CTBL des Befehls werts THO/CWU für die Drosselventilöffnung kleiner gemacht als im niederen und im mittleren Bereich, wodurch die Zunahme der in dem Verbrennungsmotor **1** eingeführten Ansaugluftmenge reduziert wird.

[0100] In SCHRITT 6-2 wird die im Startmodusprozess erfasste Motortemperatur TW als eine solche betrachtet, die die Temperatur des katalytischen Wandlers **3** zur Zeit des Betriebsstarts des Verbrennungsmotors **1** repräsentiert, und der Basiswert THO/CTBL wird aus der Motortemperatur TW bestimmt. Wenn daher die Temperatur (Anfangstemperatur) des katalytischen Wandlers **3** zur Zeit des Betriebsstarts des Verbrennungsmotors **1** direkt durch einen Temperatursensor oder dergleichen erfasst wird, dann kann der Basiswert THO/CTBL aus dem erfassten Wert der Temperatur des katalytischen Wandlers **3** gemäß dem gleichen Muster wie der in [Fig. 7](#) gezeigten Datentabelle bestimmt werden.

[0101] Nachdem der Basiswert THO/CTBL bestimmt ist, bestimmt das Ansaugluftmengensteuermittel **13** in SCHRITT 6-3 den gegenwärtigen Wert eines Flags F/THODEC (nachfolgend als "Vergrößerungskorrekturflag F/THODEC" bezeichnet). Das Vergrößerungskorrekturflag F/THODEC ist "1", wenn die Drosselventilöffnung THO (eine Vergrößerung der Ansaugluftmenge) im Sinne einer Reduktion korrigiert werden soll, und "0", wenn die Drosselventilöffnung THO nicht im Sinne einer Reduktion korrigiert werden soll. Das Vergrößerungskorrekturflag F/THODEC wird im Startmodusprozess auf "0" initialisiert (SCHRITT 3-2), und kann auf "1" gesetzt werden, wie es in einem Prozess der Begrenzung des Befehls-

werts IGLOG für die Zündzeit erforderlich ist, wie später beschrieben wird.

[0102] Wenn F/THODEC = 0, d.h., wenn die Drosselventilöffnung THO nicht im Sinne einer Reduktion korrigiert werden soll, dann geht die Steuerung zu SCHRITT 6-6.

[0103] Wenn F/THODEC = 1, d.h., wenn die Drosselventilöffnung THO im Sinne einer Reduktion korrigiert werden soll, dann bestimmt das Ansaugluftmengensteuermittel **13** in SCHRITT 6-4 einen Einheitskorrekturwert d/THODEC (> 0) in jedem Steuerzyklus für die Drosselventilöffnung aus dem erfassten Wert (der einen warmen Zustand des Verbrennungsmotors **1** bei dessen Start angibt) der Motortemperatur TW, die in dem Startmodusprozess erhalten wird, unter Verwendung einer in [Fig. 8](#) gezeigten vorbestimmten Datentabelle. Die in [Fig. 8](#) gezeigte Datentabelle ist derart eingerichtet, dass der Einheitskorrekturwert d/THODEC relativ klein im niederen und mittleren Bereich der Motortemperatur TW ist, und größer im hohen Bereich der Motortemperatur TW.

[0104] Das Ansaugluftmengensteuermittel **13** addiert in SCHRITT 6-5 den bestimmten Einheitskorrekturwert d/THODEC zu dem gegenwärtigen Wert der Korrekturgröße THO/DEC (≥ 0 , nachfolgend als "Drosselkorrekturgröße THO/DEC" bezeichnet), für die Drosselventilöffnung THO zum Reduzieren der Drosselventilöffnung THO (Vergrößerung der Ansaugluftmenge), um hierdurch die Drosselkorrekturgröße THO/DEC zu aktualisieren. Danach geht die Steuerung zu SCHRITT 6-6. Die Drosselkorrekturgröße THO/DEC wird in dem Startmodusprozess auf "0" initialisiert (SCHRITT 3-2).

[0105] In SCHRITT 6-6 bestimmt das Ansaugluftmengensteuermittel **13** einen Basiswertkorrekturkoeffizienten KM/CWU für die in SCHRITT 6-2 bestimmte Drosselventilöffnung in Abhängigkeit von der CWU-Ablaufzeit T/CWU, aus der CWU-Ablaufzeit T/CWU unter Verwendung einer in [Fig. 9](#) gezeigten vorbestimmten Datentabelle (Zeittabelle). Der Basiswertkorrekturkoeffizient KM/CWU ist ein Koeffizient (≤ 1) zum Korrigieren des Basiswerts THO/CTBL durch Multiplizieren des Basiswerts THO/CTBL. Die in [Fig. 9](#) gezeigte Datentabelle ist derart eingerichtet, dass der Basiswertkorrekturkoeffizient KM/CWU in einer Anfangsstufe (Zeit 0 – Zeit t1) der CWU-Ablaufzeit T/CWU allmählich mit der Zeit zu einem Maximalwert "1" hin größer wird, danach für eine gegebene Dauer (Zeit t1 – Zeit t2) kontinuierlich auf dem Maximalwert "1" gehalten wird und dann mit der Zeit allmählich abnimmt.

[0106] Die in [Fig. 9](#) gezeigte Datentabelle kann unterschiedliche Versionen haben, eine zur Anwendung, wenn der Schalthebel des Automatikgetriebes des Fahrzeugs in einem N (Neutral)-Bereich steht,

und eine zur Anwendung, wenn der Schalthebel des Automatikgetriebes des Fahrzeugs in einem D (Fahr)-Bereich steht. Diese unterschiedlichen Datentabellen sind nützlich, weil unterschiedliche Lasten auf den Verbrennungsmotor **1** einwirken, wenn das Automatikgetriebe im N- bzw. D-Bereich ist. Die Kraftstoffverbrennung des Verbrennungsmotors **1** kann unter Verwendung der unterschiedlichen Datentabellen in Abhängigkeit von der Last des Verbrennungsmotors **1** noch optimaler geregelt werden.

[0107] Dann multipliziert das Ansaugluftmengensteuermittel **13** den Basiswert THO/CTBL des Befehlswertes THO/CWU für die in SCHRITT **6-2** bestimmte Drosselventilöffnung mit dem in SCHRITT **6-6** bestimmten Basiswertkorrekturkoeffizienten KM/CWU. Das Ansaugluftmengensteuermittel **13** subtrahiert in SCHRITT **6-7** die gegenwärtige Drosselkorrekturgröße THO/DEC (falls in SCHRITT **6-3** F/THODEC = 0) oder die in SCHRITT **6-5** aktualisierte Drosselkorrekturgröße THO/DEC (falls in SCHRITT **6-3** F/THODEC = 1) von dem Produkt des Basiswerts THO/CTBL und des Basiswertkorrekturkoeffizienten KM/CWU, um hierdurch den Befehlswert THO/CWU für die Drosselventilöffnung in dem CWU-Modus zu berechnen. Auf diese Weise wird der Befehlswert THO/CWU für die Drosselventilöffnung in dem CWU-Modus in vorwärts koppelnder Weise bestimmt.

[0108] Das Ansaugluftmengensteuermittel **13** bestimmt in SCHRITT **6-8** und SCHRITT **6-9**, ob der in SCHRITT **6-7** berechnete Befehlswert THO/CWU für die Drosselventilöffnung in einen Bereich fällt, der zwischen einer vorbestimmten Obergrenze TCHWUH und einer vorbestimmten Untergrenze TCHWUL definiert ist. Wenn der Befehlswert THO/CWU für die Drosselventilöffnung größer als die Obergrenze TCHWUH oder kleiner als die Untergrenze TCHWUL ist, dann wird der Befehlswert THO/CWU für die Drosselventilöffnung in SCHRITT **6-10** auf die Obergrenze TCHWUH oder in SCHRITT **6-11** auf die Untergrenze TCHWUL begrenzt.

[0109] Wenn in SCHRITT **6-1** F/CWUON = 0, d.h. wenn in SCHRITT **3-4** der Betriebsmodus des Steuersystems auf den Normalmodus gesetzt ist, dann werden in SCHRITT **6-12** der Befehlswert THO/CWU für die Drosselventilöffnung und der Wert des Basiswertkorrekturkoeffizienten KM/CWU auf "0" initialisiert.

[0110] Zurück zu [Fig. 5](#). Nachdem der Befehlswert THO/CWU für die Drosselventilöffnung im CWU-Modus bestimmt ist, bestimmt das Ansaugluftmengensteuermittel **13** in SCHRITT **5-2** den Wert des CWU-Ein/Aus-Flags F/CWUON. Wenn F/CWUON = 1, d.h. wenn der Betriebsmodus des Steuersystems auf den CWU-Modus gesetzt ist, dann wird in SCHRITT **5-3** der Endbefehlswert THO für die Drosselventilöffnung auf den in SCHRITT **5-1** bestimmten

Befehlswert THO/CWU bestimmt.

[0111] Wenn in SCHRITT **5-2** F/CWUON = 0, d.h. wenn der Betriebsmodus des Steuersystems auf den Normalmodus gesetzt ist, dann bestimmt das Ansaugluftmengensteuermittel **13** in SCHRITT **5-4** den Endbefehlswert THO für die Drosselventilöffnung als einen Wert, der vom erfassten Wert der Stellgröße AP des Gaspedals abhängig ist. Während der Verbrennungsmotor **1** im normalen Leerlaufmodus ist, wobei das Gaspedal nicht gedrückt wird, ist der Befehlswert THO für die Drosselventilöffnung in Abhängigkeit von der Stellgröße AP des Gaspedals im Normalmodus kleiner als der Befehlswert THO/CWU für die Drosselventilöffnung, die in Abhängigkeit von der Motortemperatur TW und der CWU-Ablaufzeit T/CWU im CWU-Modus bestimmt ist.

[0112] Wenn nach dem Start des Verbrennungsmotors **1** in SCHRITT **3-4** der Betriebsmodus des Steuersystems auf den CWU-Modus gesetzt wird, wird der Befehlswert THO für die Drosselventilöffnung so bestimmt, dass er einen Wert in Abhängigkeit von der Motortemperatur TW und der CWU-Ablaufzeit T/CWU gemäß einem vorwärts kurbelnden Steuerprozess hat. Wenn in SCHRITT **3-4** der Betriebsmodus des Steuersystems auf den Normalmodus gesetzt wird, dann wird der Befehlswert THO für die Drosselventilöffnung so bestimmt, dass er einen Wert in Abhängigkeit von der Stellgröße AP des Gaspedals hat. Dann führt der Controller den bestimmten Befehlswert THO für die Drosselventilöffnung dem Drosselaktuatur **12** zu. Der Drosselaktuatur **12** betätigt dann das Drosselventil entsprechend dem zugeführten Befehlswert THO für die Drosselventilöffnung. Daher wird die in den Verbrennungsmotor **1** eingeführte Ansaugluftmenge entsprechend dem Befehlswert THO für die Drosselventilöffnung gesteuert/geregt.

[0113] Der Befehlswert THO für die Drosselventilöffnung, während der Verbrennungsmotor im CWU-Modus leerläuft, wird so bestimmt, dass er größer ist als dann, während der Verbrennungsmotor im Normalmodus normal leerläuft, wie etwa dann, wenn das Fahrzeug vorübergehend steht. Demzufolge wird die in den Verbrennungsmotor **1** eingeführte Ansaugluftmenge größer gemacht als im normalen Leerlaufmodus.

[0114] Wenn die Drosselkorrekturgröße THO/DEC "0" ist (die Zunahme der Ansaugluftmenge wird nicht korrigiert), dann steigt, wie in dem oberen Diagrammabschnitt von [Fig. 2](#) mit der durchgehend linierten Kurve gezeigt, in einer Anfangsstufe unmittelbar nach dem Start des CWU-Modus der Befehlswert THO (= THO/CWU) für die Drosselventilöffnung in dem CWU-Modus allmählich zu dem Basiswert THO/CTBL an, verbleibt danach kontinuierlich auf dem Basiswert THO/CTBL und sinkt dann allmählich

von dem Basiswert THO/CTBL mit der Zeit ab, wegen der oben beschriebenen Charakteristiken (siehe [Fig. 9](#)) der Zeittabelle des Basiswertkorrekturkoeffizienten KM/CWU. Die in den Verbrennungsmotor **1** eingeführte Ansaugluftmenge wird größer gemacht als im normalen Leerlaufmodus, in einem Muster zeitabhängiger Veränderungen ähnlich dem obigen Muster. Daher bestimmt das Produkt (= THO/CTBL·KM/CWU) des Basiswerts THO/CTBL und des Basiswertkorrekturkoeffizienten KM/CWU ein Grundmuster der Vergrößerung der Ansaugluftmenge, die durch das Ansaugluftmengensteuermittel **13** geregelt wird. Da der Basiswert THO/CTBL in Abhängigkeit von der Motortemperatur TW erstellt wird, die beim Start des Verbrennungsmotors **1** die Temperatur des katalytischen Wandlers **3** repräsentiert, ist beim Start des Verbrennungsmotors **1** die Vergrößerung der Ansaugluftmenge auch von der Temperatur des katalytischen Wandlers **3** abhängig.

[0115] Wenn die Drosselkorrekturgröße THO/DEC nicht "0" ist ($\text{THO/DEC} > 0$), dann wird die Drosselventilöffnung THO von der Basisdrosselventilöffnung ($\text{THO/CTBL} \cdot \text{KM/CWU}$), beruhend auf dem Basiswert THO/CTBL und dem Basiswertkorrekturkoeffizienten KM/CWU, um die Drosselkorrekturgröße THO/DEC reduziert (siehe SCHRITT **6-7**). Somit wird die Vergrößerung der Ansaugluftmenge so korrigiert, dass sie von der Basiszunahme um einen Betrag entsprechend der Drosselkorrekturgröße THO/DEC reduziert wird. Wenn das Vergrößerungskorrekturflag F/THODEC "1" ist (in diesem Fall wird der Befehlswert IGLOG für die Zündzeit, der durch einen später beschriebenen PI-Regelprozess gemäß dem Zündzeitsteuere Drehzahl-F/B-Regelprozess bestimmt ist, weiter verzögert als ein vorbestimmter Schwellenwert), dann wird in SCHRITT **6-5** die Drosselkorrekturgröße THO/DEC um einen Einheitskorrekturwert d/THODEC in jedem Steuerzyklus inkrementiert. Demzufolge wird die Korrekturgröße, um die die Vergrößerung der Ansaugluftmenge reduziert wird, in jedem Steuerzyklus um einen Betrag inkrementiert, der dem Einheitskorrekturwert d/THODEC entspricht.

[0116] Wenn das Vergrößerungskorrekturflag F/THODEC von "1" zu "0" wechselt, während die Drosselkorrekturgröße THO/DEC um den Einheitskorrekturwert d/THODEC inkrementiert wird, dann wird, da der Prozess von SCHRITT **6-5** nicht ausgeführt wird, die Drosselkorrekturgröße THO/DEC nicht aktualisiert, sondern wird auf dem gegenwärtigen Wert gehalten.

[0117] Die Signifikanz der Reduzierung der Vergrößerung der Ansaugluftmenge um die Drosselkorrekturgröße THO/DEC wird später beschrieben.

[0118] Der Prozess der Berechnung des Befehlswerts IGLOG für die Zündzeit des Verbrennungsmotors **1** im in [Fig. 3](#) gezeigten SCHRITT **3-6** wird von

dem Solldrehzahlsetzmittel **14** und dem Zündzeitsteuermittel **15** des Controllers **2** entsprechend den in den [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) gezeigten Schlussdiagrammen ausgeführt.

[0119] Wie in [Fig. 10](#) gezeigt, bestimmt das Zündzeitsteuermittel **15** in SCHRITT **10-1** einen Basiswert IFMAP der Zündzeit. Der Basiswert IGMAP wird aus erfassten Werten der Drehzahl NE und des Ansaugdrucks PB des Verbrennungsmotors **1** unter Verwendung eines vorbestimmten Kennfelds bestimmt.

[0120] Dann bestimmt das Zündzeitsteuermittel in SCHRITT **10-2** einen Korrekturwert IGHK zur Korrektur des Basiswerts IGMAP in Abhängigkeit von erfassten Werten der Motortemperatur TW und des Atmosphärendrucks TA aus jenen erfassten Werten unter Verwendung eines Kennfelds und einer vorbestimmten Formel. Der Korrekturwert IGHK korrigiert den Basiswert IGMAP durch Addition zu dem Basiswert IGMAP. Die Zündzeit, die durch die Summe ($\text{IGMAP} + \text{IGHK}$) des Basiswerts IGMAP und des Korrekturwerts IGHK bestimmt ist, ist die vorverlagerte Zündzeit IGBASE ($\text{IGBASE} = \text{IGMAP} + \text{IGHK}$) wie in dem mittleren Diagrammabschnitt von [Fig. 2](#) mit der punkt- und strichlinierten Kurve angegeben, und entspricht der vorverlagerten Zündzeit zum richtigen Betrieb des Verbrennungsmotors **1** im Normalmodus. Die Zündzeit IGBASE wird nachfolgend als "normale Zündzeit IGBASE" bezeichnet.

[0121] Dann berechnet das Zündzeitsteuermittel **15** in SCHRITT **10-3** die Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID zur Korrektur der normalen Zündzeit IGBASE im CWU-Modus.

[0122] [Fig. 11](#) zeigt ein Detail eines Prozesses der Berechnung der Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID in SCHRITT **10-3**. Wie in [Fig. 11](#) gezeigt, bestimmt das Zündzeitsteuermittel **15** in SCHRITT **11-1** den Wert des CWU-Ein/Aus-Flags F/CWUON. Wenn $F/\text{CWUON} = 1$, d.h. wenn der Betriebsmodus des Steuersystems auf den CWU-Modus gesetzt ist, dann bestimmt das Zündzeitsteuermittel **15** in SCHRITT **11-2** den Wert eines Flags F/NEFB (nachfolgend als "Verzögerungskorrektur-Ein/Aus-Flag F/NEFB" bezeichnet). Das Verzögerungskorrektur-Ein/Aus-Flag F/NEFB ist "1", wenn der Zündzeitsteuere Drehzahl-F/B-Regelprozess, d.h. der Prozess der Bestimmung der Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID gemäß dem PI-Regelprozess zur Steuerung der Zündzeit (grundlegend zum Verzögerung der Zündzeit), um die Drehzahl NE des Verbrennungsmotors **1** auf die Solldrehzahl NE/CWU zu konvergieren, ausgeführt werden soll, und wenn es "0" ist, braucht der Zündzeitsteuere Drehzahl-F/B-Regelprozess nicht ausgeführt werden. Das Verzögerungskorrektur-Ein/Aus-Flag F/NEFB wird im Startmodusprozess (SCHRITT **3-2**) auf "0" initialisiert, und wird im Prozess von SCHRITT **11-5** bis SCHRITT **11-7** auf

"1" gesetzt, wie später beschrieben wird.

[0123] Wenn in SCHRITT 11-2 $F/NEFB = 0$, d.h. wenn der Zündzeitsteuerdrehzahl-F/B-Regelprozess noch nicht gestartet worden ist, dann wird in SCHRITT 11-3 der Wert eines Parameters $T/CPIS$ zum Erkennen der Startzeit des Zündzeitsteuerdrehzahl-F/B-Regelprozesses auf die gegenwärtige CWU-Ablaufzeit T/CWU gesetzt. Wenn in SCHRITT 11-2 $F/NEFB = 1$, dann wird der Prozess von SCHRITT 11-3 übersprungen. Wenn daher das Verzögerungskorrektur-Ein/Aus-Flag $F/NEFB$ von "0" zu "1" wechselt (die Startzeit des Zündzeitsteuerdrehzahl-F/B-Regelprozesses), wird der Wert des Parameters $T/CPIS$ auf die CWU-Ablaufzeit T/CWU zu dieser Zeit festgesetzt (genauer gesagt einen Steuerzyklus vor dieser Zeit).

[0124] Dann bewirkt das Zündzeitsteuermittel 15 in SCHRITT 11-4, dass das Solldrehzahlsetzmittel 14 die Solldrehzahl NE/CWU des Verbrennungsmotors 1 berechnet. Das Solldrehzahlsetzmittel 14 berechnet die Solldrehzahl NE/CWU gemäß der folgenden Gleichung (1):

$$NE/CWU = NOBJ + NECPIS - [K/NERED \cdot (T/CWU - T/CPIS)] \quad (1)$$

[0125] In der Gleichung (1) repräsentiert $NOBJ$ eine vorbestimmte Leerlaufdrehzahl $NOBJ$ (Solldrehzahl für den Verbrennungsmotor 1 bei deren Leerlauf), wie im unteren Diagrammabschnitt von [Fig. 2](#) angegeben. Der Term $(NOBJ + NECPIS)$ repräsentiert die voreingestellte Drehzahl, die um den gegebenen Wert $NECPIS$ höher ist als die Leerlaufdrehzahl $NOBJ$. In der Gleichung (1) ist $(T/CWU - T/CPIS)$, d.h. die Differenz zwischen der CWU-Ablaufzeit T/CWU und dem Wert des Parameters $T/CPIS$, in dem Prozess von SCHRITT 11-3 "0", wenn das Verzögerungskorrektur-Ein/Aus-Flag $F/NEFB$ "0" ist (hier, $NE/CWU = NOBJ + NECPIS =$ voreingestellte Drehzahl). Nach der Zeit, wenn das Verzögerungskorrektur-Ein/Aus-Flag $F/NEFB$ von "0" zu "1" wechselt, repräsentiert die Differenz $(T/CWU - T/CPIS)$ eine abgelaufene Zeit seit der Zeit (die entweder die Zeit ist, wenn die Drehzahl NE des Verbrennungsmotors 1 die gegenwärtige Drehzahl $(NOBJ + NECPIS)$ erreicht, oder die Zeit, wenn die CWU-Ablaufzeit T/CWU einen vorbestimmten Wert erreicht). In der Gleichung (1) repräsentiert $K/NERED$ einen vorbestimmten Koeffizienten (> 0), der eine Dekrementier-rate (einen Gradienten) definiert, mit der die Solldrehzahl NE/CWU von der voreingestellten Drehzahl $(NOBJ + NECPIS)$ auf die Leerlaufdrehzahl $NOBJ$ absinkt, wie oben in Bezug auf [Fig. 2](#) beschrieben.

[0126] Zur Bestimmung der Solldrehzahl NE/CWU gemäß der Gleichung (1) wird eine Untergrenze für die Solldrehzahl NE/CWU auf die Leerlaufdrehzahl $NOBJ$ gesetzt. Wenn das berechnete Ergebnis der

rechten Seite der Gleichung (1) kleiner ist als die Leerlaufdrehzahl $NOBJ$, dann wird die Solldrehzahl NE/CWU anschließend auf die Leerlaufdrehzahl $NOBJ$ festgelegt.

[0127] Nachdem die Solldrehzahl NE/CWU durch das Solldrehzahlsetzmittel 14 bestimmt ist, vergleicht das Zündzeitsteuermittel 15 in SCHRITT 11-5 den gegenwärtig erfassten Wert der Drehzahl NE des Verbrennungsmotors 1 mit der Solldrehzahl NE/CWU . Wenn $NE < NE/CWU$, dann bestimmt das Zündzeitsteuermittel 15 in SCHRITT 11-6, ob die CWU-Ablaufzeit T/CWU einen vorbestimmten Wert $TPIDIGST$ ($T/CWU \geq TPIDIGST$) erreicht oder nicht.

[0128] Wenn $T/CWU < TPIDIGST$ (hierbei $NE < NE/CWU$), dann geht die Steuerung zu SCHRITT 11-8.

[0129] Wenn in SCHRITT 11-5 $NE \geq NE/CWU$, d.h. wenn die Drehzahl NE des Verbrennungsmotors 1 zur Solldrehzahl NE/CWU ansteigt, oder wenn in SCHRITT 11-6 $T/CWU \geq TPIDIGST$, d.h. wenn die CWU-Ablaufzeit T/CWU den vorbestimmten Wert $TPIDIGST$ erreicht, dann setzt das Zündzeitsteuermittel 15 in SCHRITT 11-7 das Verzögerungskorrektur-Ein/Aus-Flag $F/NEFB$ auf "1", um den Zündzeitsteuerdrehzahl-F/B-Regelprozess zu starten, wonach die Steuerung zu SCHRITT 11-8 eht.

[0130] Wenn das Verzögerungskorrektur-Ein/Aus-Flag $F/NEFB$ "0" ist, dann wechselt, da die in SCHRITT 11-4 berechnete Solldrehzahl NE/CWU die voreingestellte Drehzahl $(NOBJ + NECPIS)$ ist wie oben beschrieben, das Verzögerungskorrektur-Ein/Aus-Flag $F/NEFB$ von "0" dann auf "1", wenn die Drehzahl NE des Verbrennungsmotors 1 auf die voreingestellte Drehzahl $(NOBJ + NECPIS)$ ansteigt. Selbst wenn die Drehzahl NE des Verbrennungsmotors 1 nicht auf die voreingestellte Drehzahl $(NOBJ + NECPIS)$ ansteigt, aufgrund der Eigenschaften des vom Verbrennungsmotor 1 verwendeten Kraftstoffs, wechselt das Verzögerungskorrektur-Ein/Aus-Flag $F/NEFB$ von "0" auf "1", wenn die seit dem Start des Verbrennungsmotors 1 abgelaufene Zeit, d.h. die CWU-Ablaufzeit T/CWU , den vorbestimmten Wert $TPIDIGST$ erreicht.

[0131] Nachdem der Wert des Verzögerungskorrektur-Ein/Aus-Flag $F/NEFB$ gewechselt hat, d.h. nachdem der Zündzeitsteuerdrehzahl-F/B-Regelprozess ausgeführt worden ist, sinkt die in SCHRITT 11-4 berechnete Solldrehzahl NE/CWU allmählich von der voreingestellten Drehzahl $(NOBJ + NECPIS)$ auf die Leerlaufdrehzahl $NOBJ$ mit einer vorbestimmten Dekrementier-rate entsprechend der Gleichung (1). Nachdem die Solldrehzahl NE/CWU auf die Leerlaufdrehzahl $NOBJ$ reduziert ist, wird die Solldrehzahl NE/CWU auf der Leerlaufdrehzahl $NOBJ$ gehalten. Dieses zeitabhängige Veränderungsmuster der Soll-

drehzahl NE/CWU ist im unteren Diagrammabschnitt von [Fig. 2](#) mit der unterbrochen linierten Kurve angegeben.

[0132] In SCHRITT 11-8 bestimmt das Zündzeitsteuermittel 15 den gegenwärtigen Wert des Verzögerungskorrektur-Ein/Aus-Flag F/NEFB. Wenn $F/NEFB = 1$, d.h. wenn der Zündzeitsteuerdrehzahl-F/B-Regelprozess ausgeführt werden soll, dann wird der Wert eines Integralterms I/IGCWU ($n - 1$) ("n" bezeichnet den gegenwärtigen Steuerzyklus und "n - 1" bezeichnet den vorangehenden Steuerzyklus), die berechnet wird, wenn die Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID durch den PI-Regelprozess gemäß dem Zündzeitsteuerdrehzahl-F/B-Regelprozess im vorangehenden Steuerzyklus bestimmt ist, als der Wert eines Parameters I/IGX in SCHRITT 11-9 gespeichert. Die Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID und der Integralterm I/IGCWU werden in dem Startmodus auf "0" initialisiert (SCHRITT 3-2).

[0133] Dann bestimmt das Zündzeitsteuermittel 15 in SCHRITT 11-10 einen Koeffizientenparameter (einen sogenannten Proportionalfaktor) KPIGCWU relativ zu einem Proportionalterm sowie einen Koeffizientenparameter (einen sogenannten Integralfaktor) KIIGCWU relativ zu einem Integralterm zur Bestimmung der Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID gemäß dem PI-Regelprozess aus dem gegenwärtigen Wert des Befehls werts IGLOG für die Zündzeit (dem im vorangehenden Steuerzyklus bestimmten Befehlswert IGLOG) unter Verwendung von in den [Fig. 12](#) und [Fig. 13](#) gezeigten vorbestimmten Datentabellen.

[0134] In der in [Fig. 12](#) gezeigten Datentabelle ist der Koeffizientenparameter KPIGCWU relativ zum Proportionalterm unabhängig vom Befehlswert IGLOG für die Zündzeit konstant. In der in [Fig. 13](#) gezeigten Datentabelle ist der Koeffizientenparameter KIIGCWU relativ zu dem Integralterm grundlegend kleiner, wenn der Befehlswert IGLOG für die Zündzeit weiter verzögert wird.

[0135] Nach der Bestimmung der Koeffizientenparameter KPIGCWU, KIIGCWU in Abhängigkeit vom gegenwärtigen Wert des Befehls werts IGLOG für die Zündzeit berechnet das Zündzeitsteuermittel 15 in SCHRITT 11-11 einen Proportionalterm P/IGCWU (n) und einen Integralterm I/IGCWU (n) zur Bestimmung der Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID (n) in dem gegenwärtigen Steuerzyklus gemäß dem PI-Regelprozess unter Verwendung der Differenz $(NE/CWU - NE)$ zwischen der gegenwärtigen Solldrehzahl NE/CWU und dem erfassten Wert der Drehzahl NE sowie der in SCHRITT 11-10 bestimmten Koeffizientenparameter KPIGCWU, KIIGCWU gemäß den folgenden Gleichungen (2), (3):

$$P/IGCWU (n) = KPIGCWU \cdot (NE/CWU - NE) \quad (2)$$

$$I/IGCWU (n) = KIIGCWU \cdot (NE/CWU - NE) + I/IGCWU (n - 1) \quad (3)$$

[0136] In SCHRITT 11-1 addiert das Zündzeitsteuermittel 15 den Proportionalterm P/IGCWU (n) mit dem Integralterm I/IGCWU (n), unter Berechnung der Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID (n) im gegenwärtigen Steuerzyklus gemäß der folgenden Gleichung (4):

$$IG/CPID (n) = P/IGCWU (n) + I/IGCWU (n) \quad (4)$$

[0137] Das Zündzeitsteuermittel 15 begrenzt dann, in SCHRITT 11-12, Ober- und Untergrenzen der Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID und des Integralterms I/IGCWU, die in SCHRITT 11-11 bestimmt worden sind, wonach der Prozess der Berechnung der Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID in dem gegenwärtigen Steuerzyklus beendet wird. Der Begrenzungsprozess in SCHRITT 11-12 ist ein Prozess der Zwangsbegrenzung der Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID auf eine vorbestimmte Obergrenze oder eine vorbestimmte Untergrenze, wenn die Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID die Obergrenze oder Untergrenze überschritten hat. Der Begrenzungsprozess in SCHRITT 11-12 begrenzt auch den Integralterm I/IGCWU in ähnlicher Weise.

[0138] Wenn in SCHRITT 11-8 $F/NEFB = 0$, d.h. wenn der Zündzeitsteuerdrehzahl-F/B-Regelprozess nicht ausgeführt werden soll, dann setzt das Zündzeitsteuermittel 15 in SCHRITT 11-13 die Werte der Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID (n) und des Integralterms I/IGCWU (n) in dem gegenwärtigen Steuerzyklus auf "0". Danach wird der Prozess der Berechnung der Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID im gegenwärtigen Steuerzyklus beendet.

[0139] Die so in SCHRITT 11-11 berechnete Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID wird zu der normalen Zündzeit IGBASE addiert, um hierdurch die Zündzeit zu verzögern. Die Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID hat grundlegend einen negativen Wert. Insbesondere wenn die Ansaugluftmenge durch das Ansaugluftmengensteuermittel 13 vergrößert wird, steigt die Drehzahl NE des Verbrennungsmotors 1 von der Leerlaufdrehzahl NOBJ tendenziell an. Daher verzögert die Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID, die gemäß dem PI-Regelprozess bestimmt ist, um die Drehzahl NE des Verbrennungsmotors 1 auf die Solldrehzahl NE/CWU zu konvergieren, d.h. um die Differenz $(NE/CWU - NE)$ zu beseitigen, die normale Zündzeit IGBASE (macht die Zündzeit negativ), um zu verhindern, dass die Drehzahl NE des Verbrennungsmotors 1 ansteigt. Daher wird in dem CWU-Modus die Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID in dem Muster berechnet, das in

dem mittleren Diagrammabschnitt von [Fig. 2](#) mit der unterbrochen linierten Kurve angegeben ist.

[0140] Weil in [Fig. 2](#) der Schalthebel des Automatikgetriebes von dem N (Neutral)-Bereich zu dem D (Fahr)-Bereich wechselt, während der CWU-Modus vorliegt, steigt die Last auf den Verbrennungsmotor **1** etwas an, und die Drehzahl NE fällt von der Leerlaufdrehzahl NOBJ etwas ab. Im Ergebnis wird die Höhe (der Absolutwert) der Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID nach dem Bereichswechsel des Automatikgetriebes durch den Schalthebel, kleiner als vor dem Bereichswechsel des Automatikgetriebes durch den Schalthebel.

[0141] Selbst wenn in dieser Ausführung die Drehzahl NE des Verbrennungsmotors **1** nicht auf die voreingestellte Drehzahl (NOBJ + NECPIS) ansteigt, aufgrund der Eigenschaften des vom Verbrennungsmotor **1** verwendeten Kraftstoffs, wird der Zündzeitsteuerdrehzahl-F/B-Regelprozess gestartet und wird in SCHRITT **11-11** die Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID berechnet, wenn die CWU-Ablaufzeit T/CWU den vorbestimmten Wert TPIDIGST erreicht. In diesem Fall verlagert die Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID die Zündzeit vor (IG/CPID > 0). Mit der so vorverlagerten Zündzeit kann die Drehzahl NE des Verbrennungsmotors **1** zur Solldrehzahl NE/CWU hin erhöht werden.

[0142] Wenn in SCHRITT **11-1** das CWU-Ein/Aus-Flag F/CWUON = 0 (Normalmodus), dann bestimmt das Zündzeitsteuermittel **15** in SCHRITT **11-14**, ob die gegenwärtige Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID gleich oder größer als "0" ist oder nicht.

[0143] Wenn die gegenwärtige Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID nicht gleich oder größer als "0" ist (IG/CPID < 0), dann ist das Steuersystem grundlegend in einer Situation unmittelbar nachdem deren Betriebsmodus vom CWU-Modus, in dem die Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID in SCHRITT **11-11** berechnet ist, zu dem Normalmodus wechselt. Dann berechnet das Zündzeitsteuermittel **15** in SCHRITT **11-15** die Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID (n) im gegenwärtigen Steuerzyklus durch Addieren eines vorbestimmten Werts DIG/CPI (> 0) zu der Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID (n - 1) in dem vorangehenden Steuerzyklus. D.h., die Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID wird um den vorbestimmten Wert DIG/CPI in jedem Steuerzyklus zurückverlagert.

[0144] Hierbei ist die Obergrenze für die Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID "0", und wenn die berechnete Summe von IG/CPID (n - 1) + DIG/CPI größer als "0" ist, dann wird die Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID (n) im gegenwärtigen Steuerzyklus auf "0" gesetzt.

[0145] Wenn in SCHRITT **11-14** IG/CPID \geq 0, d.h. wenn der Betriebsmodus des Steuersystems zu dem Normalmodus wechselt, ohne die Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID in SCHRITT **11-11** zu berechnen, oder wenn die Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID in SCHRITT **11-15** auf "0" zurückkehrt, nachdem der Betriebsmodus des Steuersystems von dem CWU-Modus zum Normalmodus wechselt, dann werden in SCHRITT **11-16** die Werte des Integralterms I/IGCWU, des Proportionalterms P/IGCWU, der Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID, des Verzögerungskorrektur-Ein/Aus-Flags F/NEFB, des Parameters T/CPIS und der Solldrehzahl NE/CWU auf "0" initialisiert.

[0146] Zurück zu [Fig. 10](#). Nachdem die Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID wie oben beschrieben berechnet worden ist, addiert das Zündzeitsteuermittel **15** in SCHRITT **10-4** den in SCHRITT **10-1** bestimmten Basiswert IGMAP der Zündzeit, den in SCHRITT **10-2** bestimmten Korrekturwert IGHK sowie die in SCHRITT **10-3** bestimmte Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID, d.h. addiert die Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID zu der normalen Zündzeit IGBASE (= IGMAP + IGHK), um hierdurch einen Befehlswert IGLOG für die Zündzeit im gegenwärtigen Steuerzyklus zu bestimmen.

[0147] Der so bestimmte Befehlswert IGLOG für die Zündzeit, genauer gesagt der Befehlswert IGLOG für die Zündzeit, während der Verzögerungskorrektur-Ein/Aus-Flag F/NEFB auf "1" gesetzt ist, wird bestimmt, um die Drehzahl NE des Verbrennungsmotors **1** auf die Solldrehzahl NE/CWU gemäß dem Zündzeitsteuerdrehzahl-F/B-Regelprozess zu konvergieren, der der Rückkopplungsregelprozess auf der Basis der PI-Regelprinzipien ist.

[0148] Dann begrenzt das Zündzeitsteuermittel **15** in SCHRITT **10-5** den Befehlswert IGLOG für die Zündzeit auf einen Wert innerhalb eines gegebenen zulässigen Bereichs für den normalen Betrieb des Verbrennungsmotors **1** (einschließlich der Zündzeit **10**), und setzt das Vergrößerungskorrekturflag F/THODEC, in einer unten beschriebenen Weise, um einen Endbefehlswert für die Zündzeit zu bestimmen.

[0149] Wie in [Fig. 14](#) gezeigt, bestimmt das Zündzeitsteuermittel **15** in SCHRITT **15-1** eine zulässige Verzögerungsgrenze IGLGG, die eine Verzögerungsgrenze eines zulässigen Bereichs ist, indem die Zündzeit akkurat eingestellt werden kann, in Abhängigkeit von der gegenwärtigen Motortemperatur TW unter Verwendung einer Datentabelle.

[0150] Dann vergleicht das Zündzeitsteuermittel **15** in SCHRITT **14-2** den in SCHRITT **10-4** bestimmten Befehlswert IGLOG für die Zündzeit mit einem gegebenen Schwellenwert IGX (siehe [Fig. 15](#)), der um einen bestimmten Betrag weiter vorverlagert ist als die

zulässige Verzögerungsgrenze IGLGG. Wenn $IGLOG \geq IGX$, was anzeigt, dass der Befehlswert IGLOG weiter vorverlagert ist als der Schwellenwert IGX (einschließlich $IGLOG = IGX$), dann setzt das Zündzeitsteuermittel **15** in SCHRITT **14-3** das in dem Entscheidungsprozess von SCHRITT **6-3** ([Fig. 6](#)) verwendete Vergrößerungskorrekturflag F/THODEC auf "0". Wenn $IGLOG < IGX$, was anzeigt, dass der Befehlswert IGLOG weiter verzögert ist als der Schwellenwert IGX, dann setzt das Zündzeitsteuermittel **15** in SCHRITT **14-4** das Vergrößerungskorrekturflag F/THODEC auf "1".

[0151] Wenn daher der in SCHRITT **10-4** bestimmte Befehlswert IGLOG für die Zündzeit weiter vorverlagert ist als der Schwellenwert IGX des gegenwärtigen Steuerzyklus, dann wird die Drosselkorrekturgröße THO/DEC auf dem vorangehenden Wert in dem in [Fig. 6](#) gezeigten Prozess gehalten, um den Befehlswert THO/CWU für die Drosselventilöffnung in dem CWU-Modus im gegenwärtigen Steuerzyklus zu bestimmen. Wenn der in SCHRITT **10-4** bestimmte Befehlswert IGLOG für die Zündzeit weiter verzögert ist als der Schwellenwert IGX in dem gegenwärtigen Steuerzyklus, dann wird die Drosselkorrekturgröße THO/DEC korrigiert, um die Drosselventilöffnung um den Einheitskorrekturwert d/THODEC in dem in [Fig. 6](#) gezeigten Prozess im nächsten Steuerzyklus zu reduzieren.

[0152] Nachdem somit das Vergrößerungskorrekturflag F/THODEC gesetzt worden ist, vergleicht das Zündzeitsteuermittel **15** in SCHRITT **14-5** den in SCHRITT **10-4** bestimmten Befehlswert IGLOG für die Zündzeit mit der in SCHRITT **14-1** bestimmten zulässigen Verzögerungsgrenze IGLGG. Wenn der Befehlswert IGLOG weiter verlagert ist als die zulässige Verzögerungsgrenze IGLGG ($IGLOG \geq IGLGG$), d.h. wenn der Befehlswert IGLOG in dem zulässigen Bereich für die Zündzeit liegt, dann wird der in [Fig. 4](#) gezeigte Prozess beendet (der Endbefehlswert IGLOG für die Zündzeit wird auf den in SCHRITT **10-4** bestimmten Wert gesetzt).

[0153] Wenn der Befehlswert IGLOG weiter verzögert wird als die zulässige Verzögerungsgrenze IGLGG und daher von dem zulässigen Bereich abweicht ($IGLOG < IGLGG$), dann begrenzt das Zündzeitsteuermittel **15** in SCHRITT **14-6** zwangsweise den Endbefehlswert IGLOG für die Zündzeit auf die zulässige Verzögerungsgrenze IGLGG. Dann setzt das Zündzeitsteuermittel **15** in SCHRITT **14-7** zwangsweise den gegenwärtigen Wert I/IGCWU (n) des Integralterms des PI-Regelprozesses auf den vorangehenden Wert I/IGCWU (n - 1), der als der Wert des Parameters I/IGX in SCHRITT **11-9** gespeichert ist. Der Wert des Integralterms I/IGCWU in dem PI-Regelprozess wird nun als der gegenwärtige Wert gehalten (der Wert im vorangehenden Steuerzyklus), wenn der in SCHRITT **10-4** bestimmte Befehlswert

IGLOG für die Zündzeit weiter verzögert ist als die zulässige Verzögerungsgrenze IGLGG.

[0154] Dann führt der Controller **2** den vom Zündzeitsteuermittel **15** bestimmten Endbefehlswert IGLOG für die Zündzeit der Zündeinheit **10** zu, die dann das Luftkraftstoffgemisch in dem Verbrennungsmotor **1** gemäß der zugeführten Zündzeit IGLOG zündet.

[0155] Wenn, auf der Basis der obigen Zündzeitsteuerung, in dem CWU-Modus die Drehzahl NE die voreingestellte Drehzahl (NOBJ + NECPIS) erreicht, oder die CWU-Ablaufzeit T/CWU den vorbestimmten Wert TPIDIGST nach dem Start des Verbrennungsmotors **1** erreicht, wird die Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID für die Zündzeit gemäß dem PI-Regelprozess bestimmt, um die Drehzahl NE auf die Solldrehzahl NE/CWU zu konvergieren (die schließlich die Leerlaufdrehzahl NOBJ ist), welche wie oben beschrieben etabliert ist. Grundlegend wird die Zündzeit des Verbrennungsmotors **1** gemäß dem Befehlswert IGLOG für die Zündzeit eingestellt, der durch Korrektur der normalen Zündzeit IGBASE mit der Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID erzeugt wird. Anders ausgedrückt, die Zündzeit des Verbrennungsmotors **1** wird gemäß dem Rückkopplungsregelprozess auf der Basis der PI-Regelprinzipien eingestellt (dem Zündzeitsteuerdrehzahl-F/B-Regelprozess), um die Drehzahl NE des Verbrennungsmotors **1** auf die Solldrehzahl NE/CWU zu konvergieren (schließlich auf die Leerlaufdrehzahl NOBJ).

[0156] Hierbei ist die in den Verbrennungsmotor **1** eingeführte Ansaugluftmenge größer gemacht worden als im normalen Leerlaufmodus, gemäß dem Befehlswert THO/CWU für die Drosselöffnung, der im vorwärts koppelnden Steuerprozess wie oben beschrieben bestimmt ist, so dass die Drehzahl NE des Verbrennungsmotors **1** von der Leerlaufdrehzahl NOBJ aus tendenziell ansteigt. Infolgedessen wird die Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID eine Korrekturgröße zum Verzögern der Zündzeit ($IG/CPID < 0$), wie in dem mittleren Diagrammabschnitt von [Fig. 2](#) mit der unterbrochen linierten Kurve angegeben. Die Zündzeit IGLOG wird derart eingestellt, dass sie verzögert wird, wie in dem mittleren Diagrammabschnitt von [Fig. 2](#) mit der durchgehend linierten Kurve angegeben.

[0157] Wenn der Betriebsmodus des Steuersystems von dem CWU-Modus zum normalen Modus wechselt (der CWU wird aufgehoben), wie etwa dann, wenn das Gaspedal gedrückt wird, während der Verbrennungsmotor in dem CWU-Modus läuft, dann wird die Höhe (der Absolutwert) der in dem CWU-Modus bestimmten Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID allmählich schließlich auf "0" reduziert (der Prozess von SCHRITT **11-15**), wie in

dem rechten Bereich des mittleren Diagrammabschnitts von [Fig. 2](#) angegeben. Demzufolge kehrt die Zündzeit IGLOG allmählich zu der vorverlagerten normalen Zündzeit IGBASE zurück, nachdem der CWU-Modus aufgehoben ist.

[0158] Da gemäß dem oben beschriebenen Betrieb des Steuersystems die in den Verbrennungsmotor **1** eingeführte Ansaugluftmenge vergrößert wird und die Zündzeit des Verbrennungsmotors **1** in dem CWU-Modus nach dem Start des Verbrennungsmotors **1** verzögert wird, werden die Wärmemenge, die durch den Verbrennungsmotor **1**, d.h. durch die Verbrennung des Luftkraftstoffgemischs erzeugt wird und daher die in den Abgasen enthaltene Wärmemenge größer gemacht als dann, wenn der Verbrennungsmotor **1** normal leertläuft. Infolgedessen steigt die Temperatur des katalytischen Wandlers **3** rasch an, wobei der katalytische Wandler **3** rasch aktiviert wird. Somit kann die gewünschte Reinigungsleistung des katalytischen Wandlers **3** nach dem Start des Verbrennungsmotors **1** in einer frühen Stufe erreicht werden, und es kann die Abgasemissionsleistung des Verbrennungsmotors **1** verbessert werden.

[0159] Während die in den Verbrennungsmotor **1** eingeführte Ansaugluftmenge größer wird, wird die Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID gemäß dem Rückkopplungsregelprozess auf der Basis der PI-Regelprinzipien erzeugt (dem Zündzeitsteuerdrehzahl-F/B-Regelprozess), um die Drehzahl NE des Verbrennungsmotors **1** auf die Solldrehzahl NE/CWU zu konvergieren (schließlich auf die Leerlaufdrehzahl NOBJ), und die Zündzeit wird korrigiert, so dass sie um die Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID verzögert wird. Auf diese Weise kann die Drehzahl NE des Verbrennungsmotors **1** auf einem geeigneten Niveau beibehalten werden (grundlegend der Leerlaufdrehzahl NOBJ).

[0160] Zum Einstellen der Zündzeit in dem CWU-Modus wird der Zündzeitsteuerdrehzahl-F/B-Regelprozess gestartet, nachdem die Drehzahl NE des Verbrennungsmotors **1** auf die voreingestellte Drehzahl (NOBJ + NECPIS) erhöht ist, die höher ist als die Leerlaufdrehzahl NOBJ, die der End Sollwert für die Drehzahl NE des Verbrennungsmotors **1** ist. Anstatt die Solldrehzahl NE/CWU auf die Leerlaufdrehzahl NOBJ unmittelbar nach dem Start des Zündzeitsteuerdrehzahl-F/B-Regelprozesses zu setzen, wird die Solldrehzahl NE/CWU allmählich von der voreingestellten Drehzahl (NOBJ + NECPIS) auf die Leerlaufdrehzahl NOBJ reduziert. Auf diese Weise wird verhindert, dass in einer Anfangsstufe nach dem Start des Zündzeitsteuerdrehzahl-F/B-Regelprozesses die Zündzeit abrupt verzögert wird, aber die Drehzahl NE des Verbrennungsmotors **1** auf die Leerlaufdrehzahl NOBJ konvergiert werden kann, während der Betrieb des Verbrennungsmotors **1** stabilisiert wird.

[0161] In dem Zündzeitsteuerdrehzahl-F/B-Regelprozess wird der Wert des Koeffizientenparameters KIIGCWU relativ zu dem Integralterm I/IGCWU zur Bestimmung der Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID gemäß dem PI-Regelprozess in Abhängigkeit von dem gegenwärtigen Wert des Befehls werts IGLOG für die Zündzeit etabliert, d.h. die Zündzeit, die gegenwärtig eingestellt wird, unter Verwendung der in [Fig. 13](#) gezeigten Datentabelle. Im Ergebnis ist der Rückkopplungsfaktor des Zündzeitsteuerdrehzahl-F/B-Regelprozesses kleiner, wenn die eingestellte Zündzeit weiter verzögert wird, und größer, wenn die eingestellte Zündzeit weiter vorverlagert wird.

[0162] Wenn daher die Zündzeit relativ stark verzögert wird (die Änderungsrate der Drehzahl NE zu einer Änderung der Zündzeit ist relativ groß), wird die gemäß den Gleichungen (2) – (4) berechnete Änderung der Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID, wenn die Differenz (NE – NE/CWU) zwischen der Drehzahl NE und der Solldrehzahl NE/CWU verändert wird, auf einem relativ kleinen Wert gehalten. Somit wird verhindert, dass die Drehzahl NE des Verbrennungsmotors **1** übermäßig variiert, sondern kann stabil auf die Solldrehzahl NE/CWU konvergiert werden.

[0163] Wenn umgekehrt die Zündzeit vorverlagert wird (die Änderungsrate der Drehzahl NE zur Änderung der Zündzeit ist relativ klein), hat die Änderung der Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID, die berechnet wird, wenn die Differenz (NE – NE/CWU) zwischen der Drehzahl NE und der Solldrehzahl NE/CWU verändert wird, einen Wert, der zum Konvergieren der Drehzahl NE auf die Solldrehzahl NE/CWU ausreicht. Somit kann die Drehzahl NE des Verbrennungsmotors **1** schnell auf die Solldrehzahl NE/CWU konvergiert werden.

[0164] Um in dieser Ausführung die in den Verbrennungsmotor **1** eingeführte Ansaugluftmenge zu vergrößern, wird der Basiswert THO/CTBL (siehe [Fig. 7](#)) für die Drosselventilöffnung in Abhängigkeit von der Temperatur TW beim Start des Verbrennungsmotors **1** etabliert, die die Temperatur des katalytischen Wandlers **3** beim Start des Verbrennungsmotors **1** anzeigt. Daher wird die von dem Verbrennungsmotor **1** erzeugte Wärmemenge für die Temperatur des katalytischen Wandlers **3** beim Start des Verbrennungsmotors **1** geeignet gemacht, so dass die Temperatur des katalytischen Wandlers **3** geeignet angehoben werden kann und der katalytische Wandler **3** geeignet aktiviert werden kann.

[0165] In einer Anfangsstufe der Vergrößerung der in den Verbrennungsmotor **1** eingeführten Ansaugluftmenge (unmittelbar nach dem Start des Verbrennungsmotors **1**) werden die Drosselventilöffnung und daher die Ansaugluftmenge entsprechend dem Mus-

ter zeitabhängiger Veränderungen zwischen den in [Fig. 9](#) gezeigten Zeiten 0 – t1 des Basiswertkorrekturkoeffizienten KM/CWU vergrößert, um hierdurch die Verbrennung des Luftkraftstoffgemischs in dem Verbrennungsmotor **1** unmittelbar nach dessen Betriebsstart glattgängig zu stabilisieren.

[0166] Bei Ablauf einer bestimmten Zeit nach dem Vergrößerungsbeginn der Ansaugluftmenge (zur Zeit T2 in [Fig. 9](#)), wird die Drosselventilöffnung, die die Basiszunahme für die Ansaugluftmenge definiert, genauer gesagt die Basisdrosselventilöffnung (= THO/CWU·KM/CWU), die durch den Basiswert THO/CWU und den Basiswertkorrekturkoeffizienten KM/CWU bestimmt ist, über die Zeit allmählich in dem Muster der in [Fig. 9](#) gezeigten Zeittabelle reduziert. Dabei ist es grundlegend möglich zu verhindern, dass die Drehzahl NE aufgrund einer Reibungsminderung verschiedener Komponenten des Verbrennungsmotors **1**, wenn der Verbrennungsmotor **1** wärmer wird, tendenziell ansteigt, ohne die Zündzeit weiter als notwendig verzögern zu müssen.

[0167] Während die Zündzeit rückkoppelnd geregelt wird, um die Drehzahl NE des Verbrennungsmotors **1** auf die Solldrehzahl NE/CWU gemäß dem PI-Regelprozess zu konvergieren (wobei das Verzögerungskorrektur-Ein/Aus-Flag F/NEFB auf "1" gesetzt ist), dann wird, wenn der in SCHRITT **10-4** bestimmte Befehlswert IGLOG für die Zündzeit weiter verzögert wird als der Schwellenwert IGX, die Drosselventilöffnung THO von der Basisdrosselventilöffnung (= THO/CWU·KM/CWU), die aus dem Basiswert THO/CWU und dem Basiswert des Korrekturkoeffizienten KM/CWU bestimmt ist, reduziert, um hierdurch die Vergrößerung der Ansaugluftmenge zu reduzieren. Dies bietet Vorteile, die nachfolgend in Bezug auf [Fig. 15](#) beschrieben werden. Angenommen sei, dass der in SCHRITT **10-4** bestimmte Befehlswert IGLOG für die Zündzeit, während das Verzögerungskorrektur-Ein/Aus-Flag F/NEFB auf "1" gesetzt ist, als "Rückkopplungsbefehlswert IGLOG" bezeichnet wird. [Fig. 15](#) zeigt zeitabhängige Veränderungen in der Drehzahl NE (Istdrehzahl) des Verbrennungsmotors **1**, der Drosselventilöffnung THO und des Rückkopplungsbefehlswertes IGLOG für die Zündzeit durch die durchgehend linierten Kurven jeweils in den oberen, mittleren und unteren Diagrammabschnitten.

[0168] Die Art und Weise, in der die Reibung verschiedener Komponenten absinkt, wenn der Verbrennungsmotor **1** wärmer wird, wird nicht nur durch die Motortemperatur TW beeinflusst, sondern auch verschiedene Faktoren einschließlich der Schmiermittelmenge, der Schmiermitteltemperatur, etc. Daher kann, nachdem der Verbrennungsmotor **1** zu laufen begonnen hat, die Reibung schneller absinken als erwartet oder kann die Reibung viel stärker absinken als erwartet. Wenn in diesem Fall die Drosselventilöffnung THO nur durch die Basisdrosselventil-

öffnung (= THO/CWU·KM/CWU), die aus dem Basiswert THO/CWU und dem Basiswertkorrekturkoeffizienten KM/CWU bestimmt ist, geregelt wird, nimmt die Drehzahl NE des Verbrennungsmotors **1** von der Solldrehzahl NE/CWU tendenziell zu, wie in einem Bereich A in dem oberen Diagrammabschnitt von [Fig. 15](#) angegeben, und der Rückkopplungsbefehlswert IGLOG für die Zündzeit nähert sich der zulässigen Verzögerungsgrenze IGLGG an, wie in dem Bereich B des unteren Diagrammabschnitts von [Fig. 15](#) angegeben. Wenn die Zunahmetendenz der Drehzahl NE fort dauert, wie in dem oberen Diagrammabschnitt von [Fig. 15](#) mit der gestrichelten Linie "a" angegeben, wird der Rückkopplungsbefehlswert IGLOG für die Zündzeit eventuell weiter verzögert als die zulässige Verzögerungsgrenze IGLGG, wie mit der gestrichelten Linie "b" im unteren Diagrammabschnitt von [Fig. 15](#) angegeben. Wenn der Rückkopplungsbefehlswert IGLOG für die Zündzeit, d.h. der Befehlswert IGLOG für die Zündzeit, der bestimmt ist, um die Drehzahl NE des Verbrennungsmotors **1** auf die Solldrehzahl NE/CWU zu konvergieren, weiter verzögert wird als die zulässige Verzögerungsgrenze IGLGG, dann wird die Zündzeit, die der Controller **2** tatsächlich der Zündeinheit **10** zuführt, auf die zulässige Verzögerungsgrenze IGLGG beschränkt, wie oben beschrieben. Jedoch kann in einer solchen Situation die Zunahmetendenz der Drehzahl NE nicht unterdrückt werden, und die Drehzahl NE wird von der Solldrehzahl NE/CWU stark ansteigen, wie in dem oberen Diagrammabschnitt von [Fig. 15](#) mit der gestrichelten Linie "a" angegeben.

[0169] Wenn jedoch gemäß der dargestellten Ausführung der Rückkopplungsbefehlswert IGLOG für die Zündzeit weiter verzögert wird als der Schwellenwert IGX, der ein wenig weiter vorverlagert ist als die zulässige Verzögerungsgrenze IGLGG, dann wird, solange diese Situation fort dauert, die Drosselventilöffnung THO von der Basisdrosselventilöffnung (THO/CWU·KM/CWU) auf der Basis des Basiswerts THO/CWU und des Basiswertkorrekturkoeffizienten KM/CWU um den Einheitskorrekturwert d/THODEC in jedem Steuerzyklus reduziert (siehe Bereich C in dem mittleren Diagrammabschnitt von [Fig. 15](#)). Anders ausgedrückt, der Vergrößerungsbetrag der Ansaugluft, der durch den Basiswert THO/CWU und den Basiswertkorrekturkoeffizienten KM/CWU bestimmt ist, wird so korrigiert, dass er um einen Betrag entsprechend dem Einheitskorrekturwert d/THODEC für die Drosselventilöffnung reduziert wird. Da in diesem Fall der Einheitskorrekturwert d/THODEC für die Drosselventilöffnung in Abhängigkeit von der Motortemperatur etabliert wird (dem warmen Zustand des Verbrennungsmotors **1**) kann, wenn der Verbrennungsmotor **1** zu laufen beginnt, der Vergrößerungsbetrag der Ansaugluft in einer Weise reduziert werden, die zur Reibungsminderung des Verbrennungsmotors **1** passt.

[0170] Wenn die Vergrößerung der Ansaugluftmenge so reduziert wird, wird die Zunahmetendenz der Drehzahl NE unterdrückt. Nachdem der Rückkopplungsbefehlswert IGLOG für die Zündzeit weiter verzögert wird als der Schwellenwert IGLOG, wird im Ergebnis verhindert, dass der Rückkopplungsbefehlswert IGLOG sich zu einem weiter verzögerten Wert hin ändert. Daher wird der Rückkopplungsbefehlswert IGLOG für die Zündzeit grundlegend zurück verlagert, ohne auf die zulässige Verzögerungsgrenze IGLGG verzögert zu werden, wie in dem Bereich D im unteren Diagrammabschnitt von [Fig. 15](#) angegeben. Insofern die Drosselventilöffnung THO, die den Vergrößerungsbetrag der Ansaugluftmenge definiert, von der Basisdrosselventilöffnung (THO/CWU·KM/CWU) auf der Basis des Basiswerts THO/CWU und des Basiswertkorrekturkoeffizienten KM/CWU um den Einheitskorrekturwert d/THODEC allmählich reduziert wird, wird auch die Vergrößerung der Ansaugluftmenge allmählich reduziert. Somit wird verhindert, dass der Befehlswert IGLOG für die Zündzeit, der zum Konvergieren der Drehzahl NE auf die Solldrehzahl NE/CWU bestimmt ist, sich abrupt ändert.

[0171] Dementsprechend bleibt der Rückkopplungsbefehlswert IGLOG für die Zündzeit, der bestimmt ist, um die Drehzahl NE des Verbrennungsmotors 1 auf die Solldrehzahl NE/CWU zu konvergieren, grundlegend weiter vorverlagert als die zulässige Vergrößerungsgrenze IGLGG und ändert sich nicht abrupt. Im Ergebnis kann die Zündeinheit 10 fehlerlos entsprechend dem Rückkopplungsbefehlswert IGLOG betrieben werden, um die Drehzahl NE des Verbrennungsmotors 1 stabil auf die Solldrehzahl NE/CWU zu konvergieren.

[0172] Wenn in dieser Ausführung der Rückkopplungsbefehlswert IGLOG für die Zündzeit den Schwellenwert IGX erreicht, wenn er von einem weiter verzögerten Wert als dem Schwellenwert IGX zu einem vorverlagerten Wert zurückkehrt, wird die Drosselkorrekturgröße THO/DEC (die ein Wert ist, der durch Integrieren des Einheitskorrekturwerts d/THODEC in jedem Steuerzyklus erzeugt wird, während der Rückkopplungsbefehlswert IGLOG für die Zündzeit von dem Wert, der weiter verzögert ist als der Schwellenwert IGX, zu dem Schwellenwert IGX zurückkehrt) auf dem gegenwärtigen Wert gehalten (der in dem vorangehenden Steuerzyklus bestimmt ist). Nachdem der Rückkopplungsbefehlswert IGLOG für die Zündzeit den Schwellenwert IGX erreicht hat, wenn dieser zu dem vorverlagerten Wert zurückkehrt, wird die Drosselkorrekturgröße THO/DEC für die Basisdrosselventilöffnung (THO/CWU·KM/CWU) auf einem konstanten Wert gehalten, ohne weiter anzusteigen, solange sich nicht der Befehlswert IGLOG für die Zündzeit zu einem Wert verändert, der weiter verzögert ist als der Schwellenwert IGX (siehe Bereich E i dem mittleren

Diagrammabschnitt von [Fig. 15](#)).

[0173] Demzufolge wird verhindert, dass die Zunahme der Ansaugluftmenge unnötig reduziert wird, um die von dem Verbrennungsmotor 1 erzeugte Wärmemenge zu reduzieren, und es wird verhindert, dass die Aktivierung des katalytischen Wandlers 3 verzögert wird.

[0174] Wenn in dieser Ausführung der Rückkopplungsbefehlswert IGLOG für die Zündzeit sich zu einem verzögerten Wert über die zulässige Verzögerungsgrenze IGLGG hinaus verändert, zum Beispiel aufgrund einer abrupten Minderung der Last des Verbrennungsmotors 1, dann wird der Wert des Integralterms I/IGCWU in dem PI-Regelprozess beibehalten, um die Vorteile zu erlangen, wie sie unten in Bezug auf [Fig. 16](#) beschrieben werden. [Fig. 16](#) zeigt zeitabhängige Änderungen der Drehzahl NE (der Istdrehzahl) des Verbrennungsmotors 1, der Drosselventilöffnung THO und des Rückkopplungsbefehlswerts IGLOG für die Zündzeit durch jeweilige durchgehend linierte Kurven in oberen, mittleren und unteren Diagrammabschnitten.

[0175] Wenn die Last auf den Verbrennungsmotor 1 abrupt reduziert wird, zum Beispiel dann, wenn das mit dem Verbrennungsmotor 1 gekoppelte Automatikgetriebe vom D-Bereich zum N-Bereich wechselt, während die Reibung in dem Verbrennungsmotor 1 relativ stark reduziert wird, steigt die Drehzahl NE tendenziell stark an, wie im Bereich F des oberen Diagrammabschnitts von [Fig. 16](#) angegeben. In diesem Fall kann die Zunahmetendenz der Drehzahl NE durch Reduktion der Vergrößerung der Ansaugluftmenge nicht sofort unterdrückt werden. Im Ergebnis ändert sich der Rückkopplungsbefehlswert IGLOG für die Zündzeit abrupt zu einem verzögerten Wert über die zulässige Verzögerungsgrenze IGLGG hinaus, wie im Bereich G im unteren Diagrammabschnitt von [Fig. 16](#) angegeben.

[0176] Wenn der Integralterm I/IGCWU in dem PI-Regelprozess fortdauernd berechnet und aktualisiert wird, auch nachdem der Rückkopplungsbefehlswert IGLOG sich zu einem Verzögerungswert über die zulässige Verzögerungsgrenze IGLGG hinaus verändert, dann nimmt der Wert des Integralwerts I/IGCWU zu, da der Integralterm I/IGCWU als Integral der Differenz (NE – NE/CWU) zwischen der Drehzahl NE und der Solldrehzahl NE/CWU in Bezug auf die Zeit repräsentiert. Daher hat der Rückkopplungsbefehlswert IGLOG, der unter Verwendung des Werts des Integralwerts I/IGCWU bestimmt ist, einen Wert, der weiter verzögert ist als die zulässige Vergrößerungsgrenze IGLGG, wie mit der gestrichelten Linie "c" im unteren Diagrammabschnitt von [Fig. 16](#) angegeben. Daher wird die Zunahmetendenz der Drehzahl NE danach gedrückt, wenn die Drosselventilöffnung THO reduziert wird (siehe mittlerer Dia-

grammabschnitt von [Fig. 16](#)), und selbst wenn die Drehzahl NE dann tendenziell abnimmt, wie im Bereich H im oberen Diagrammabschnitt von [Fig. 16](#) angegeben, braucht es eine gewisse Zeit, damit der Rückkopplungsbefehlswert IGLOG auf einen Wert zurückkehrt, der weiter vorverlagert ist als die zulässige Verzögerungsgrenze IGLGG, wie mit der gestrichelten Linie "c" im unteren Diagrammabschnitt von [Fig. 16](#) angegeben. Im Ergebnis kann die Abnahmetendenz der Drehzahl NE nicht rasch unterdrückt werden, und die Drehzahl NE hat die Neigung, stark von der Solldrehzahl NE/CWU abzufallen, wie mit der gestrichelten Linie "d" in dem oberen Diagrammabschnitt von [Fig. 16](#) angegeben.

[0177] Wenn jedoch in der vorliegenden Ausführung der Rückkopplungsbefehlswert IGLOG über die zulässige Verzögerungsgrenze IGLGG hinaus zu einem verzögerten Wert geht, wird der Integralterm I/IGCWU auf dem Wert zu dieser Zeit gehalten, wie im Bereich I mit der punkt-strich-linierten Kurve in dem unteren Diagrammabschnitt von [Fig. 16](#) angegeben. Daher ändert sich der Rückkopplungsbefehlswert IGLOG, wie im Bereich J im unteren Diagrammabschnitt von [Fig. 16](#) angegeben, nur gemäß dem Proportionalterm P/IGCWU (siehe unterbrochen linierte Kurve im unteren Diagrammabschnitt von [Fig. 16](#)), der proportional zur Differenz (NE – NE/CWU) zwischen der Drehzahl NE und der Solldrehzahl NE/CWU ist, in jedem Steuerzyklus (in dem Bereich J wird die Istzündzeit des Verbrennungsmotors **1** auf die zulässige Verzögerungsgrenze IGLGG begrenzt). Daher ändert sich der Rückkopplungsbefehlswert IGLOG nicht auf einen Wert, der weiter verzögert ist als die zulässige Verzögerungsgrenze IGLGG. Wenn daher die Zunahmetendenz der Drehzahl NE danach unterdrückt wird, da die Drosselventilöffnung THO reduziert wird (siehe mittlerer Diagrammabschnitt von [Fig. 16](#)), und wenn die Drehzahl NE dann tendenziell abnimmt, wie im Bereich H in dem oberen Diagrammabschnitt von [Fig. 16](#) angegeben, kehrt der Rückkopplungsbefehlswert IGLOG rasch auf einen weiter vorverlagerten Wert zurück als die zulässige Verzögerungsgrenze IGLGG, wie in dem Bereich J in dem unteren Diagrammabschnitt von [Fig. 16](#) angegeben. Im Ergebnis kann die Istzündzeit des Verbrennungsmotors **1** entsprechend dem Rückkopplungsbefehlswert IGLOG geregelt werden, der weiter vorverlagert ist als die zulässige Verzögerungsgrenze IGLGG. Demzufolge kann die Abnahmetendenz der Drehzahl NE rasch unterdrückt werden, was erlaubt, dass die Drehzahl NE auf die Solldrehzahl NE/CWU konvergiert wird, wie im Bereich K im oberen Diagrammabschnitt von [Fig. 16](#) angegeben.

[0178] Das Steuersystem gemäß der dargestellten Ausführung hebt den CWU-Modus auf oder arbeitet nicht in dem CWU-Modus, wenn der Verbrennungsmotor **1** eine Last antreiben soll, wie etwa das Fahr-

zeug antreiben soll oder die Klimaanlageeinheit antreiben soll, oder wenn die Drehzahl NE oder die Motortemperatur TW des Verbrennungsmotors **1** zu hoch oder zu niedrig ist, oder wenn die Zeitdauer, über die der Verbrennungsmotor **1** in dem CWU-Modus arbeitet, die vorbestimmte Grenzzeit TCWULMT überschreitet. Daher kann der Verbrennungsmotor **1** die gewünschte Fähigkeit zum Antreiben einer Last haben, und es wird verhindert, dass eine übermäßige Last auf den Verbrennungsmotor **1** und den katalytischen Wandler **3** ausgeübt wird.

[0179] Wenn der CWU-Modus aufgehoben wird, wird der Prozess der Vergrößerung der in den Verbrennungsmotor **1** eingeführten Ansaugluftmenge sofort aufgehoben, wird die Drosselventilöffnung von der Stellgröße des Gaspedals abhängig gemacht und wird die Zündzeit allmählich zu ihrem ursprünglichen vorverlagerten Wert zurückgebracht. Daher kann das Fahrzeug losfahren, d.h., der Antrieb der Last durch den Verbrennungsmotor **1** kann beginnen, durch einen glattgängigen Betrieb des Verbrennungsmotors **1** in Abhängigkeit von der Einstellung des Gaspedals.

[0180] Die Zündzeit wird in dem CWU-Modus eingestellt, indem die Ansaugluftmenge vergrößert wird und die Zündzeit korrigiert wird, um die Drehzahl NE, die als Ergebnis der vergrößerten Ansaugluftmenge erreicht wird, des Verbrennungsmotors **1** auf die Solldrehzahl NE/CWU zu konvergieren. Im Ergebnis wird die Zündzeit um die Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID, die zu der Ansaugluftmenge passt, auf einen vorverlagerten Wert verstellt, ohne durch eine Verzögerung in der Änderung der Ansaugluftmenge aufgrund der Steuerung der Drosselventilöffnung beeinflusst zu werden.

[0181] Demzufolge kann der Prozess der Vergrößerung der Ansaugluftmenge, um den katalytischen Wandler **3** rasch zu aktivieren, und die Einstellung der Zündzeit unabhängig voneinander durchgeführt werden. Insbesondere kann die Einstellung der Zündzeit gemäß dem Rückkopplungsregelprozess auf der Basis allein der Drehzahl NE des Verbrennungsmotors **1** durchgeführt werden. Demzufolge kann das Steuersystem einfach gemacht werden, während die gewünschte Regelbarkeit erreicht wird.

[0182] In der oben beschriebenen Ausführung wird die Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID für die Zündzeit zum Konvergieren der Drehzahl NE des Verbrennungsmotors **1** auf die Solldrehzahl NE/CWU gemäß dem PI-Regelprozess bestimmt. Jedoch kann die Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID entsprechend einem PID (proportional-plus-integral-plus-differential)-Regelprozess bestimmt werden, der einen derivativen Term sowie einen proportionalen Term als auch integralen Term berücksichtigt.

[0183] In der obigen Ausführung wird nur der Koeffizientenparameter KIIGCWU des Integralterms in dem PI-Regelprozess in Abhängigkeit von dem Befehlswert IGLOG für die Zündzeit verändert, um den Rückkopplungsfaktor des Zündzeitsteuerdrehzahl-F/B-Regelprozesses variabel aufzustellen. Jedoch kann der Rückkopplungsfaktor des Zündzeitsteuerdrehzahl-F/B-Regelprozesses variabel etabliert werden, indem der Koeffizientenparameter KPIGCWU des Proportionalterms oder die Koeffizientenparameter KPIGCWU, KIIGCWU sowohl des proportionalen als auch des integralen Terms in Abhängigkeit vom Befehlswert IGLOG für die Zündzeit verändert wird. Wenn die Verzögerungswinkelkorrekturgröße IG/CPID gemäß dem PID-Regelprozess bestimmt wird, dann kann der Rückkopplungsfaktor variabel etabliert werden, indem auch der Koeffizientenparameter in Bezug auf den derivativen Term, der von dem Befehlswert IGLOG für die Zündzeit abhängig ist, verändert wird. Mit jeder Rate können diese Koeffizientenparameter insbesondere durch Experimente und Simulation mit einer solchen Tendenz etabliert werden, dass der Rückkopplungsfaktor kleiner wird, wenn die Zündzeit weiter verzögert wird, in Hinblick auf die Stabilität und schnelle Reaktion des Regelprozesses zum Konvergieren der Drehzahl NE des Verbrennungsmotors **1** auf die Solldrehzahl NE/CWU.

[0184] In dieser Ausführung wird die Ansaugluftmenge durch den Drosselventilaktuator **12** gesteuert. Jedoch kann das Drosselventil auch mit einem normalen Gaspedal gekoppelt sein, und die Ansaugluftmenge kann durch Steuern der Rate eines durch den Bypasskanal fließenden Luftstroms gesteuert/gergelt werden. In diesem Fall kann ein Strömungssteuerventil zum Steuern/Regeln der Rate eines Luftstroms durch den Bypasskanal Strömungsratencharakteristiken haben, die in der Lage sind, eine Ansaugluftmenge zu erreichen, die in der vorliegenden Erfindung erforderlich ist. Die Öffnung des Strömungssteuerventils zum Vergrößern der Ansaugluftmenge kann in der gleichen Weise etabliert werden wie mit der Drosselventilöffnung THO, wie in der obigen Ausführung beschrieben.

[0185] Obwohl eine bestimmte bevorzugte Ausführung der vorliegenden Erfindung gezeigt und im Detail beschrieben worden ist, sollte sich verstehen, dass verschiedene Änderungen und Modifikationen daran vorgenommen werden können, ohne vom Umfang der Erfindung abzuweichen, wie er in den beigefügten Ansprüchen definiert ist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Steuern/Regeln eines Verbrennungsmotors (**1**), der Abgase durch einen katalytischen Wandler (**3**) abgibt, umfassend: ein Ansaugluftmengensteueremittel (**13**) zum Vergrößern

ßern einer in den Verbrennungsmotor eingeführten Ansaugluftmenge, wenn der Verbrennungsmotor leertläuft, nachdem der Verbrennungsmotor zu arbeiten beginnt, auf einen Pegel, der größer ist als dann, wenn der Verbrennungsmotor normal leertläuft; ein Zündzeitsteueremittel (**15**) zum Erzeugen eines Befehlswerts (IGLOG) für die Zündzeit des Verbrennungsmotors gemäß einem Rückkopplungsregelprozess, um eine Drehzahl (NE) des Verbrennungsmotors auf eine vorbestimmte Solldrehzahl (NE/CWU) zu konvergieren, nachdem die in den Verbrennungsmotor eingeführte Ansaugluftmenge zuzunehmen beginnt, und zum Einstellen der Zündzeit (IGBASE) des Verbrennungsmotors auf der Basis des erzeugten Befehlswerts für die Zündzeit;

dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung ferner ein Mittel umfasst, um einen Rückkopplungsfaktor (IG/CPID) des Rückkopplungsregelprozesses in Abhängigkeit von der vom Zündzeitsteueremittel eingestellten Zündzeit variabel zu erstellen.

2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, worin das Mittel zum variablen Erstellen eines Rückkopplungsfaktors (IG/CPID) ein Mittel umfasst, um den Rückkopplungsfaktor derart zu erstellen, dass der Rückkopplungsfaktor kleiner wird, wenn die Zündzeit weiter verzögert wird.

3. Vorrichtung gemäß Anspruch 1 oder 2, worin der Rückkopplungsregelprozess einen Proportional-plus-Integral-(PI) Regelprozess umfasst, und wobei das Mittel zum variablen Erstellen eines Rückkopplungsfaktors (IP/CPID) ein Mittel umfasst, um den Wert eines Koeffizientenparameters eines Proportionalterms, der proportional zu der Differenz zwischen einer Ist Drehzahl (NE) des Verbrennungsmotors und der Solldrehzahl (NE/CWU) ist, und/oder einen Koeffizientenparameter eines Integralterms, der proportional zu einem Integral der Differenz ist, zu verändern, um hier den Rückkopplungsfaktor variabel zu erstellen.

4. Vorrichtung gemäß Anspruch 1 oder 2, die ferner umfasst:

ein Solldrehzahlsetzmittel zum Setzen der Solldrehzahl (NE/CWU) durch Verändern der Solldrehzahl von einer voreingestellten Drehzahl zu einer Leerlaufdrehzahl, nachdem die Drehzahl des Verbrennungsmotors (**1**) die voreingestellte Drehzahl erreicht hat, die höher ist als die Leerlaufdrehzahl, nachdem die Vergrößerung der in den Verbrennungsmotor eingeführten Ansaugluftmenge durch das Ansaugluftmengensteueremittel (**13**) begonnen hat.

5. Vorrichtung gemäß Anspruch 1 oder 2, worin das Ansaugluftmengensteueremittel (**13**) ein Mittel umfasst, um eine Vergrößerung der in den Verbrennungsmotor (**1**) eingeführten Ansaugluftmenge zu bestimmen, während der Verbrennungsmotor normal leertläuft, in Abhängigkeit von der Temperatur des ka-

talytischen Wandlers (**13**), wenn der Verbrennungsmotor zu arbeiten beginnt, gemäß einem vorwärts koppelnden Steuerprozess, und Einstellen der in den Verbrennungsmotor eingeführten Ansaugluftmenge gemäß der bestimmten Vergrößerung.

6. Vorrichtung gemäß Anspruch 5, worin das Ansaugluftmengensteuermittel (**13**) ein Mittel zur Bestimmung der Vergrößerung umfasst, um die Vergrößerung mit der Zeit allmählich zu erhöhen, unmittelbar nachdem die Vergrößerung der in den Verbrennungsmotor (**1**) eingeführten Ansaugluftmenge begonnen hat.

7. Vorrichtung gemäß Anspruch 5, worin das Ansaugluftmengensteuermittel (**13**) ein Mittel zur Bestimmung der Vergrößerung umfasst, um bei Ablauf einer vorbestimmten Zeit, nachdem die Vergrößerung der in den Verbrennungsmotor (**1**) eingeführten Ansaugluftmenge begonnen hat, die Vergrößerung mit der Zeit allmählich zu reduzieren.

8. Vorrichtung gemäß Anspruch 5, worin das Ansaugluftmengensteuermittel (**13**) ein Mittel zur Korrektur der Vergrößerung umfasst, um die Ansaugluftmenge zu reduzieren, wenn der Befehlswert (IGLOG) für die Zündzeit, der durch das Zündzeitsteuermittel (**15**) gemäß dem Rückkopplungsregelprozess erzeugt wird, weiter verzögert ist als ein vorbestimmter Schwellenwert, der weiter verzögert ist als die Zündzeit innerhalb eines vorbestimmten zulässigen Bereichs für die Zündzeit, in dem der Verbrennungsmotor (**1**) zum normalen Betrieb in der Lage ist.

Es folgen 14 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

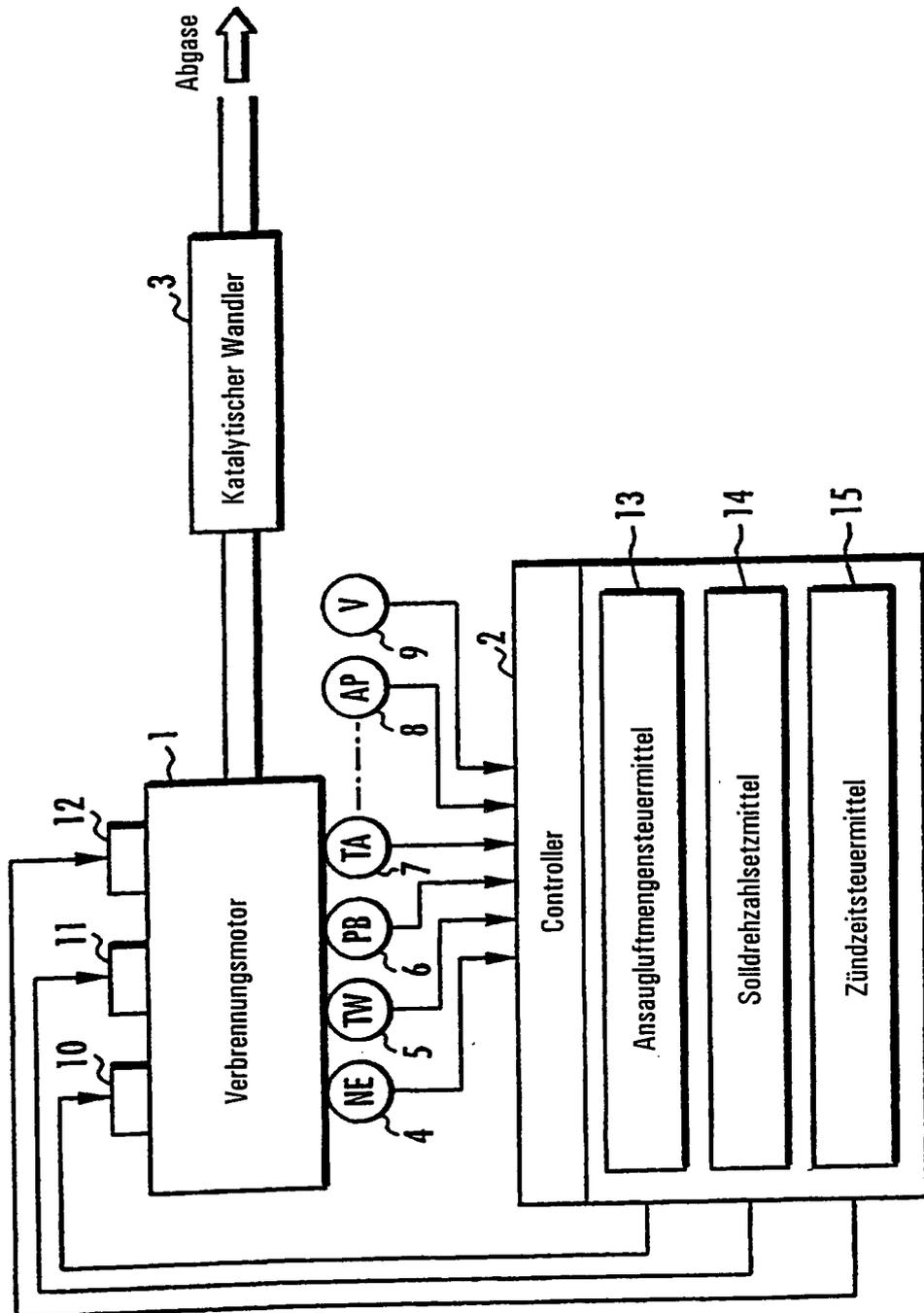


FIG. 2

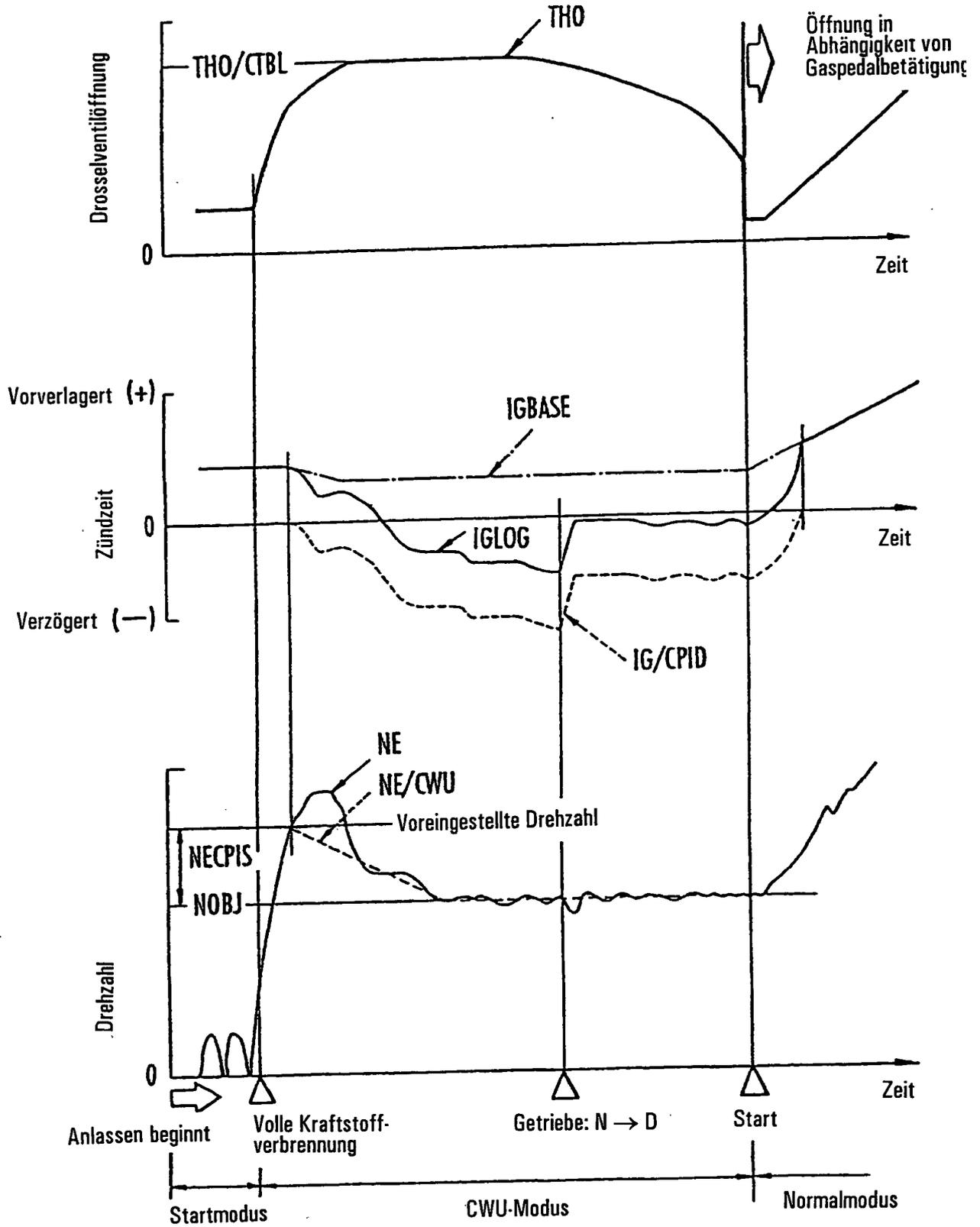


FIG. 3

Hauptroutine

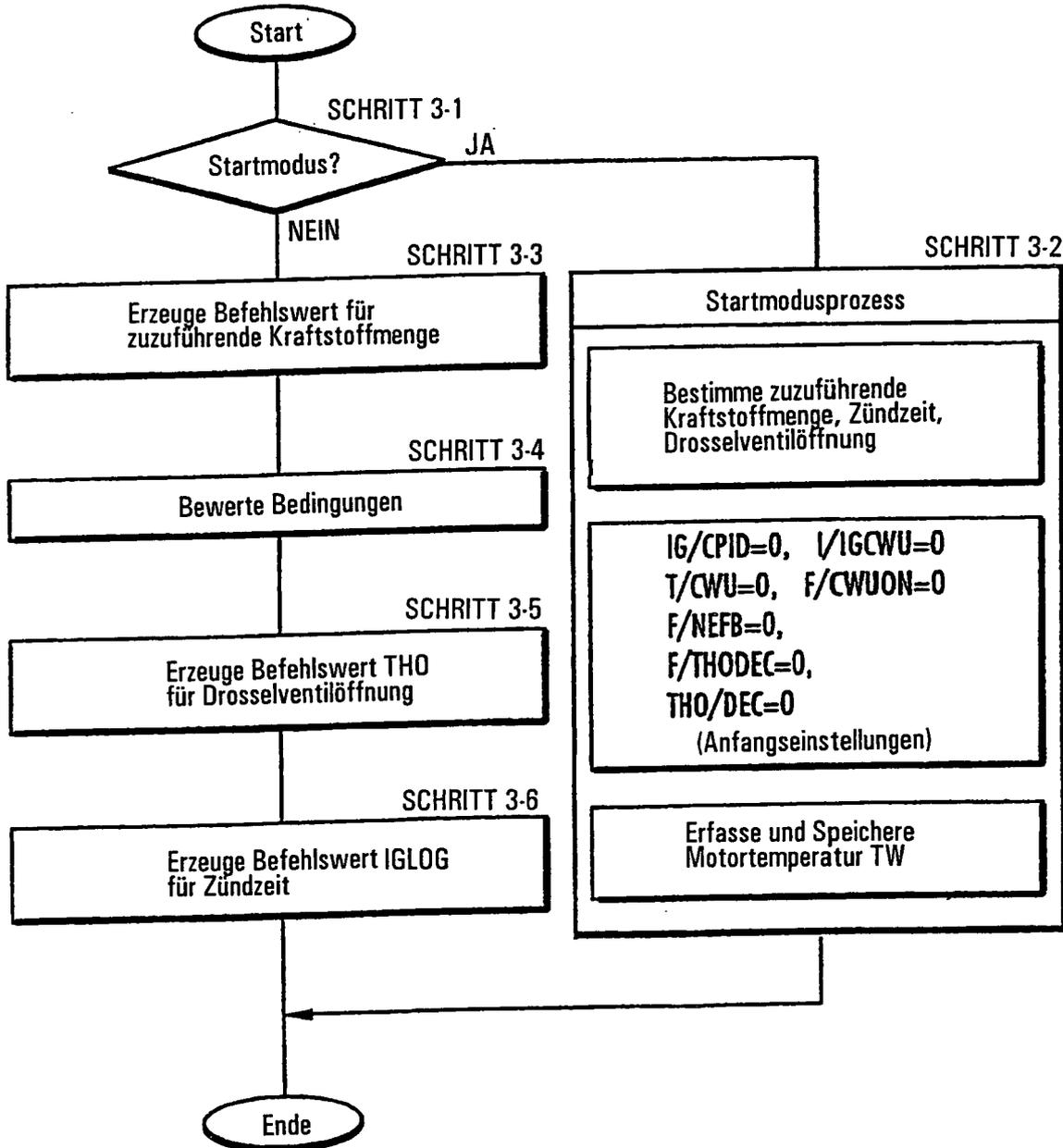


FIG. 4

Bedingungsbewertungsprozess (SCHRITT 3-4)

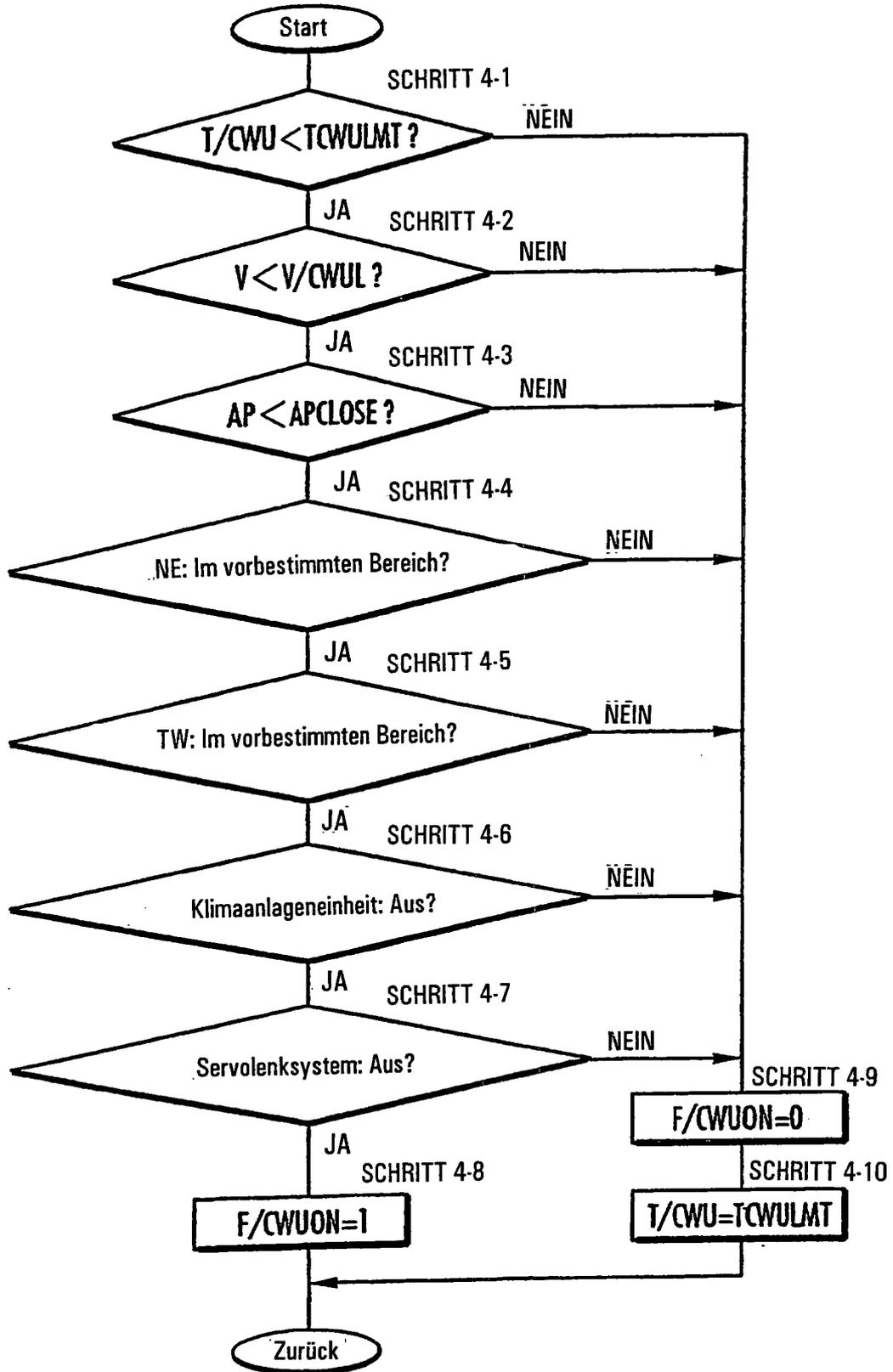


FIG. 5

THO-Berechnungsprozess (SCHRITT 3-5)

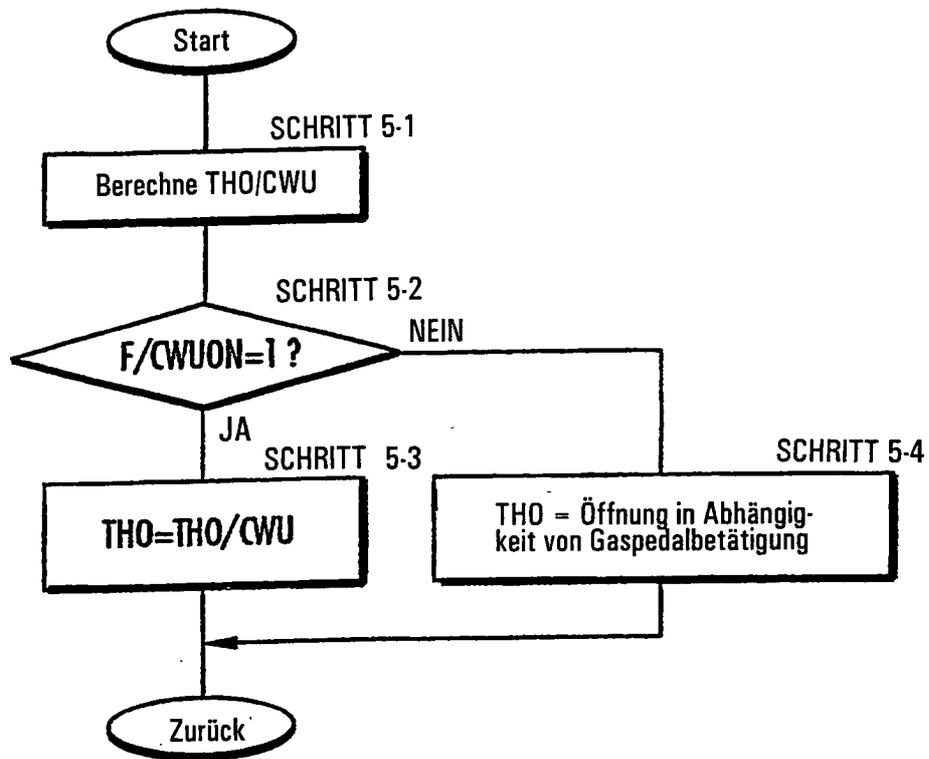


FIG. 6

THO/CWU-Berechnungsprozess (SCHRITT 5-1)

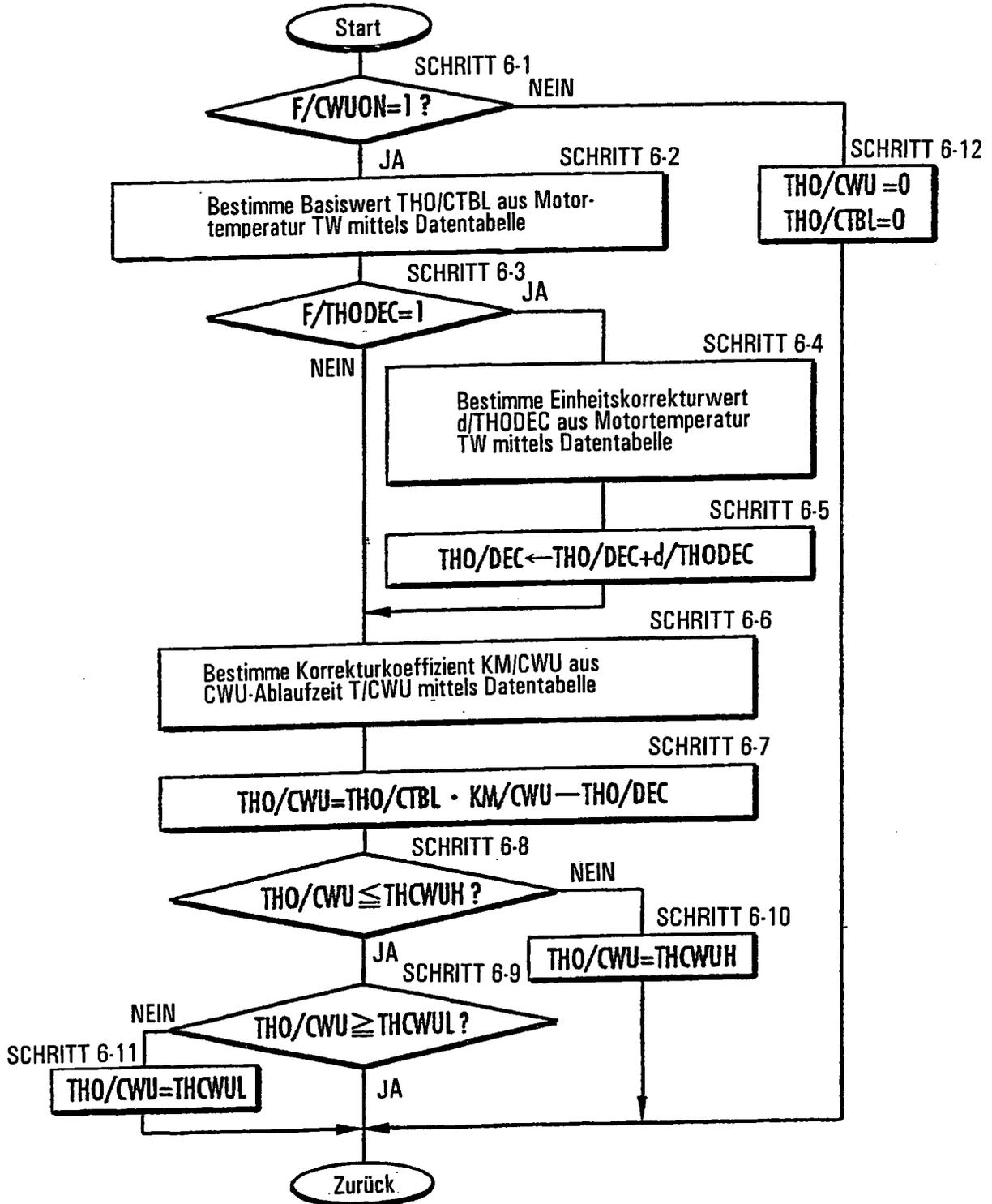


FIG. 7

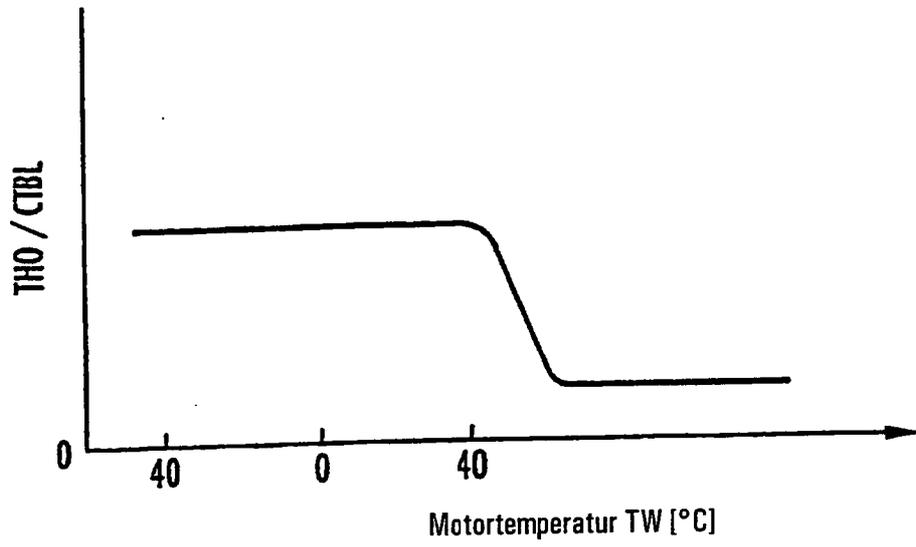


FIG. 8

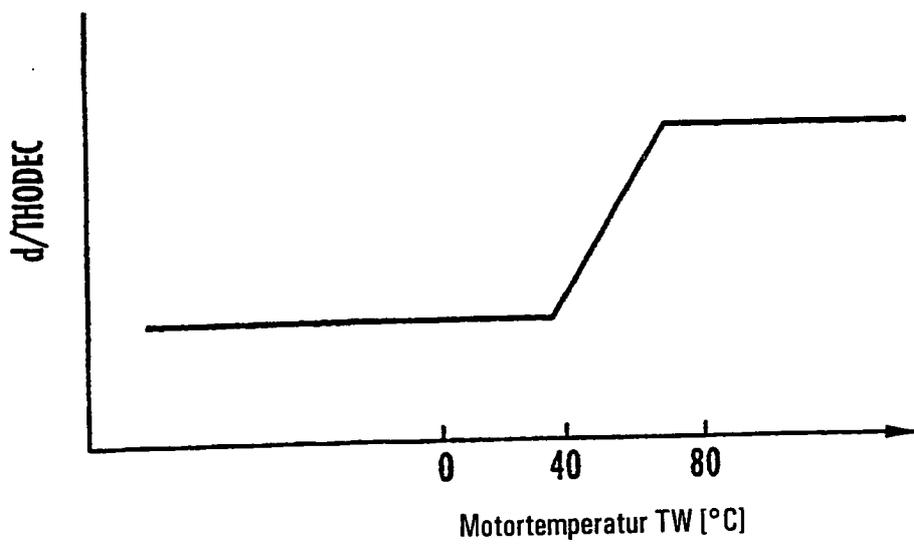


FIG. 9

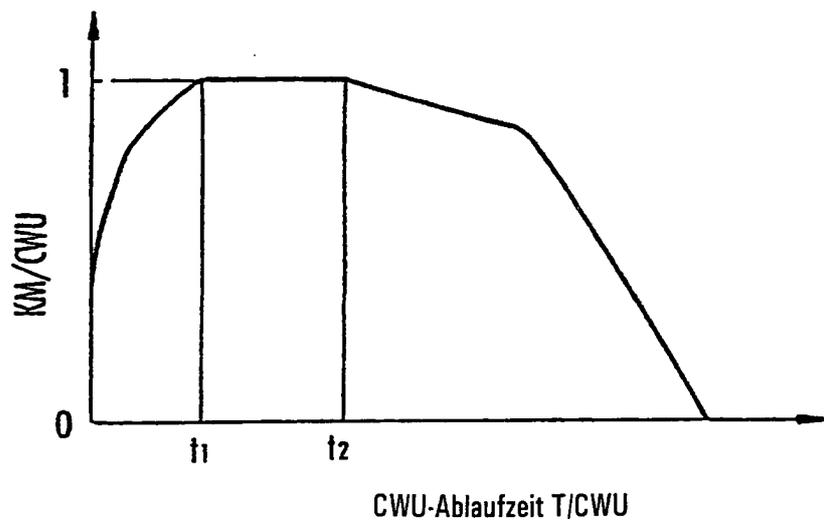


FIG.10

Zündzeitberechnungsprozess (SCHRITT 3-6)

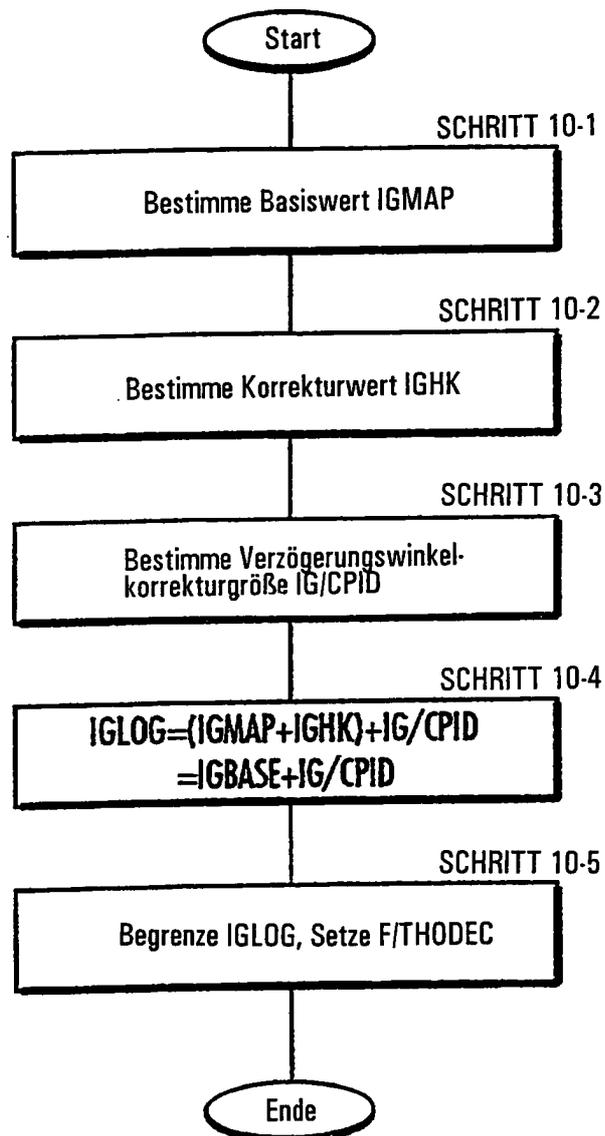


FIG. 11

Verzögerungswinkelkorrekturgrößen-Berechnungsprozess (SCHRITT 10-3)

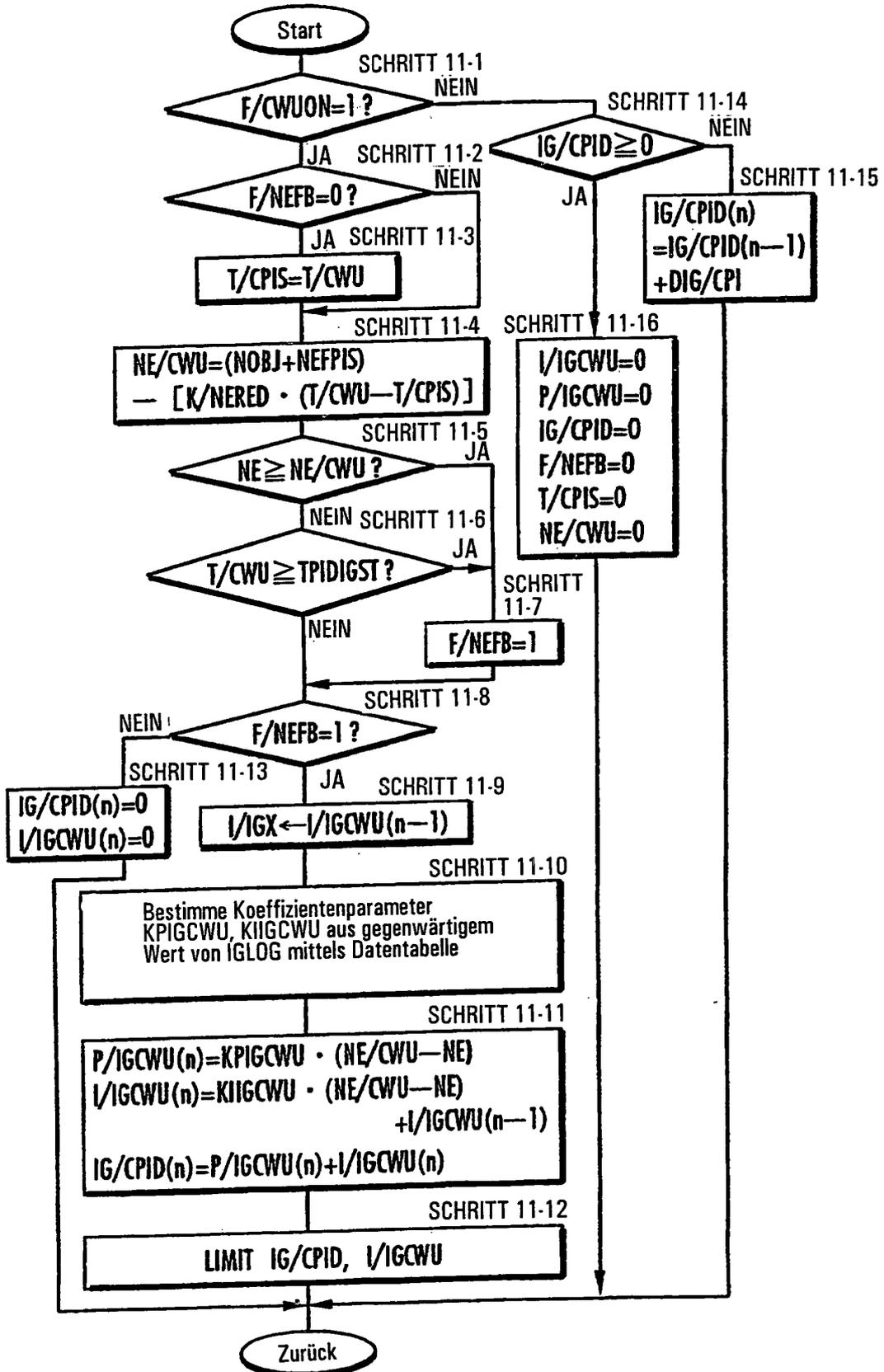


FIG. 12

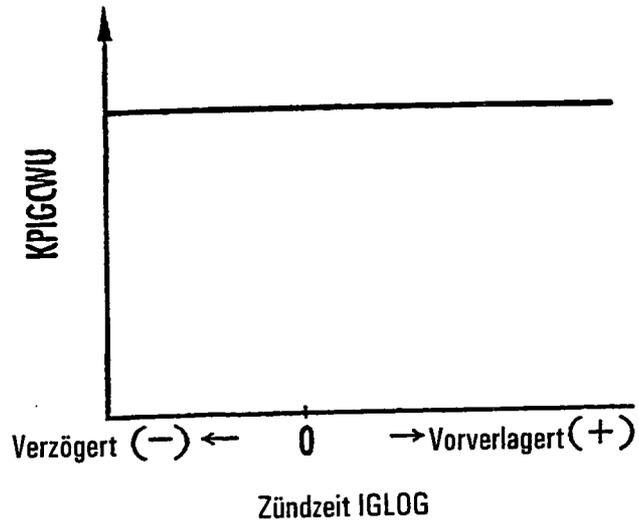


FIG. 13

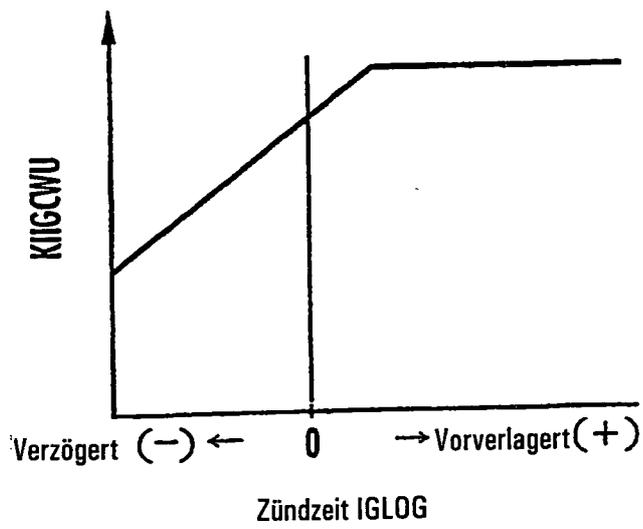


FIG. 14

IGLOG Begrenzungsprozess
F/THODEC Setzprozess
(SCHRITT 10-5)

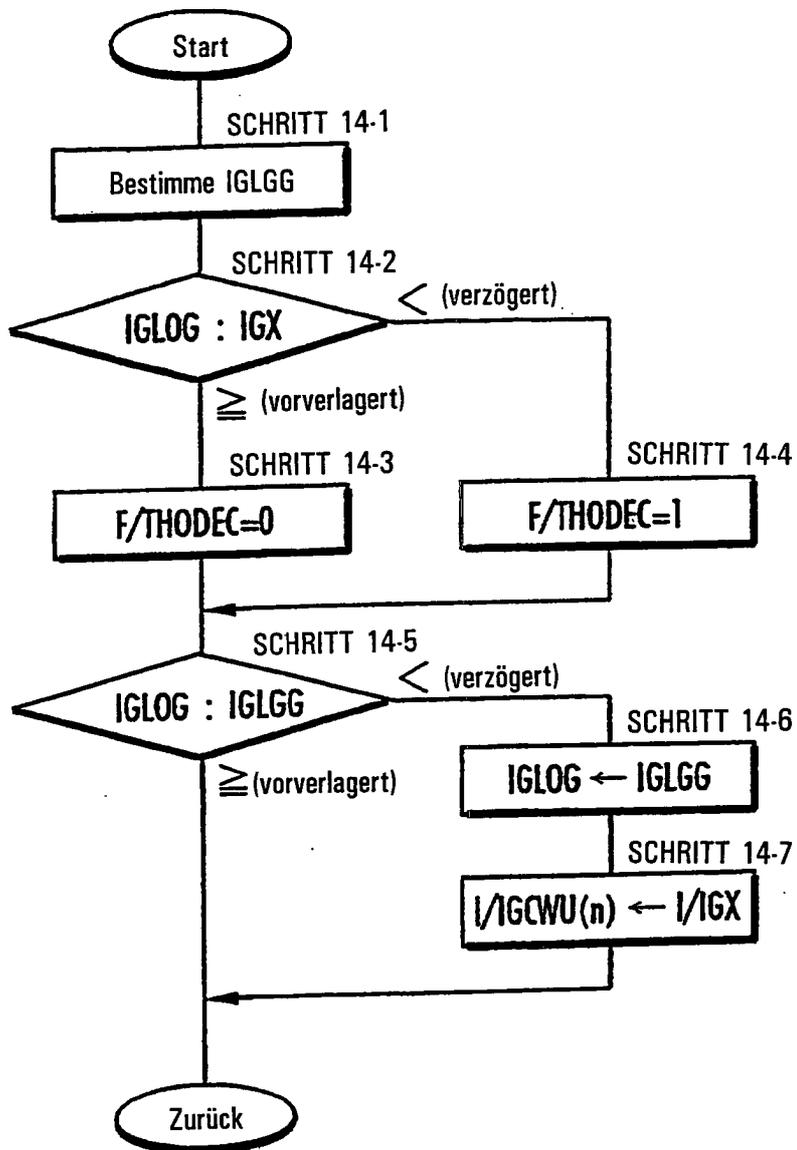


FIG.15

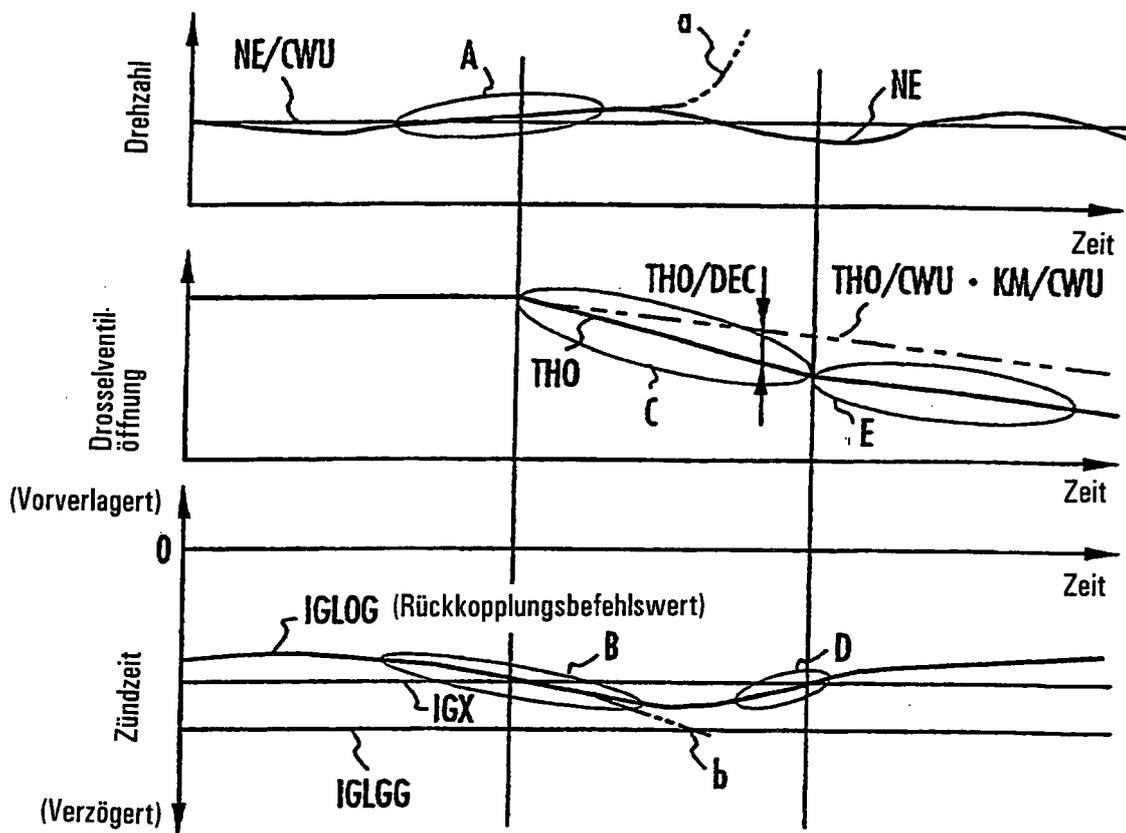


FIG.16

