



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2006 057 922 A1 2008.03.20

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2006 057 922.4

(22) Anmeldetag: 08.12.2006

(43) Offenlegungstag: 20.03.2008

(51) Int Cl.⁸: **F02D 9/02** (2006.01)
F02D 41/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2006-231950 29.08.2006 JP

(71) Anmelder:
Mitsubishi Electric Corp., Tokyo, JP

(74) Vertreter:
HOFFMANN & EITLE, 81925 München

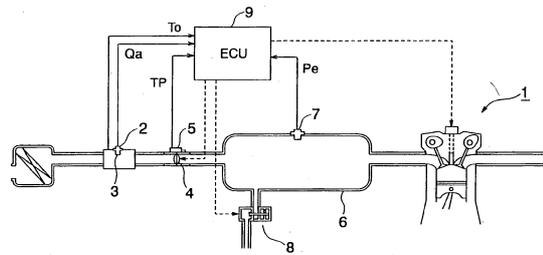
(72) Erfinder:
Hagari, Hideki, Tokyo, JP; Nishimura, Hideki,
Tokyo, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Steuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor**

(57) Zusammenfassung: Bei einer Drosselsteuerung wird eine Drosselöffnung mit ausreichender Steuergenauigkeit unter Berücksichtigung des Betriebszustandes eines Motors trotz Variationen in Bezug auf einen Drosselkörper und auf verschiedene Arten von Sensoren eingestellt. Ein effektiver Zielöffnungsbereich wird anhand einer Zieleinlassluftmenge, eines Umgebungsdruckes, eines Einlassrohrinnendruckes und einer Einlasslufttemperatur unter Verwendung einer Durchflussratenformel für einen drosselartigen Durchflussmesser berechnet. Eine Zieldrosselöffnung wird anhand einer Korrelations-Kennlinie berechnet. Eine aktuelle effektive Öffnungsfläche wird anhand der Einlassluftmenge, des Umgebungsdruckes, des Einlassrohrinnendruckes und der Einlasslufttemperatur unter Verwendung der zuvor genannten Durchflussratenformel berechnet, und eine Lerndrosselöffnung wird anhand der Korrelations-Kennlinie berechnet. Die Zieldrosselöffnung wird mit Hilfe eines Drosselöffnungslernwertes korrigiert, der anhand einer Abweichung zwischen der Zieldrosselöffnung und der Lerndrosselöffnung berechnet wird.



Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

1. Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Steuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor, die dazu geeignet ist, das Öffnen eines Drosselventils derart zu steuern, dass eine Zielmenge an Einlassluft erzielt wird.

2. Beschreibung des Standes der Technik

[0002] In den vergangenen Jahren wurde eine Steuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor vorgeschlagen, die eine sehr gute Fahrleistung unter Verwendung des Abtriebswellendrehmomentes des Verbrennungsmotors (nachfolgend auch einfach als Motor bezeichnet) als einen fahrer- oder fahrzeugseitig angeforderten Wert einer Antriebskraft, bei dem es sich um eine physikalische Größe handelt, die direkt auf die Steuerung des Fahrzeugs wirkt, und durch Bestimmen von Motorsteuergrößen in Form einer Luftmenge, einer Brennstoffmenge und eines Zündtaktes als ein Ausgangszielwert des Motors in Form des Abtriebswellendrehmomentes erzielt.

[0003] Ferner ist es allgemein bekannt, dass eine Steuergröße, die den größten Einfluss auf das Motorabtriebswellendrehmoment unter den Motorsteuergrößen hat, die Luftmenge ist, und es wurde auch eine Steuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor vorgeschlagen, die dazu geeignet ist, die Luftmenge mit einem hohen Genauigkeitsmaß zu steuern (siehe beispielsweise ein erstes Patentedokument: japanische Offenlegungsschrift Nr. H11-229904).

[0004] Gemäß dem zuvor genannten ersten Patentedokument wird in der Steuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor, die das Öffnen eines Drosselventils durch Antreiben eines Betätigungselementes, das in Verbindung mit dem Drosselventil vorgesehen ist, steuert, eine effektive Zieldrosselöffnungsfläche berechnet, indem eine Zieleinlassluftmenge, die einem Zielmotordrehmoment entspricht, in eine Öffnungsdurchflussratengleichung eingesetzt wird, die auf einem Differenzdruck über dem Drosselventil basiert, woraufhin eine Luftdurchflussfläche und eine spezifische Drosselöffnung eingestellt werden, um die berechnete effektive Zieldrosselöffnungsfläche zu erlangen.

[0005] Wenn die Drosselöffnung, welche die Zieleinlassluftmenge erzielt, durch Einsetzen in die Öffnungsdurchflussratengleichung berechnet wird, kann die Zieleinlassluftmenge entsprechend adäquat erreicht werden, selbst wenn sich eine Umgebungsbedingung, wie beispielsweise ein atmosphärischer Druck oder eine Einlasslufttemperatur, geändert hat, oder wenn eine Abgasrezirkulation (nachfolgend als "EGR" bezeichnet) zum Zuführen eines Abgases in ein Einlassrohr durchgeführt wird.

[0006] Bei der herkömmlichen Steuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor, beispielsweise im Fall des ersten Patentedokuments, wird in einem Drosselventil, dessen effektive Öffnungsfläche sich entsprechend dem Betriebszustand des Motors ändert, ein Durchflusskoeffizient, der die Form und die Öffnungsfläche des Drosselventils stark beeinflusst, anhand der Anzahl der Umdrehungen pro Minute des Motors und des Druckverhältnisses eines Einlassrohrinnendrucks (nachfolgend als ein "Einlassverteilerdruck" bezeichnet) und des atmosphärischen Druckes erzielt. Somit ist es schwer, den Durchflusskoeffizienten in einem Zustand genau einzustellen, in dem das Öffnungsmaß und eine effektive Fläche des Drosselventils nicht bestimmt sind.

[0007] Somit liegt das nachfolgend beschriebene Problem vor. Die effektive Zieldrosselöffnungsfläche der Zieleinlassluftmenge kann nicht genau berechnet werden, so dass eine Abweichung zwischen der Zieleinlassluftmenge und der aktuellen Einlassluftmenge entsteht, wobei, nebenbei bemerkt, viel Aufwand erforderlich ist, um den Strömungskoeffizienten zu erhalten, und dafür eine Kennlinie erstellt werden muss.

[0008] In Anbetracht dessen kann erwägt werden, dass die effektive Zieldrosselöffnungsfläche in der Form des Produktes der effektiven Drosselöffnungsfläche und des Strömungskoeffizienten berechnet wird, indem die Zieleinlassluftmenge in die Öffnungsdurchflussratengleichung eingesetzt wird, die auf dem Differenzdruck über dem Drosselventil basiert, wobei die Luftdurchflussfläche, der Durchflusskoeffizient und die Zieldrosselöffnung berechnet werden, indem die Relation zwischen der effektiven Öffnungsfläche und der Drosselöffnung verwendet wird, die vorab aufeinander angepasst wurden, so dass eine Drosselöffnung zum Erzielen der Zieleinlassluftmenge ohne Einstellen des Durchflusskoeffizienten berechnet wird. In diesem Fall besteht jedoch

das nachfolgende Problem. Selbst mit derselben Drosselöffnung entsteht eine Variation in Bezug auf die aktuelle Öffnungsfläche und/oder den Durchflusskoeffizienten, die auf Herstellungsschwankungen der einzelnen Drosselkörper und dergleichen zurückzuführen ist, weshalb sich die Einlassluftmenge in Abhängigkeit von den individuellen Drosselkörpern ändert.

[0009] Ferner findet eine Änderung in Bezug auf die berechnete effektive Öffnungsfläche aufgrund des Änderungs- und/oder Schätzungsfehlers verschiedener Sensorarten statt, die den Einlassverteilerdruck, den atmosphärischen Druck, die Einlasslufttemperatur und dergleichen messen. Somit besteht ein Problem dahingehend, dass eine Änderung in Bezug auf die aktuelle Einlassluftmenge hinsichtlich der Zieleinlassluftmenge aufgrund der Variation des Drosselkörpers und der verschiedenen Arten von Sensoren, verschiedenen Arten von Schätzungsfehlern, etc., entsteht.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0010] Die vorliegende Erfindung soll entsprechend die zuvor beschriebenen Probleme lösen, und es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Steuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor zu schaffen, welche die Relation zwischen einer effektiven Öffnungsfläche und einer Drosselöffnung derart erlernen und korrigieren kann, dass nach einem Berechnen einer Drosselöffnung zum Erzielen einer Zieleinlassluftmenge die Zieleinlassluftmenge in Bezug auf Variationen in dem Drosselkörper und auf verschiedene Sensoren oder verschiedene Arten von Schätzfehlern erzielt werden kann.

[0011] Unter Bezugnahme auf die zuvor genannte Aufgabe umfasst eine Steuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor gemäß der vorliegenden Erfindung: ein Drosselventil, das in einem Einlassdurchgang des Verbrennungsmotors angeordnet ist; einen Drosselöffnungssteuerabschnitt, der eine Einlassluftmenge, die dem Verbrennungsmotor zugeführt wird, variabel durch Ändern einer effektiven Öffnungsfläche des Einlassdurchgangs steuert, um somit eine Drosselöffnung des Drosselventils zu steuern; und einen Betriebszustandserfassungsabschnitt, der einen Betriebszustand des Verbrennungsmotors erfasst und einen Einlassluftmengenerfassungsabschnitt, der die Einlassluftmenge erfasst, die dem Verbrennungsmotor zugeführt wird, einen Umgebungsdruckerfassungsabschnitt, der den Druck an einer atmosphärischen Seite des Drosselventils als einen Umgebungsdruck erfasst, einen Einlassrohrinnendruck-Erfassungsabschnitt, der den Druck an der Verbrennungsmotorseite des Drosselventils als einen Einlassrohrinnendruck erfasst, und einen Einlasslufttemperatur-Erfassungsabschnitt aufweist, der eine Einlasstemperatur an einer atmosphärischen Seite des Drosselventils erfasst. Die Steuervorrichtung umfasst ferner: einen Zieleinlassluftmengen-Berechnungsabschnitt, der eine Zieleinlassluftmenge basierend auf dem Betriebszustand des Verbrennungsmotors berechnet; einen effektiven Zielöffnungsflächen-Berechnungsabschnitt, der eine effektive Zielöffnungsfläche des Drosselöffnungssteuerabschnitts durch Einsetzen der Zieleinlassluftmenge, des Umgebungsdruckes, des Einlassrohrinnendruckes und der Einlasslufttemperatur in eine Durchflussratengleichung für einen drosselartigen Durchflussmesser berechnet; einen Zieldrosselöffnungs-Berechnungsabschnitt, der eine Zieldrosselöffnung anhand der effektiven Zielöffnungsfläche unter Verwendung einer Korrelationskennlinie zwischen der effektiven Öffnungsfläche und der Drosselöffnung, die vorab aufeinander abgestimmt wurden, des Drosselöffnungssteuerabschnittes berechnet; einen Abschnitt zum Berechnen der aktuellen effektiven Öffnungsfläche, der eine aktuelle effektive Öffnungsfläche des Drosselöffnungssteuerabschnitts durch Einsetzen der Einlassluftmenge, des Umgebungsdruckes, des Einlassrohrinnendruckes und der Einlasslufttemperatur in die Durchflussratengleichung für einen drosselartigen Durchflussmesser berechnet; und einen lernenden Drosselöffnungsberechnungsabschnitt, der einen lernende Drosselöffnung anhand der aktuellen effektiven Öffnungsfläche unter Verwendung der Korrelationskennlinie berechnet. Der Drosselöffnungssteuerabschnitt umfasst einen Drosselöffnungslernwert-Berechnungsabschnitt, der einen Drosselöffnungslernwert basierend auf einer Abweichung zwischen der Zieldrosselöffnung und der Lerndrosselöffnung berechnet, und der Drosselöffnungssteuerabschnitt steuert die Drosselöffnung basierend auf einer korrigierten Lernzieldrosselöffnung, die erzielt wird, indem die Zieldrosselöffnung durch den Drosselöffnungslernwert korrigiert wird.

[0012] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine Abweichung in der Relation zwischen der effektiven Öffnungsfläche und der Drosselöffnung erlernt und basierend auf einer Abweichung zwischen der Zieleinlassluftmenge und der aktuellen Einlassluftmenge korrigiert, so dass, selbst wenn Variationen in Bezug auf den Drosselkörper und auf verschiedene Sensorarten oder verschiedene Schätzungsfehler auftreten, die Drosselöffnung derart gesteuert werden kann, dass die Einlassluftmenge mit der Zieleinlassluftmenge in angemessener Weise übereinstimmt.

[0013] Die zuvor genannten und andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden Fachleuten anhand der nachfolgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen der vorliegen-

den Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen deutlich.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0014] [Fig. 1](#) ist eine Konstruktionsansicht, die konzeptionell eine Steuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0015] [Fig. 2](#) ist ein Blockdiagramm, das die schematische Konfiguration der Steuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0016] [Fig. 3](#) ist ein funktionales Blockdiagramm, das einen Keil eines Drosselöffnungssteuerabschnitts gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0017] [Fig. 4](#) ist eine erläuternde Ansicht, die schematisch die Berechnungsbearbeitung eines Drosselöffnungslernwertes gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0018] [Fig. 5](#) ist ein funktionales Blockdiagramm, das schematisch einen Drosselöffnungslernwert-Berechnungsbearbeitungsteil des Drosselöffnungssteuerabschnitts gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0019] [Fig. 6](#) ist eine erläuternde Ansicht, welche die Relation der einzelnen Muster zwischen einer CA_t-TP-Kennlinie, die gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung angewendet wird, und einem aktuellen CA_t-TP zeigt.

[0020] [Fig. 7](#) ist ein funktionales Blockdiagramm, das schematisch einen Speicherbearbeitungsabschnitt für einen Langzeitlernwert gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0021] [Fig. 8](#) ist eine erläuternde Ansicht, die schematisch eine Speicherbearbeitung für den Langzeitlernwert gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0022] [Fig. 9](#) ist eine erläuternde Ansicht, die schematisch eine Monotonanstiegbearbeitung für den Langzeitlernwert gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0023] Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung genauer unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben.

Ausführungsform 1

[0024] Unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen und zunächst auf [Fig. 1](#) ist konzeptionell der Aufbau einer Steuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt, und [Fig. 2](#) ist ein Blockdiagramm, das den schematischen Aufbau eines Motorsteuerernteils der Steuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0025] In [Fig. 1](#) sind an einer stromaufwärtigen Seite eines Einlassdurchgangs, der ein Einlasssystem eines Motors **1** bildet, ein Luftdurchflusssensor **2**, der die Durchflussrate von Einlassluft Q_a , die in den Motor **1** gesaugt wird (nachfolgend als "Einlassluftmenge" bezeichnet) misst, und ein Einlasslufttemperatursensor **3**, der die Temperatur der Einlassluft T_o (nachfolgend als "die Einlasslufttemperatur" bezeichnet) misst, angeordnet.

[0026] Vorliegend sollte klar sein, dass der Einlasslufttemperatursensor **3** integral mit dem Luftdurchflusssensor **2** ausgebildet sein kann, oder dass er separat von dem Luftdurchflusssensor **2** ausgebildet sein kann. Ferner kann ein Element zum Schätzen der Einlasslufttemperatur T_o anhand anderer Sensorinformationen anstelle des Einlasslufttemperatursensors **3**, der die Einlasslufttemperatur T_o direkt misst, verwendet werden.

[0027] Bei dem Einlasssystem des Motors **1** ist an einer Motorseite stromabwärts des Luftdurchflusssensors **2** ein Drosselventil **4** angeordnet, das zum Öffnen und Schließen gesteuert werden kann, um die Lufteinlassmenge Q_a einzustellen.

- [0028]** Ein Drosselpositionssensor **5** zum Messen des Öffnungsmaßes TP des Drosselventils **4** (nachfolgend als eine Drosselöffnung TP bezeichnet) ist an dem Drosselventil **4** befestigt.
- [0029]** Ferner sind an der Motorseite stromabwärts des Drosselventils **4** ein Zwischenbehälter **6**, der zur Vergleichmäßigung des Druckes in einem Einlassrohr dient, und ein Einlassverteilerdrucksensor **7**, der den Druck in dem Zwischenbehälter **6** als ein Einlassrohrinnendruck (Einlassverteilerdruck) P_e misst, angeordnet.
- [0030]** Ferner ist an dem Zwischenbehälter **6** ein EGR-Ventil **8** angeschlossen, das zum Öffnen und Schließen eines EGR-Schlauches dient, der in Verbindung mit einem Auspuffrohr des Motors angeordnet ist.
- [0031]** Vorliegend sollte klar sein, dass anstelle des Einlassverteilerdrucksensors **7**, der den Einlassverteilerdruck P_e direkt misst, auch ein Element zum Schätzen des Einlassverteilerdruckes P_e anhand anderer Sensorinformationen vorgesehen sein kann.
- [0032]** Die Einlassluftmenge Q_a von dem Luftdurchflusssensor **2**, die Einlasslufttemperatur T_o (die Temperatur an einer atmosphärischen Seite des Drosselventils **4**) von dem Einlasslufttemperatursensor **3**, die Drosselöffnung TP von dem Drosselpositionssensor **5** und der Einlassverteilerdruck P_e von dem Verteilerdrucksensor **7** werden einer elektronischen Steuereinheit (nachfolgend als eine "ECU" bezeichnet) **9** als Informationen zugeführt, die den Betriebszustand des Motors **1** zusammen mit Erfassungssignalen von anderen, nicht dargestellten Sensoren anzeigen.
- [0033]** Die ECU **9** steuert die Drosselöffnung TP des Drosselventils **4** gemäß dem Ergebnis der Berechnung basierend auf dem Betriebszustand, um auf diese Weise die Einlassluftmenge Q_a einzustellen, und führt ferner Steuerungen durch, um ein Brennstoffeinspritzsystem und ein Zündsystem (nicht gezeigt) des Motors **1** in einem erforderlichen Takt anzutreiben, und um das EGR-Ventil **8** zu öffnen und zu schließen, um den Verbrennungszustand des Motors **1** zu verbessern.
- [0034]** In [Fig. 2](#) sind mit der ECU **9** verschiedene Arten von Sensoren **30** verbunden, die zusätzlich zu der zuvor genannten Gruppe von Sensoren **2, 3, 5, 7** einen Umgebungsdrucksensor **10**, etc. umfassen, der den Druck an einer atmosphärischen Seite des Drosselventils **4** als einen Umgebungsdruck P_o erfasst.
- [0035]** Die ECU **9** ist mit einer Eingabeschnittstelle (nachfolgend als eine "Eingabe-I/F" bezeichnet) **9a**, mit einer Verarbeitungseinheit **9b** und einer Ausgabeschnittstelle (nachfolgend als eine "Ausgabe-I/F" bezeichnet) **9c** versehen.
- [0036]** Die Eingabe-I/F **9a** nimmt die erfassten Informationen von der zuvor beschriebenen Sensorgruppe **2, 3, 5, 7**, den Umgebungsdruck P_o , der durch den Umgebungsdrucksensor **10** gemessen wurde, und die Erfassungssignale von den anderen Sensoren, die in den verschiedenen Arten von Sensoren **30** enthalten sind, auf und führt diese der Verarbeitungseinheit **9b** zu.
- [0037]** Vorliegend sollte klar sein, dass anstelle des Umgebungsdrucksensors **10**, der den Umgebungsdruck P_o direkt misst, ein Element zum Schätzen des Umgebungsdruckes P_o anhand anderer Sensorinformationen vorgesehen sein kann.
- [0038]** Die Verarbeitungseinheit **9b** in der ECU **9** umfasst einen Drosselöffnungssteuerabschnitt, der die Einlassluftmenge Q_a , die dem Motor **1** zugeführt werden soll, variabel steuert, indem die Drosselöffnung TP des Drosselventils **4** gesteuert wird, wodurch die effektive Öffnungsfläche des Einlassdurchgangs geändert wird.
- [0039]** Diesbezüglich berechnet die Verarbeitungseinheit **9b** zunächst ein Zielmoment des Motors **1** basierend auf den eingegebenen verschiedenen Daten (Motorbetriebszustand), und berechnet dann eine Zieleinlassluftmenge Q_a^* , um das berechnete Zielmoment zu erreichen.
- [0040]** Anschließend berechnet die Verarbeitungseinheit **9b** eine effektive Zielöffnungsfläche CA_t^* , um die Zieleinlassluftmenge Q_a^* zu erzielen, und berechnet ferner eine Zieldrosselöffnung (nachfolgend als eine "Zielöffnung" bezeichnet) TP^* , um die effektive Zielöffnungsfläche CA_t^* zu erzielen.
- [0041]** Zudem berechnet die Verarbeitungseinheit **9b** einen Steuerbefehlwert für das EGR-Ventil **8**, und berechnet auch Steuerbefehlwerte für andere Betätigungseinrichtungen (beispielsweise Einspritzeinrichtungen des Brennstoffeinspritzsystems, die in Brennkammern des Motors **1** angeordnet sind, Zündspulen des Zündsystems, etc.), die in verschiedenen Arten von Betätigungseinrichtungen **40** enthalten sind.

[0042] Schließlich gibt die Ausgabe-I/F **9c** in der ECU **9** Antriebssteuersignale basierend auf den Berechnungsergebnissen der ECU **9** an die verschiedenen Arten von Betätigungseinrichtungen **40** einschließlich des Drosselventils **4** und des EGR-Ventils **8** aus.

[0043] Auf diese Weise wird das Drosselventil derart gesteuert, dass die Drosselöffnung TP mit der Zielöffnung TP* übereinstimmt.

[0044] Nachfolgend wird auf die Berechnungsbearbeitung Bezug genommen, d.h. auf die Berechnung der Zielöffnung TP* zum Erzielen der Zieleinlassluftmenge Q_{a^*} , die durch den Berechnungsverarbeitungsteil **9b** in der ECU **9** einschließlich dem Drosselöffnungssteuerabschnitt ausgeführt wird, während auf ein funktionales Blockdiagramm in [Fig. 3](#) Bezug genommen wird.

[0045] In [Fig. 3](#) ist die Verarbeitungseinheit **9b** in der ECU **9** mit einem Zieleinlassluftmengen-Berechnungsabschnitt **90**, einem Abschnitt zum Berechnen der effektiven Zielöffnungsfläche **11**, einem Schallgeschwindigkeits-Berechnungsabschnitt **12**, einem Druckverhältnisberechnungsabschnitt **13**, einem dimensionslosen Durchflussraten-Berechnungsabschnitt **14** und einem Zielöffnungs-Berechnungsabschnitt **15** versehen.

[0046] Der Zieleinlassluftmengen-Berechnungsabschnitt **90** berechnet die Zieleinlassluftmenge Q_{a^*} , um das Zielmoment gemäß dem Betriebszustand des Motors **1** zu erzielen, und führt den berechneten Wert der Zieleinlassluftmenge Q_{a^*} dem Abschnitt zum Berechnen der effektiven Zielöffnungsfläche **11** zu.

[0047] Der Schallgeschwindigkeits-Berechnungsabschnitt **12** berechnet die Geschwindigkeit des Schalls a_0 in der Umgebung basierend auf der Einlasslufttemperatur T_0 und führt diese dem Abschnitt **11** zum Berechnen der effektiven Zielöffnungsfläche zu.

[0048] Der Druckverhältnisberechnungsabschnitt **13** ist in der Form eines Dividierers vorgesehen, der ein Druckverhältnis P_e/P_0 des Einlassverteilerdrucks P_e relativ zum Umgebungsdruck P_0 berechnet, und gibt den so berechneten Wert des Druckverhältnisses P_e/P_0 an den dimensionslosen Durchflussberechnungsabschnitt **14** weiter.

[0049] Der dimensionslose Durchflussraten-Berechnungsabschnitt **14** berechnet eine dimensionslose Durchflussrate σ basierend auf dem Druckverhältnis P_e/P_0 und führt diese dem Abschnitt **11** zum Berechnen der effektiven Zielöffnungsfläche zu.

[0050] Der Abschnitt **11** zum Berechnen der effektiven Zielöffnungsfläche berechnet die effektive Zielöffnungsfläche CA_{t^*} des Drosselventils **4** basierend auf der Zieleinlassluftmenge Q_{a^*} , der Schallgeschwindigkeit a_0 und der dimensionslosen Durchflussrate σ als Eingangsinformationen, und führt diese dem Zielöffnungsabschnitt **15** zu.

[0051] Der Zielöffnungsabschnitt **15** berechnet die Zielöffnung TP* gemäß der effektiven Zielöffnungsfläche CA_{t^*} unter Verwendung einer Korrespondenz- oder Korrelationskennlinie zwischen der effektiven Öffnungsfläche CA_t und der Drosselöffnung TP, die vorab aufeinander angepasst wurden (eine "CA_t-TP-Kennlinie", die nachfolgend noch beschrieben wird).

[0052] Der berechnete Werte der Zielöffnung TP* wird einem Abschnitt **20** zum Berechnen eines Lerngrundwertes und einem Abschnitt **23** zum Berechnen einer korrigierten Lernzieldrosselöffnung (die nachfolgend noch beschrieben werden) zugeführt.

[0053] Nachfolgend wird auf die spezifischen Berechnungsbearbeitungsfunktionen der einzelnen Berechnungsabschnitte **11** bis **15** in [Fig. 3](#) Bezug genommen.

[0054] Allgemein wird eine volumetrische Durchflussformel für einen drosselartigen Durchflussmesser durch die nachfolgende Gleichung (1) unter Verwendung der Einlassluftmenge Q_a (volumetrischer Durchfluss), der Schallgeschwindigkeit a_0 in der Umgebung, des Durchflusskoeffizienten C und der Öffnungsfläche A_t des Drosselventils **4**, des Einlassverteilerdruckes P_e , des Umgebungsdruckes P_0 und des Verhältnisses der spezifischen Wärme k repräsentiert.

$$Q_a = a_0 \cdot CA_t \cdot \sqrt{\frac{2}{k-1} \left[\left(\frac{P_e}{P_o} \right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{P_e}{P_o} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right]} \quad \dots (1)$$

[0055] Vorliegend ist die dimensionslose Durchflussrate σ , die durch den Abschnitt **14** zur Berechnung der dimensionslosen Durchflussrate berechnet wird, wie durch die nachfolgende Gleichung (2) gezeigt, definiert.

$$\sigma = \sqrt{\frac{2}{k-1} \left[\left(\frac{P_e}{P_o} \right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{P_e}{P_o} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right]} \quad \dots (2)$$

[0056] Die Einlassluftmenge Q kann durch die nachfolgende Gleichung (3) durch Einsetzen der Gleichung (2) in die Gleichung (1) ausgedrückt werden.

$$Q_a = a_0 \cdot CA_t \cdot \sigma \quad (3)$$

[0057] Vorliegend sollte klar sein, dass die Schallgeschwindigkeit a_0 in der Umgebung durch die nachfolgende Gleichung (4) unter Verwendung einer Gaskonstanten R und der Einlasslufttemperatur T_0 ausgedrückt wird.

$$a_0 = \sqrt{kRT_0} \quad \dots (4)$$

[0058] Ferner kann nach der Transformation der Gleichung (3) die effektive Öffnungsfläche CA_t , die durch das Produkt des Durchflusskoeffizienten C und der Öffnungsfläche A_t des Drosselventils **4** repräsentiert wird, durch die nachfolgende Gleichung (5) berechnet werden, wenn die Zieleinlassluftmenge Q_a^* , die zum Erzielen des Zielmoments erforderlich ist, die Schallgeschwindigkeit a_0 in der Umgebung und die dimensionslose Durchflussrate σ gegeben sind.

$$CA_t = \frac{Q_a}{a_0 \cdot \sigma} \quad \dots (5)$$

[0059] Entsprechend berechnet der Abschnitt **11** zum Berechnen der effektiven Zielöffnungsfläche in der ECU **9** die effektive Zielöffnungsfläche CA_t^* zum Erzielen der Zieleinlassluftmenge Q_a^* unter Verwendung der Gleichung (5) basierend auf der Zieleinlassluftmenge Q_a^* , der Schallgeschwindigkeit a_0 in der Umgebung und der dimensionslosen Durchflussrate σ .

[0060] Somit kann durch Berechnen der effektiven Zielöffnungsfläche CA_t^* basierend auf der volumetrischen Durchflussformel des drosselartigen Durchflussmessers, die durch die Gleichung (1) repräsentiert ist, die effektive Zielöffnungsfläche CA_t^* zum adäquaten Erzielen der Zieleinlassluftmenge Q_a^* berechnet werden, selbst wenn der Betriebszustand des Motors **1** aufgrund einer Änderung der Umgebungsbedingung, der Einführung des EGR (Öffnen des EGR-Ventils **8**) etc. geändert wird.

[0061] Jedoch stellt die Berechnung der Schallgeschwindigkeit a_0 in der Umgebung, die zur Berechnung der effektiven Zielöffnungsfläche CA_t^* unter Verwendung der Gleichung (4) in der ECU **9** erforderlich ist, eine große Berechnungslast dar und ist demnach nicht praktikabel.

[0062] Um entsprechend dem Berechnungsaufwand in der ECU **9** zu unterdrücken oder zu reduzieren, berechnet der Schallgeschwindigkeits-Berechnungsabschnitt **12** den theoretischen Wert der Schallgeschwindigkeit a_0 in der Umgebung vorab, speichert diesen als Kennliniendaten in Bezug auf die Einlasslufttemperatur T_0 und berechnet die Schallgeschwindigkeit a_0 in der Umgebung unter Verwendung der Einlasslufttemperatur T_0 , bevor die Berechnungsbearbeitung in dem Abschnitt **11** zum Berechnen der effektiven Zielöffnungsfläche stattfindet.

[0063] Ähnlich stellt die Berechnung der dimensionslosen Durchflussrate σ , die zur Berechnung der effektiven Zielöffnungsfläche CA_t^* in der ECU **9** unter Verwendung der Gleichung (2) erforderlich ist, einen enormen Berechnungsaufwand dar und ist demnach nicht praktikabel.

[0064] Um den Berechnungsaufwand in der ECU **9** entsprechend zu unterdrücken oder zu reduzieren, be-

rechnet der Abschnitt **14** zur Berechnen der dimensionslosen Durchflussrate den theoretischen Wert der dimensionslosen Durchflussrate σ vorab, speichert diesen als Kennliniendaten in Bezug auf das Druckverhältnis des Einlassverteilerdruckes P_e und des Umgebungsdruckes P_o und berechnet die dimensionslose Durchflussrate a unter Verwendung des Druckverhältnisse P_e/P_o des Einlassverteilerdruckes P_e und des Umgebungsdruckes P_o , die durch den Druckverhältnisberechnungsabschnitt **13** berechnet wurden, bevor die Berechnungsbearbeitung in dem Abschnitt **11** zur Berechnung der effektiven Zielöffnungsfläche stattfindet.

[0065] Jedoch ist allgemein bekannt, dass, wenn das Druckverhältnis P_e/P_o gleich oder kleiner als ein erster vorbestimmter Wert (etwa 0,528 im Falle von Luft) ist, die Durchflussrate von Luft, die durch das Drosselventil **4** strömt, in den nachfolgenden Fällen gesättigt ist (so genanntes Choking). Ferner ist es bekannt, dass, wenn ein solcher Choke auftritt, die dimensionslose Durchflussrate σ , die durch die Gleichung (2) berechnet wurde, ein definiter oder feststehender Wert wird.

[0066] Entsprechend umfasst der Druckverhältnisberechnungsabschnitt **13** einen Druckverhältnisfixierabschnitt (nicht gezeigt), der das Auftreten des Chokings durch festes Einstellen des Druckverhältnisses P_e/P_o auf den ersten vorbestimmten Wert handhabt, wenn das Druckverhältnis P_e/P_o gleich oder kleiner als der erste vorbestimmte Wert ist.

[0067] Vorliegend sollte klar sein, dass anstelle des festen Einstellens des Druckverhältnisses P_e/P_o auf den ersten vorbestimmten Wert in dem Druckverhältnisberechnungsabschnitt **13** der Kennlinienwert der dimensionslosen Durchflussrate σ , der dem Druckverhältnis P_e/P_o in dem Abschnitt **14** zur Berechnung der dimensionslosen Durchflussrate entspricht, auf den gleichen Wert wie im Falle des ersten vorbestimmten Wertes in einem Bereich eingestellt werden kann, in dem das Druckverhältnis P_e/P_o gleich oder kleiner als der erste vorbestimmte Wert ist.

[0068] Wenn andererseits das Druckverhältnis P_e/P_o gleich oder größer als ein bestimmter Wert wird, werden der Luftdurchflusssensor **2** und der Einlassverteilerdrucksensor **7** dem Einfluss des Pulsierens der Einlassluft ausgesetzt, so dass die Möglichkeit besteht, dass ein Fehler in dem gemessenen Wert der Einlassluftmenge Q_a in Bezug auf die aktuelle Einlassluftmenge auftritt. Nebenbei bemerkt, besteht ferner die Möglichkeit, dass die Berechnung der dimensionslosen Durchflussrate σ in dem großen Einfluss eines Messfehlers des Einlassverteilerdruckes P_e aufgrund des Pulsierens der Einlassluft ausgesetzt wird.

[0069] Wenn somit das Druckverhältnis P_e/P_o größer als der erste vorbestimmte Wert ist, unterdrückt der Druckverhältnisfixierabschnitt (nicht gezeigt) in dem Druckverhältnisberechnungsabschnitt **13** den Einfluss der pulsierenden Einlassluft, wodurch die Steuerbarkeit des Drosselventils **4** sichergestellt wird, indem das Druckverhältnis P_e/P_o als der erste vorbestimmte Wert gehandhabt wird.

[0070] Vorliegend sollte klar sein, dass anstelle des festen Einstellens des Druckverhältnisses P_e/P_o auf den ersten vorbestimmten Wert in dem Druckverhältnisberechnungsabschnitt **13** der Kennlinienwert der dimensionslosen Durchflussrate σ , der dem Druckverhältnis P_e/P_o in dem Abschnitt **14** zum Berechnen der dimensionslosen Durchflussrate entspricht, auf denselben Wert wie im Falle des ersten vorbestimmten Wertes in einem Bereich eingestellt werden kann, in dem das Druckverhältnis P_i/P_o gleich oder größer als der erste vorbestimmte Wert ist.

[0071] Daraufhin berechnet der Zielöffnungsberechnungsabschnitt **15** die Zielöffnung TP^* unter Verwendung der effektiven Zielöffnungsfläche CA_{t^*} , die mit Hilfe des Abschnitts **11** zum Berechnen der effektiven Zielöffnungsfläche berechnet wurde.

[0072] Zu diesem Zeitpunkt erhält der Zielöffnungsberechnungsabschnitt **15** vorab die Relation zwischen dem gemessenen Wert der Drosselöffnung TP und der effektiven Öffnungsfläche CA_t , die anhand dem gemessenen Wert der Einlassluftmenge Q_a gemäß Gleichung (5) berechnet wurde, speichert diese als zweidimensionale Kennlinie, bei der die effektive Öffnungsfläche CA_t Eins zu Eins miteinander korrespondieren, und berechnet die Zielöffnung TP^* entsprechend der effektiven Zielöffnungsfläche CA_{t^*} unter Verwendung dieser zweidimensionalen Kennlinie.

[0073] Auf diese Weise können die zweidimensionale Kennlinie der Drosselöffnung TP und die effektive Öffnungsfläche CA_t einfach bereitgestellt werden, weshalb es möglich ist, die Arbeitszeit zum Einstellen stark zu reduzieren.

[0074] Anschließend, nachdem das Drosselventil **4** derart gesteuert wurde, dass die durch den Zielöffnungs-

berechnungsabschnitt **15** berechnete Zielöffnung TP* erzielt wird, berechnet der Drosselöffnungssteuerabschnitt in der Verarbeitungseinheit **9b** den Drosselöffnungslernwert, um einen Fehler zwischen der Zieleinlassluftmenge Q_{a^*} und der aktuellen Einlassluftmenge Q_a , der aus den Variationen des Drosselkörpers und der verschiedenen Arten von Sensoren **30**, verschiedenen Schätzungsfehlern und dergleichen resultiert, zu verringern.

[0075] Nachfolgend wird insbesondere auf die Berechnungsbearbeitung für einen Drosselöffnungslernwert TPLRN gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung Bezug nehmend auf die [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) Bezug genommen.

[0076] [Fig. 4](#) ist eine erläuternde Ansicht, die schematisch die Berechnungsbearbeitung für den Drosselöffnungslernwert TPLRN zeigt, und [Fig. 5](#) ist ein funktionales Blockdiagramm, das schematisch eine periphere Konstruktion eines Drosselöffnungslernwert-Berechnungsbearbeitungsabschnitts **22** in dem Drosselöffnungssteuerabschnitt **17** zeigt.

[0077] In [Fig. 5](#) ist der Drosselöffnungssteuerabschnitt **17** in der Verarbeitungseinheit **9b** der ECU **9** mit einem Abschnitt **18** zum Berechnen der aktuellen effektiven Öffnungsfläche, einem Lerndrosselöffnungsberechnungsabschnitt (nachfolgend als ein "Lernöffnungsberechnungsabschnitt" bezeichnet) **19**, dem Lerngrundwertberechnungsabschnitt **20**, der mit dem Zielöffnungsberechnungsabschnitt **15** verbunden ist, einem Nachkorrekturintegrations-Verarbeitungsabschnitt **21**, der einen Lernbasiswert ΔTP integriert, dem Drosselöffnungslernwert-Berechnungsabschnitt **22** und dem Abschnitt **23** zum Berechnen der korrigierten Lernzieldrosselöffnung (nachfolgend als ein "Lernkorrekturzielöffnungs-Berechnungsabschnitt" bezeichnet) versehen.

[0078] Vorliegend sollte klar sein, dass die Konfiguration stromaufwärts des Zielöffnungsberechnungsabschnitts **15** dem zuvor beschriebenen (siehe [Fig. 3](#)) ähnelt, weshalb auf eine erneute Beschreibung verzichtet wird.

[0079] Der Abschnitt **18** zum Berechnen der aktuellen effektiven Öffnungsfläche berechnet eine aktuelle effektive Öffnungsfläche CA_{tr} des Drosselventils **4** gemäß dem Drosselöffnungssteuerabschnitt **17** basierend auf der aktuellen Einlassluftmenge Q_a , wenn das Drosselventil **4** auf die Zielöffnung TP* gesteuert wird.

[0080] Zu diesem Zeitpunkt berechnet der Abschnitt **18** zum Berechnen der aktuellen effektiven Öffnungsfläche die aktuelle effektive Öffnungsfläche CA_{tr} des Drosselöffnungssteuerabschnitts **17**, wie es durch die zuvor genannte Gleichung (5) gezeigt ist, indem die Einlassluftmenge Q_a , der Umgebungsdruck P_o , der Einlassverteilerdruck P_e und die Einlasslufttemperatur T_o in die Durchflussratenformel eines so genannten drosselartigen Durchflussmessers eingesetzt werden, und führt diese dem Lerndrosselöffnungsberechnungsabschnitt **19** zu.

[0081] Der Lerndrosselöffnungsberechnungsabschnitt **19** berechnet eine Lerndrosselöffnung TP_i (nachfolgend als eine "Lernöffnung" bezeichnet) anhand der aktuellen effektiven Öffnungsfläche CA_{tr} unter Verwendung einer Korrespondenz- oder Korrelationskennlinie zwischen der Drosselöffnung TP und der effektiven Öffnungsfläche CA_t , die vorab aufeinander angepasst wurden (nachfolgend als eine "CA_t-TP-Kennlinie" bezeichnet), und führt diese dem Lernbasiswert-Berechnungsabschnitt **20** zu.

[0082] Der Lernbasiswert-Berechnungsabschnitt **20** berechnet eine Abweichung ΔTP ($= TP^* - TP_i$) zwischen der Zielöffnung TP* und der Lernöffnung TP_i als Lernbasiswert, und führt diese dem Nachkorrekturintegrations-Verarbeitungsabschnitt **21** zu.

[0083] Der Nachkorrekturintegrations-Verarbeitungsabschnitt **21** integriert den Wert, der durch Multiplizieren des Lernbasiswertes ΔTP mit einem Korrekturfaktor K_c ($0 \leq K_c \leq 1$ in einer sequentiellen Art und Weise (oder durch Anwenden eines Filterprozesses auf den Lerngrundwert ΔTP) erzielt wurde, und führt einen Wert, der durch Entfernen einer plötzlichen Variation von dem Lernbasiswert ΔTP erzielt wurde, dem Drosselöffnungslernwert-Berechnungsabschnitt **22** zu.

[0084] Der Drosselöffnungslernwert-Berechnungsabschnitt **22** berechnet den Drosselöffnungslernwert TPLRN basierend auf dem Lernbasiswert ΔTP , der durch den Nach-Integrationsverarbeitungsabschnitt **21** erzielt wurde und leitet diesen an den Lernkorrekturzielöffnungs-Berechnungsabschnitt **23** weiter.

[0085] Der Lernkorrekturzielöffnungs-Berechnungsabschnitt **23** addiert den Drosselöffnungslernwert TPLRN und die Zielöffnung TP*, die durch den Zielöffnungsberechnungsabschnitt **15** berechnet wurde, miteinander, um eine Lernkorrekturzieldrosselöffnung (nachfolgend als eine "Lernkorrekturzielöffnung" bezeichnet) TPLRN*

zu berechnen.

[0086] Entsprechend berechnet der Drosselöffnungssteuerabschnitt **17** den Drosselöffnungslernwert TPLRN basierend auf dem Lerngrundwert ΔTP (Abweichung zwischen der Zielöffnung TP^* und der Lernöffnung TP_i) und steuert die Drosselöffnung TP unter Verwendung einer Lernkorrekturzielöffnung $TPLRN^*$, die erzielt wird, indem die Zielöffnung TP^* durch den Drosselöffnungslernwert TPLRN korrigiert wird.

[0087] Nachfolgend wird Bezug nehmend auf [Fig. 4](#) zusammen mit den [Fig. 3](#) und [Fig. 5](#) spezifisch auf die Lernfunktion des Drosselöffnungssteuerabschnitts **17** Bezug genommen.

[0088] Unter der Annahme, dass die effektive Öffnungsfläche CA_t und die Drosselöffnung TP Eins zu Eins miteinander korrespondieren, wird, wenn ein Fehler zwischen der Zieleinlassluftmenge Q_{a^*} und der aktuellen Einlassluftmenge Q_a vorliegt, auch ein Fehler zwischen der effektiven Zielöffnungsfläche CA_t^* , die anhand der Zieleinlassluftmenge Q_{a^*} durch den Abschnitt **11** zum Berechnen der effektiven Zielöffnungsfläche berechnet wurde, und der aktuellen effektiven Zielöffnungsfläche CA_{tr} vorliegen, die mit Hilfe des Abschnitts **18** zum Berechnen der aktuellen effektiven Öffnungsfläche durch Einsetzen des Wertes der Einlassluftmenge Q_a in die Gleichung (5) erzielt wird.

[0089] Wenn beispielsweise ein Fall betrachtet wird, in dem, wie es in [Fig. 4](#) gezeigt ist, ein Fehler zwischen der CA_t - TP -Kennlinie zur Steuerung (siehe die gestrichelte Linie) und einer aktuellen Beziehung zwischen der effektiven Öffnungsfläche CA_t und der Drosselöffnung TP (nachfolgend als eine "aktuelle CA_t - TP -Relation" bezeichnet) (siehe durchgezogene Linie), die geschätzt werden, vorhanden ist, während die Variation des Drosselkörpers des derzeit zu steuernden Motors **1** und die Variationen der verschiedenen Arten von Sensoren **30** beinhaltet sind, die zum Messen des Einlassverteilerdrucks P_e , des Umgebungsdrucks P_o , der Einlasslufttemperatur T_o usw. dienen.

[0090] Zunächst berechnet der Abschnitt **11** zum Berechnen der effektiven Zielöffnungsfläche die effektive Zielöffnungsfläche CA_t^* anhand der Zieleinlassluftmenge Q_{a^*} , wie es zuvor beschrieben wurde, und der Zielöffnungsberechnungsabschnitt **15** berechnet die Zielöffnung TP^* anhand der vorangepassten CA_t - TP -Kennlinie (siehe gestrichelte Linie in [Fig. 4](#)) unter Verwendung der effektiven Zielöffnungsfläche CA_t^* .

[0091] Die Beziehung zwischen der effektiven Zielöffnungsfläche CA_t^* und der Zielöffnung TP , die zu diesem Zeitpunkt berechnet wird, ist an einem Punkt a in der CA_t - TP -Kennlinie in [Fig. 4](#) dargestellt.

[0092] Wenn jedoch ein Fehler zwischen der CA_t - TP -Kennlinie (gestrichelte Linie) und der aktuellen CA_t - TP -Relation (durchgezogene Linie) vorliegt, wie es in [Fig. 4](#) dargestellt ist, unterscheidet sich die effektive Öffnungsfläche CA_{tr} an dem Punkt b auf der aktuellen CA_t - TP -Relation (durchgezogene Linie), die der Zielöffnung TP^* entspricht, von der effektiven Zielöffnungsfläche CA_t^* , so dass die aktuelle Einlassluftmenge Q_a , die erzielt wird, wenn die Drosselöffnung TP auf die Zielöffnung TP^* gesteuert wird, nicht mit der Zieleinlassluftmenge Q_{a^*} übereinstimmt.

[0093] Um entsprechend einen Lernwert zur Korrektur dieses Fehlers zu berechnen, berechnet der Abschnitt **18** zum Berechnen der aktuellen effektiven Öffnungsfläche zunächst die aktuelle effektive Öffnungsfläche CA_{tr} basierend auf der aktuellen Einlassluftmenge Q_a , die zu dem Zeitpunkt gemessen wird, wenn das Drosselventil **4** in Bezug auf die Zielöffnung TP^* gesteuert wird.

[0094] Die Relation zwischen der aktuellen effektiven Öffnungsfläche CA_{tr} , die mit Hilfe des Abschnitts **18** zum Berechnen der aktuellen effektiven Öffnungsfläche berechnet wurde, und der Zielöffnung TP^* ist am Punkt b auf einer Kurve der aktuellen CA_t - TP -Beziehung (durchgezogene Linie) in [Fig. 4](#) gezeigt.

[0095] Um in [Fig. 4](#) die effektive Zielöffnungsfläche CA_t^* (die Zieleinlassluftmenge Q_{a^*}) zu erzielen, ist es erforderlich, die Drosselöffnung TP zum Punkt d auf der Kurve der aktuellen CA_t - TP -Relation (durchgezogene Linie) zu steuern, weshalb es erforderlich ist, eine Differenz zwischen dem Punkt a und dem Punkt d als einen Lernwert zu berechnen.

[0096] Unter der Annahme, dass die CA_t - TP -Kennlinie (gestrichelte Linie) und die aktuelle CA_t - TP -Relation (durchgezogene Linie) im Wesentlichen in einer parallelen Beziehung zueinander angeordnet sind, wie es in [Fig. 4](#) gezeigt ist, berechnet der Lernöffnungsberechnungsabschnitt **19** zu diesem Zeitpunkt die Lernöffnung TP_i unter Verwendung der CA_t - TP -Kennlinie (gestrichelte Linie) basierend auf der aktuellen effektiven Öffnungsfläche CA_{tr} , wie anhand der Einlassluftmenge Q_a berechnet wird, die erzielt wird, wenn das Drosselventil

4 in Bezug auf die Zielöffnung TP^* gesteuert wird.

[0097] Die Relation zwischen der Lernöffnung TP_i , die so berechnet wurde, und der aktuellen effektiven Öffnungsfläche CA_{tr} ist am Punkt c auf der CAT-TP-Kennlinie in [Fig. 4](#) angezeigt.

[0098] Entsprechend berechnet der Lernbasiswert-Berechnungsabschnitt **22** den Lernbasiswert ΔTP unter der Voraussetzung, dass die Drosselöffnungsabweichung $\Delta TP (= TP^* - TP_i)$ zwischen der Zielöffnung TP^* und der Lernöffnung TP_i , die als eine Differenz zwischen dem Punkt b und dem Punkt c gezeigt ist, im Wesentlichen dem Lernbasiswert zwischen dem Punkt a und dem Punkt d entspricht.

[0099] Der Lernbasiswert ΔTP , der mit Hilfe des Lernbasiswert-Berechnungsabschnitts **22** berechnet wurde, umfasst eine sofortige Variation, so dass der Nachkorrekturintegrations-Verarbeitungsabschnitt **21** sequentiell den Wert integriert, der durch Multiplizieren des Lernbasiswerts ΔTP mit dem Korrekturfaktor K_c (oder durch Anwenden einer Filterverarbeitung) erzielt wird, woraufhin der Drosselöffnungslernwert-Berechnungsabschnitt **22** den Drosselöffnungslernwert $TPLRN$ berechnet.

[0100] Schließlich addiert der Lernkorrekturzielöffnungs-Berechnungsabschnitt **23** den Drosselöffnungslernwert $TPLRN$ zu der Zielöffnung TP^* , um die Lernkorrekturzielöffnung $TPLRN^*$ zu berechnen.

[0101] Anschließend verringert der Drosselöffnungssteuerabschnitt **17** durch Steuern der Drosselöffnung TP unter Verwendung der Lernkorrekturzielöffnung $TPLRN^*$ einen Fehler oder eine Differenz zwischen der Zieleinlassluftmenge Q_{a^*} und der Einlassluftmenge Q_a .

[0102] Entsprechend ist es möglich, die Relation zwischen der effektiven Öffnungsfläche CA_t und der Drosselöffnung TP derart zu erlernen und zu korrigieren, dass nach der Berechnung der Drosselöffnung TP zum Erzielen der Zieleinlassluftmenge Q_{a^*} die Zieleinlassluftmenge Q_a unter Berücksichtigung der Variationen in dem Drosselkörper und der verschiedenen Sensoren oder verschiedenen Arten von Schätzungsfehlern angemessen zu erzielen.

[0103] Wenn ein Fehler oder eine Differenz zwischen der CA_t - TP -Kennlinie (gestrichelte Linie) und der aktuellen CA_t - TP -Relation (durchgezogene Linie) eine im Wesentlichen konstante oder feste (im Wesentlichen parallele) Beziehung ist, ist es zu diesem Zeitpunkt möglich, das Drosselventil **4** in dem gesamten Operationsbereich des Motors **1** adäquat zu steuern, selbst wenn der Drosselöffnungslernwert $TPLRN$ unabhängig für die Rückführsteuerung verwendet wird.

[0104] Obwohl in der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform nicht gesondert darauf Bezug genommen wurde, besteht in einem Fall, wie beispielsweise in [Fig. 6](#) gezeigt ist, in dem die CA_t - TP -Kennlinie (siehe gestrichelte Linie) die aktuelle CA_t - TP -Relation (siehe durchgezogene Linie) schneidet, oder indem ein Fehler der CA_t - TP -Kennlinie (siehe die Punktstrichlinie) in Bezug auf die aktuelle CA_t - TP -Relation nicht konstant (parallel) ist, eine Möglichkeit, dass Probleme, wie beispielsweise eine Anschlussverzögerung, ein Überspringen, etc., zu einem Zeitpunkt einer Übergangsoperation auftreten, wenn der Drosselöffnungslernwert $TPLRN$ unabhängig verwendet wird.

[0105] Um den Fall zu handhaben, bei dem die CA_t - TP -Kennlinien (siehe Strichpunktlinie) in Bezug auf die aktuelle CA_t - TP -Beziehung (durchgezogene Linie) (siehe [Fig. 6](#)) nicht konstant sind, ist es entsprechend wünschenswert, dass, wie es in [Fig. 7](#) gezeigt ist, ein Drosselöffnungslernwertverteilerabschnitt **24** vorgesehen wird, der stromabwärts des Drosselöffnungslernwert-Berechnungsabschnitts **22** angeordnet ist, um den Drosselöffnungslernwert $TPLRN$ an einen Echtzeitlernwert TPR , der für eine Rückführsteuerung verwendet werden soll, und an einen Langzeitlernwert TPL zu verteilen, der in individuellen Lernbereichen entsprechend Bereichen einer CA_t -Achse (die Abszissenachse in den [Fig. 4](#) und [Fig. 6](#)) der CA_t - TP -Kennlinie gespeichert wird.

[0106] Das Ergebnis kann die Summe eines Wertes auf der CA_t - TP -Kennlinie und des Langzeitlernwertes TPL nahe an die aktuelle CA_t - TP -Relation angenähert werden. Ferner kann ein augenblicklicher Fehler durch die Rückführsteuerung zusammen mit der Verwendung des Echtzeitlernwertes TPR absorbiert werden.

[0107] Nachfolgend wird besonders auf eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Berücksichtigung der erläuternden Ansichten in den [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) zusammen mit einem funktionalen Blockdiagramm in [Fig. 7](#) Bezug genommen.

[0108] In [Fig. 7](#) umfasst ein Drosselöffnungssteuerabschnitt **17A** gemäß der zweiten Ausführungsform der

vorliegenden Erfindung den Drosselöffnungslernwert-Verteilerabschnitt **24**, der mit dem Drosselöffnungslernwert-Berechnungsabschnitt **22** verbunden ist, einen Echtzeitlernwert-Berechnungsabschnitt **25**, der mit dem Drosselöffnungslernwert-Verteilerabschnitt **24** über einen Schaltabschnitt **24a** verbunden ist, einen Langzeitlernwert-Berechnungsabschnitt **26**, der mit dem Drosselöffnungslernwert-Verteilerabschnitt **24** über einen Schaltabschnitt **24b** verbunden ist, einen Monotonanstiegverarbeitungsabschnitt **27**, der mit dem Langzeitlernwert-Berechnungsabschnitt **26** verbunden ist, einen Langzeitlernwertspeicherabschnitt **28**, der mit dem Monotonanstiegverarbeitungsabschnitt **27** verbunden ist, und einem Korrekturdrosselöffnungslernwert-Berechnungsabschnitt **29** (nachfolgend als ein "Korrekturöffnungslernwert-Berechnungsabschnitt" bezeichnet), der mit dem Echtzeitlernwert-Berechnungsabschnitt **25** und mit dem Langzeitlernwertspeicherabschnitt **28** verbunden ist.

[0109] Vorliegend sollte klar sein, dass die Konfiguration stromaufwärts des Drosselöffnungslernwert-Berechnungsabschnitts **22** dem zuvor beschriebenen ähnelt (siehe [Fig. 5](#)), weshalb auf eine erneute Beschreibung verzichtet wird.

[0110] In diesem Fall wird der Drosselöffnungslernwert TPLRN zumindest entweder an den Echtzeitlernwert TPR, der in Echtzeit aktualisiert wird, oder an den Langzeitlernwert TPL, der den individuellen Lernbereichen gemäß der effektiven Öffnungsflächenachse (CA_t-Achse) der CA_t-TP-Kennlinie entspricht, verteilt und in diesem gespeichert.

[0111] Ebenso wird der Langzeitlernwert TPL wenigstens entweder in einem Lernbereich, welcher der effektiven Zielöffnungsfläche CA_t* entspricht, oder in einem Lernbereich, welcher der aktuellen effektiven Öffnungsfläche CA_{tr} entspricht, gespeichert.

[0112] Zunächst verteilt der Drosselöffnungslernwert-Verteilerabschnitt **24** den Drosselöffnungslernwert TPLRN an den Echtzeitlernwert TPR und den Langzeitlernwert TPL in einem vorbestimmten Verhältnis.

[0113] Der Schaltabschnitt **24a** gibt den Wert "0" in den Echtzeitlernwert-Berechnungsabschnitt **25** ein, wenn eine vorbestimmte Reset-Bedingung vorliegt, und gibt den letzten Echtzeitlernwert TPR($n - 1$) in den Echtzeitlernwert-Berechnungsabschnitt **25** ein, wenn eine vorbestimmte Aktualisierungssperrbedingung vorliegt, wohingegen der Schaltabschnitt **24a** den aktuellen Drosselöffnungslernwert TPLRN in den Echtzeitlernwert-Berechnungsabschnitt **25** eingibt, wenn die Reset-Bedingung und die Aktualisierungssperrbedingung des Echtzeitlernwertes TPR nicht vorliegen.

[0114] Wenn die Reset-Bedingung und die Aktualisierungssperrbedingung (die nachfolgend noch beschrieben werden) des Echtzeitlernwertes TPR nicht vorliegen, berechnet der Echtzeitlernwert-Berechnungsabschnitt **25** entsprechend einen Endechtzeitlernwert TPR basierend auf dem Drosselöffnungslernwert TPLRN.

[0115] Der Schaltabschnitt **24b** gibt den letzten Langzeitlernwert TPL($n - 1$) in den Langzeitlernwert-Berechnungsabschnitt **26** ein, wenn die vorbestimmte Aktualisierungssperrbedingung vorliegt, und gibt den aktuellen Drosselöffnungslernwert TPLRN in den Langzeitlernwert-Berechnungsabschnitt **26** ein, wenn die Aktualisierungssperrbedingung des Langzeitlernwertes TPL nicht vorliegt.

[0116] Wenn die Aktualisierungssperrbedingung des Langzeitlernwertes TPL nicht vorliegt, berechnet der Endlangzeitlernwert-Berechnungsabschnitt **26** einen Endlangzeitlernwert TPL für jeden der Lernbereiche gemäß den Bereichen der CA_t-Achse der CA_t-TP-Kennlinie basierend auf dem Drosselöffnungslernwert TPLRN.

[0117] Vorliegend sollte klar sein, dass als ein konkretes Beispiel der Aktualisierungssperrbedingung in den Schaltabschnitten **24a**, **24b** die Aktualisierungen des Echtzeitlernwertes TPR und des Langzeitlernwertes TPL verhindert werden können, wenn das Druckverhältnis P_e/P_o des Einlassverteilerdruckes P_e (der Einlassrohrinnendruck) zum Umgebungsdruck P_o einen Wert anzeigt, der gleich oder größer als ein erster vorbestimmter Wert ist.

[0118] Ferner kann als ein konkretes Beispiel der Reset-Bedingung in dem Schaltabschnitt **24a** der Echtzeitlernwert TPR in einer Periode zurückgesetzt werden, in der die Zeit, die verstrichen ist, nachdem die Zeitänderungsrate dQ_a^*/dt der Zieleinlassluftmenge Q_a^* einen zweiten vorbestimmten Wert oder mehr erreicht hat, einen Wert anzeigt, der gleich oder geringer als ein dritter vorbestimmter Wert ist. Diese Bedingung wird gleichzeitig als die Aktualisierungssperrbedingung des Langzeitlernwertes TPL verwendet.

[0119] Der Monotonanstiegverarbeitungsabschnitt **27** begrenzt den Langzeitlernwert TPL derart, dass die

CAt-TP-Kennlinie und die aktuelle CAt-TP-Relation (die Relation zwischen der effektiven Öffnungsfläche CAt und der Drosselöffnung TP des Drosselöffnungssteuerabschnitts **17A**), nachdem sie durch Addition des Langzeitlernwertes TPL korrigiert wurden, monoton steigen.

[0120] Der Langzeitlernwertspeicherabschnitt **28** speichert den Langzeitlernwert TPL über den Monotonanstiegverarbeitungsabschnitt **27**.

[0121] Der Korrekturöffnungslernwert-Berechnungsabschnitt **29** hat die Form eines Additionsabschnittes, der dazu dient, den Echtzeitlernwert TPR und den Langzeitlernwert TPL zu addieren, und führt das Ergebnis der Addition dem Lernkorrekturzielöffnungs-Berechnungsabschnitt **23** als einen Korrekturdrosselöffnungslernwert TPLRN_i zu (nachfolgend als ein "Korrekturöffnungslernwert" bezeichnet).

[0122] Der Langzeitlernwertspeicherabschnitt **28** in dem Drosselöffnungssteuerabschnitt **17A** dient als ein Backup-Speicher. Das bedeutet, wenn der Motor **1** angehalten oder wenn die Energiezufuhr für die Steuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor abgeschaltet wird, der Echtzeitlernwert TPR zurückgesetzt wird, und dass der Langzeitlernwert TPL in dem Langzeitlernwertspeicher **28** (Backup-Speicher) gehalten wird.

[0123] Ferner wird die Aktualisierung des Echtzeitlernwertes TPR in einer Zeitperiode verhindert, in der die Zeit, die nach dem Starten des Motors **1** verstrichen ist, einen Wert innerhalb eines vierten vorbestimmten Wertes anzeigt, und die Aktualisierung des Langzeitlernwertes TPL wird in einer zweiten Periode verhindert, in der die Zeit, die nach dem Start des Motors **1** verstrichen ist, einen Wert anzeigt, der gleich dem oder größer als der vierte vorbestimmte Wert ist und sich innerhalb eines fünften vorbestimmten Wertes befindet.

[0124] Wenn die Anzahl von Umdrehungen pro Minute des Motors **1** einen Wert anzeigt, der geringer als ein oder gleich einem sechsten vorbestimmten Wert ist, der geringer als eine Zielumdrehungsanzahl pro Minute des Motors **1** während des Leerlaufs ist, wird ferner die Aktualisierung des Langzeitlernwertes TPL verhindert.

[0125] Nachfolgend wird die Berechnungsverarbeitung des Langzeitlernwertes TPL in jedem Lernbereich gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die in [Fig. 7](#) gezeigt ist, unter Bezugnahme auf die [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) zusammen mit [Fig. 4](#) beschrieben.

[0126] Die [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) sind erläuternde Ansichten, die schematisch die Speicherverarbeitung und die Monotonanstiegverarbeitung für den Langzeitlernwert gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigen.

[0127] In [Fig. 4](#), wie zuvor beschrieben wurde, berechnet der Drosselöffnungslernwert TPLRN eine Differenz ΔTP zwischen dem Punkt b und dem Punkt c (eine Drosselöffnungsabweichung zwischen der Zielöffnung TP und der Lernöffnung TP_i) als einen Lernbasiswert, und verwendet den Lernbasiswert ΔTP als einen Lernwert zwischen dem Punkt a und dem Punkt d.

[0128] Vorliegend wird nun der Fall betrachtet, in dem der Drosselöffnungslernwert TPLRN an Lernbereiche gemäß einer Eins-zu-Eins-Verteilung beispielsweise in Bezug auf die CAt-Achse der CAt-TP-Kennlinie verteilt und gespeichert wird.

[0129] Zu diesem Zeitpunkt, wie es in [Fig. 8](#) gezeigt ist, kann der Langzeitlernwert TPL entweder in einem Lernbereich, welcher der CAt-Achse vor und nach der effektiven Zielöffnungsfläche CAt* entspricht, oder in einem Lernbereich gespeichert werden, welcher der CAt-Achse vor oder nach der aktuellen effektiven Öffnungsfläche CAttr entspricht.

[0130] Vorliegend sollte klar sein, dass der Langzeitlernwert TPL, der in einem Lernbereich gespeichert wird, welcher der CAt-Achse entspricht, berechnet wird, indem ein vorbestimmter Wert zu dem letzten Langzeitlernwert TPL(n - 1) addiert wird, oder indem ein Wert, der einem Verhältnis von Abständen zwischen den CAt-Achsen vor und nach der effektiven Zielöffnungsfläche CAt* und der aktuellen effektiven Öffnungsfläche CAttr entspricht, zu dem letzten Langzeitlernwert TPL(n - 1) addiert wird.

[0131] Wenn der Langzeitlernwert TPL sowohl mit der effektiven Zielöffnungsfläche CAt* als auch mit der aktuellen effektiven Öffnungsfläche CAttr gespeichert wird, kann ferner die Konvergenzzeit des Langzeitlernwertes TPL verkürzt werden.

[0132] In einem Fall, in dem der Langzeitlernwert TPL auf diese Weise berechnet wird, liegt die lernbare Be-

dingung nur vor, wo die Aktualisierungssperrbedingung nicht gilt (was nachfolgend noch beschrieben wird), so dass die Durchführung eines aktuellen Lernens nur auf einen Bereich begrenzt ist, in dem regulär eine Operation mit stabilem Zustand verwendet wird.

[0133] Allgemein stehen die Drosselöffnung TP und die Einlassluftmenge Qa in einer monoton ansteigenden Beziehung, so dass die effektive Öffnungsfläche CA_t und die Drosselöffnung TP in einer monoton ansteigenden Beziehung stehen sollten.

[0134] Wenn jedoch ein Lernen lokal durchgeführt wird, wie es durch die gestrichelte Linie und den gestrichelten Rahmen in [Fig. 9](#) gezeigt ist, kann es vorkommen, dass die Summe des Wertes der CA_t-TP-Kennlinie (durchgezogene Linie) und des Langzeitlernwertes TPL (gestrichelte Linie) nicht monoton steigend ist.

[0135] In diesem Fall verringert sich beispielsweise die Lernkorrekturzielöffnung TPLRN* trotz der ansteigenden Zieleinlassluftmenge Qa*, so dass Probleme entstehen, wie beispielsweise eine Reduzierung der Ausgangsleistung des Motors **1**, ein fehlerhaftes Lernen des Drosselöffnungslernwertes TPLRN etc.

[0136] Entsprechend führt der Monotonanstiegverarbeitungsabschnitt **27** die Verarbeitung durch, einen vorbestimmten Wert zu dem Langzeitlernwert TPL zu addieren, wodurch der Langzeitlernwert TPL derart limitiert wird, dass die Summe des Wertes der CA_t-TP-Kennlinie (durchgezogene Linie) und des Langzeitlernwertes TPL (gestrichelte Linie) monoton steigend werden, wie es anhand einer gestrichelten Linie und eines gestrichelten Rahmens in [Fig. 9](#) gezeigt ist. Auf diese Weise können das fehlerhafte Lernen und eine Fehlfunktion des Drosselöffnungslernwertes TPLRN verhindert werden.

[0137] Nachfolgend wird die Monotonanstiegverarbeitung gemäß dem Monotonanstiegverarbeitungsabschnitt **27** beschrieben.

[0138] Zuerst wird der Langzeitlernwert, der derzeit gelernt wird, unter Verwendung einer CA_t-Achsenanzahl n auf TPL(n) eingestellt, und der Bereich, der für die CA_t-Achsenanzahl n (die derzeit gelernt wird) genommen werden kann, wird auf " $1 \leq n \leq \text{CA}_t\text{-Achsenanzahl}$ " eingestellt.

[0139] Vorliegend kann der Langzeitlernwert TPL nach der monoton ansteigenden Korrektur berechnet werden, indem die Berechnung der nachfolgenden Gleichung (6) für einen Langzeitlernwert TPL(m + 1 + i) wiederholt wird, der in einem Bereich vorliegt, in dem die CA_t-Achsenanzahl n von diesem größer als ein vorbestimmter Wert m ist.

$$\begin{aligned} & \text{TPL}(m + 1 + i) \\ & = \max\{\text{CA}_t\text{-Kennlinienwert}(m + i) + \text{TPL}(m + i) + \text{vorbestimmter Wert}, \text{CA}_t\text{-Kennlinienwert}(m + 1 + i) + \text{TPL}(m + 1 + i)\} - \text{CA}_t\text{-Kennlinienwert}(m + 1 + i) \end{aligned} \quad (6)$$

wobei die Variable i schrittweise von "0" auf "CA_t-Achsenanzahl – (m + 1)" zum Zeitpunkt der Wiederholung der Berechnung zunimmt.

[0140] Andererseits kann ein Langzeitlernwert TPL(m – 1 – i), der in einem Bereich liegt, in dem die CA_t-Achsenanzahl n von diesem kleiner als der vorbestimmte Wert m ist, berechnet werden, indem die Berechnung der nachfolgenden Gleichung (7) wiederholt wird.

$$\begin{aligned} & \text{TPL}(m - 1 - i) \\ & = \min\{\text{CA}_t\text{-Kennlinienwert}(m - j) + \text{TPL}(m - j) - \text{vorbestimmter Wert}, \text{CA}_t\text{-Kennlinienwert}(m - 1 - j) + \text{TPL}(m - 1 - j)\} - \text{CA}_t\text{-Kennlinienwert}(m - 1 - j) \end{aligned} \quad (7)$$

wobei eine Variable j schrittweise von "0" auf "m – 2" zum Zeitpunkt der Wiederholung der Berechnung ansteigt.

[0141] Nach der Durchführung der Berechnungen der zuvor genannten Gleichungen (6), (7) speichert der Langzeitlernwert-Speicherabschnitt **28** einen Endlangzeitlernwert TPL in jedem Lernbereich.

[0142] Wie in [Fig. 7](#) gezeigt ist, addiert der Korrekturöffnungslernwert-Berechnungsabschnitt **29** in einem Fall, in dem der Drosselöffnungslernwert TPLRN an den Echtzeitlernwert TPR und an den Langzeitlernwert TPL, der dann gespeichert wird, verteilt wird, den Echtzeitlernwert TPR und den Langzeitlernwert TPL gemäß

einem Motorbetriebsbereich miteinander, um auf diese Weise einen Korrekturöffnungslernwert $TPLRN_i$ zu berechnen, und führt diesem dem Lernkorrekturzielöffnungs-Berechnungsabschnitt **23** zu.

[0143] Der Lernkorrekturzielöffnungs-Berechnungsabschnitt **23** berechnet entsprechend die Lernkorrekturzielöffnung $TPLRN^*$ ($= TPLRN_i + TP^*$) unter Verwendung des Korrekturöffnungslernwertes $TPLRN_i$ anstelle des Drosselöffnungslernwertes $TPLRN$.

[0144] Wie es zuvor beschrieben wurde, wird die Berechnung des Drosselöffnungslernwertes des $TPLRN$ durchgeführt, wobei gleichzeitig die Berechnung und das Speichern des Langzeitlernwertes TPL basierend auf dem Drosselöffnungslernwert $TPLRN$ erfolgt, wobei jedoch eine Lernverarbeitung nicht in sämtlichen Operationsbereichen durchgeführt werden kann, weshalb eine Lernsperrverarbeitung erforderlich ist.

[0145] Nachfolgend wird eine Lernsperrbedingung gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung genauer beschrieben.

[0146] Wie es zuvor beschrieben wurde, wird der Luftdurchflusssensor **2** der Pulsierung der Einlassluft ausgesetzt, wenn das Druckverhältnis P_e/P_o des Einlassverteilerdruckes P_e zum Umgebungsdruck P_o in einem gewissen Maße ansteigt. Entsprechend kann ein Fehler zwischen einer aktuellen Einlassluftmenge und einer gemessenen Einlassluftmenge auftreten, so dass in einem derartigen Operationsbereich der Drosselöffnungslernwert $TPLRN$ nicht ordnungsgemäß berechnet werden kann.

[0147] Wenn das Druckverhältnis P_e/P_o einen Wert anzeigt, der gleich dem oder größer als der zuvor beschriebene erste vorbestimmte Wert ist, wählen die Schaltabschnitte **24a**, **24b** entsprechend dem letzten Echtzeitlernwert $TPR(n-1)$ und dem letzten Langzeitlernwert $TPL(n-1)$ aus und verhindern die Aktualisierungen des Echtzeitlernwertes TPR und des Langzeitlernwertes TPL . Somit kann das fehlerhafte Lernen der Drosselöffnung TP aufgrund des Einflusses der pulsierenden Einlassluft verhindert werden.

[0148] Wenn die Zieleinlassluftmenge Q_a^* während der Übergangoperation oder dergleichen plötzlich geändert wird, ist ferner eine bestimmte Zeit bis zu der Zeit erforderlich, zu der die Einlassluftmenge Q_a auf die Änderung der Zieleinlassluftmenge Q_a^* reagiert, was auf die Berechnungszeitverzögerung bis zum Abschluss der Berechnung der Zielöffnung TP^* , die Antwortverzögerung, bis die Drosselöffnung TP an der Zielöffnung TP^* ankommt, die Antwortverzögerung, bis die Durchflussgeschwindigkeit nahe des Luftdurchflusssensors **2** aufgrund der Änderung der Drosselöffnung geändert ist, die Antwortverzögerung des Luftdurchflusssensors **2** selbst, etc. zurückzuführen ist.

[0149] Wenn somit die Zeit, die verstrichen ist, nachdem die Änderungsrate der Zieleinlassluftmenge Q_a^* den zweiten vorbestimmten Wert oder einen größeren Wert angenommen hat, einen Wert innerhalb des dritten vorbestimmten Wertes anzeigt, verhindert die Schaltabschnitte **24b** entsprechend die Aktualisierung des Langzeitlernwertes TPL . Somit kann das fehlerhafte Lernen des Langzeitlernwertes TPL aufgrund einer Antwortverzögerung in der Einlassluftmenge Q_a verhindert werden.

[0150] Vorliegend sollte klar sein, dass unter der Bedingung zu diesem Zeitpunkt, dass die Aktualisierung des Echtzeitlernwertes TPR ebenfalls durch den Schaltabschnitt **24a** gesperrt wird, wenn berücksichtigt wird, dass sich beispielsweise der Wert der CA_t - TP -Kennlinie (gestrichelte Linie) in **Fig. 6** über einen Kreuzungspunkt derselben mit der aktuellen CA_t - TP -Beziehung (durchgezogene Linie) ändert, das Vorzeichen des Echtzeitlernwertes TPR vor und nach dem Kreuzungspunkt umgekehrt wird, so dass Probleme entstehen, wie beispielsweise das Auftreten eines Überschwingens, eine erhöhte Zeitdauer bis zur Annäherung an die Zieleinlassluftmenge Q_a^* , etc.

[0151] Wenn die Zeit, die verstrichen ist, nachdem die Änderungsrate der Zieleinlassluftmenge Q_a^* den zweiten vorbestimmten Wert oder einen größeren Wert angenommen hat, einen Wert innerhalb des dritten vorbestimmten Wertes anzeigt, führt der Schaltabschnitt **24a** eine Reset-Verarbeitung in Bezug auf den Echtzeitlernwert TPR durch ($TPR = 0$). Auf diese Weise kann ein Überschwingen unterdrückt werden, so dass es möglich ist, einen Anstieg der Annäherungszeitdauer an die Zieleinlassluftmenge Q_a^* zu verhindern.

[0152] Wenn der Motor **1** angehalten oder die Energiezufuhr der ECU **9** abgeschaltet wird, kann ferner die Lernverarbeitung der Drosselöffnung TP nicht ausgeführt werden, so dass der Schaltabschnitt **24a** die Reset-Verarbeitung des Echtzeitlernwertes TPR ausführt.

[0153] Andererseits ist es durch Halten des Langzeitlernwertes TPL in dem Langzeitlernwertspeicherab-

schnitt **28** (Backup-Speicher) möglich, das Drosselventil **4** angemessen zu steuern, um die Zieleinlassluftmenge Q_a^* zu erzielen, selbst beim nächsten Neustart des Motors **1**.

[0154] Vorliegend sollte klar sein, dass beim Starten des Motors **1** die Luft in der Nähe des Luftdurchflusses **2** sich normalerweise während der Zeitdauer, während welcher der Motor **1** die Luft in dem Zwischenbehälter **6** verbraucht, nicht bewegt, so dass eine bestimmte Zeitdauer erforderlich ist, bis die Luft in der Nähe des Luftdurchflusses **2** nach dem Start des Motors **1** zu bewegen beginnt, woraufhin die Einlassluftmenge Q_a in angemessener Art und Weise gemessen werden kann.

[0155] Diesbezüglich, wenn die Zeit, die nach dem Starten des Motors **1** verstreicht, einen Wert innerhalb des vierten vorbestimmten Wertes anzeigt, sperrt der Speicherabschnitt **24** die Aktualisierung des Echtzeitlernwertes TPR, wodurch ein Fehler in der Berechnung des Echtzeitlernwertes TPR aufgrund des Einflusses der Einlassluftmenge Q_a verhindert werden kann.

[0156] Bis zu dem Zeitpunkt, zu dem sich die Anzahl der Umdrehungen pro Minute des Motors **1** an diejenige des Leerlaufs nach dem Start des Motors **1** angenähert hat, liegen ferner starke Variationen in Bezug auf die Anzahl der Umdrehungen pro Minute des Motors **1** und in Bezug auf die Einlassluftmenge Q_a vor, so dass es nicht wünschenswert ist, den Drosselöffnungslernwert TPLRN als den Langzeitlernwert TPL zu speichern.

[0157] Wenn die Zeit, die nach dem Starten des Motors **1** verstrichen ist, entsprechend einem Wert innerhalb des fünften vorbestimmten Wertes (\geq dem vierten vorbestimmten Wert) anzeigt, verhindert der Schaltabschnitt **24b** die Aktualisierung des Langzeitlernwertes TPL, wodurch das fehlerhafte Lernen des Langzeitlernwertes TPL verhindert werden kann.

[0158] Wenn sich in diesem Fall die Zeit, die nach dem Start des Motors **1** verstrichen ist, zwischen dem vierten vorbestimmten Wert und dem fünften vorbestimmten Wert befindet, wird der Echtzeitlernwert TPR aktualisiert, wobei jedoch der Echtzeitlernwert TPR als eine Rückführsteuerung dient. Durch das Aktualisieren des Lernwertes wird somit die Drosselöffnung TP derart gesteuert, dass die Zieleinlassluftmenge Q_a^* erreicht wird, wobei ein Motorströmungsabriss aufgrund der Reduzierung der Umdrehungsanzahl pro Minute, der sonst nach dem Starten des Motors **1** verursacht werden kann, verhindert werden kann.

[0159] In Fällen, in denen die Anzahl von Umdrehungen pro Minute des Motors **1** stark unter diejenige während des Leerlaufs vor dem Anhalten des Motors **1** oder gemäß einer Lastvariation, etc., abfällt, sind ferner die Variationen in Bezug auf die Anzahl der Motordrehzahlen pro Minute und in Bezug auf die Einlassluftmenge Q_a ebenfalls stark, so dass es nicht wünschenswert ist, den Drosselöffnungslernwert TPLRN als den Langzeitlernwert TPL zu speichern.

[0160] Wenn die Anzahl von Umdrehungen pro Minute des Motors **1** unter den sechsten vorbestimmten Wert, der geringer als die Anzahl von Umdrehungen pro Minute des Motors **1** während des Leerlaufs ist, abfällt, verhindert somit der Schaltabschnitt **24b** auch die Aktualisierung des Langzeitlernwertes TPL.

[0161] Andererseits wirkt der Echtzeitlernwert TPL als eine Rückführsteuerung, so dass der Motorströmungsabriss durch Aktualisieren des Lernwertes verhindert werden kann, wobei die Drosselöffnung gesteuert wird, um die Zieleinlassluftmenge Q_a^* zu erzielen.

[0162] Während die Erfindung unter Bezugnahme auf bevorzugte Ausführungsformen beschrieben wurde, sollte Fachleuten klar sein, dass die Erfindung modifiziert werden kann, ohne den Schutzbereich der vorliegenden Erfindung zu verlassen, der durch die beiliegenden Ansprüche definiert ist.

Patentansprüche

1. Steuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor, der aufweist:
 ein Drosselventil (**4**), das in einem Einlassdurchgang des Verbrennungsmotors (**1**) angeordnet ist;
 einen Drosselöffnungssteuerabschnitt (**17**, **17A**), der eine Einlassluftmenge (Q_a), die dem Verbrennungsmotor (**1**) zugeführt wird, durch Ändern einer effektiven Öffnungsfläche (Q_{At}) des Einlassdurchgangs variabel steuert, um auf diese Weise eine Drosselöffnung (TP) des Drosselventils (**4**) zu steuern;
 einen Betriebszustand-Erfassungsabschnitt, der einen Betriebszustand des Verbrennungsmotors (**1**) erfasst, und der einen Einlassluftmengen-Erfassungsabschnitt, der die Einlassluftmenge (Q_a), die dem Verbrennungsmotor (**1**) zugeführt wird, erfasst, einen Umgebungsdruck-Erfassungsabschnitt, der den Druck einer atmosphärischen Seite des Drosselventils (**4**) als einen Umgebungsdruck (P_o) erfasst, einen Einlassrohrinnendruck-Er-

fassungsabschnitt, der einen Druck an der Verbrennungsmotorseite des Drosselventils (**4**) als einen Einlassrohrinnendruck (P_e) erfasst, und einen Einlasslufttemperatur-Erfassungsabschnitt aufweist, der eine Einlasslufttemperatur (T_o) an einer atmosphärischen Seite des Drosselventils (**4**) erfasst;
 einen Zieleinlassluftmengen-Berechnungsabschnitt (**90**), der eine Zieleinlassluftmenge (Q_{a^*}) basierend auf dem Betriebszustand des Verbrennungsmotors (**1**) berechnet;
 einen Abschnitt (**11**) zum Berechnen der effektiven Zielöffnungsfläche, der eine effektive Zielöffnungsfläche (CA_{t^*}) des Drosselöffnungssteuerabschnitts (**17**, **17A**) durch Einsetzen der Zieleinlassluftmenge (Q_{a^*}), des Umgebungsdruckes (P_o), des Einlassrohrinnendruckes (P_e) und der Einlasslufttemperatur (T_o) in eine Durchflussratenformel für einen drosselartigen Durchflussmesser berechnet;
 einen Zieldrosselöffnungs-Berechnungsabschnitt (**15**), der eine Zieldrosselöffnung (TP^*) anhand der effektiven Zielöffnungsfläche (CA_{t^*}) unter Verwendung einer Korrelations-Kennlinie zwischen der effektiven Öffnungsfläche (CA_t) und der Drosselöffnung (TP), die zuvor aufeinander abgestimmt wurden, des Drosselöffnungssteuerabschnitts (**17**, **17A**) berechnet;
 einen Abschnitt (**18**) zum Berechnen der aktuellen effektiven Öffnungsfläche, der eine aktuelle effektive Öffnungsfläche (CA_{tr}) des Drosselöffnungssteuerabschnitts (**17**, **17A**) durch Einsetzen der Einlassluftmenge (Q_a), des Umgebungsdruckes (P_o), des Einlassrohrinnendruckes (P_e) und der Einlasslufttemperatur (T_o) in die Durchflussratenformel für einen drosselartigen Durchflussmesser berechnet; und
 einen Lerndrosselöffnungs-Berechnungsabschnitt (**19**), der eine Lerndrosselöffnung (TP_i) anhand der aktuellen effektiven Öffnungsfläche (CA_{tr}) unter Verwendung der Korrelations-Kennlinie berechnet;
 wobei der Drosselöffnungssteuerabschnitt (**17**, **17A**) einen Drosselöffnungslernwert-Berechnungsabschnitt (**22**) aufweist, der einen Drosselöffnungslernwert ($TPLRN$) basierend auf einer Abweichung zwischen der Zieldrosselöffnung (TP^*) und der Lerndrosselöffnung (TP_i) berechnet; und
 der Drosselöffnungssteuerabschnitt (**17**, **17A**) die Drosselöffnung (TP) basierend auf einer Lernkorrekturzieldrosselöffnung ($TPLRN^*$) berechnet, die erzielt wird, indem die Zieldrosselöffnung (TP_i) durch den Drosselöffnungslernwert ($TPLRN$) korrigiert wird.

2. Steuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor nach Anspruch 1, wobei der Drosselöffnungslernwert ($TPLRN$) wenigstens entweder an einen Echtzeitlernwert (TPR), der in Echtzeit aktualisiert wird, oder an einen Langzeitlernwert (TPL), der jeden Lernbereich gemäß einer effektiven Öffnungsachse der Korrelations-Kennlinie entspricht, verteilt und gespeichert wird.

3. Steuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Langzeitlernwert (TPL) zumindest entweder in einem ersten Lernbereich, welcher der effektiven Zielöffnungsfläche (CA_{t^*}) entspricht, oder in einem zweiten Lernbereich, welcher der aktuellen effektiven Öffnungsfläche (CA_{tr}) entspricht, gespeichert wird.

4. Steuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Langzeitlernwert (TPL) derart begrenzt ist, dass die Korrelations-Kennlinie und eine Relation zwischen einer effektiven Öffnungsfläche (CA_t) des Drosselöffnungssteuerabschnitts (**17**, **17A**), zu der ein Langzeitlernwert (TPL) addiert wird, und der Drosselöffnung (TP) monoton steigend werden.

5. Steuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Aktualisierungen des Echtzeitlernwertes (TPR) und des Langzeitlernwertes (TPL) verhindert werden, wenn ein Druckverhältnis (P_e/P_o) des Einlassrohrinnendruckes (P_e) zum Umgebungsdruck (P_o) einen Wert anzeigt, der gleich einem oder größer als ein erster vorbestimmter Wert ist.

6. Steuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei in einer Periode, in der die Zeit, die verstrichen ist, nachdem eine Zeitänderungsrate (dQ_{a^*}/dt) der Zieleinlassluftmenge (Q_{a^*}) einen zweiten vorbestimmten Wert oder einen größeren Wert erreicht hat, einen Wert anzeigt, der geringer als ein oder gleich einem dritten vorbestimmten Wert ist, der Echtzeitlernwert (TPR) zurückgesetzt und die Aktualisierung des Langzeitlernwertes (TPL) verhindert wird.

7. Steuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Drosselöffnungssteuerabschnitt (**17**, **17A**) einen Backup-Speicher (**28**) aufweist; der Echtzeitlernwert (TPR) zurückgesetzt und der Langzeitlernwert (TPL) in dem Backup-Speicher (**28**) gehalten wird, wenn der Motor (**1**) angehalten oder eine Energiezufuhr zu der Steuervorrichtung abgeschaltet wird; in einer Zeitperiode, in der die Zeit, die nach dem Starten des Motors (**1**) verstrichen ist, einen Wert innerhalb eines vierten vorbestimmten Wertes anzeigt, die Aktualisierung des Echtzeitlernwertes (TPR) verhindert wird; in einer Zeitperiode, in der die Zeit, die nach dem Starten des Motors (**1**) verstrichen ist, einen Wert anzeigt, der gleich dem oder größer als der vierte vorbestimmte Wert ist und innerhalb eines fünften vorbestimmten

Wertes liegt, die Aktualisierung des Langzeitlernwertes (TPL) verhindert wird; und wenn die Anzahl von Umdrehungen pro Minute des Verbrennungsmotors (1) einen Wert anzeigt, der kleiner als ein oder gleich ein sechster vorbestimmter Wert ist, der kleiner als eine Zielanzahl von Umdrehungen pro Minute des Motors (1) während eines Leerlaufs ist, die Aktualisierung des Langzeitlernwertes (TPL) verhindert wird.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

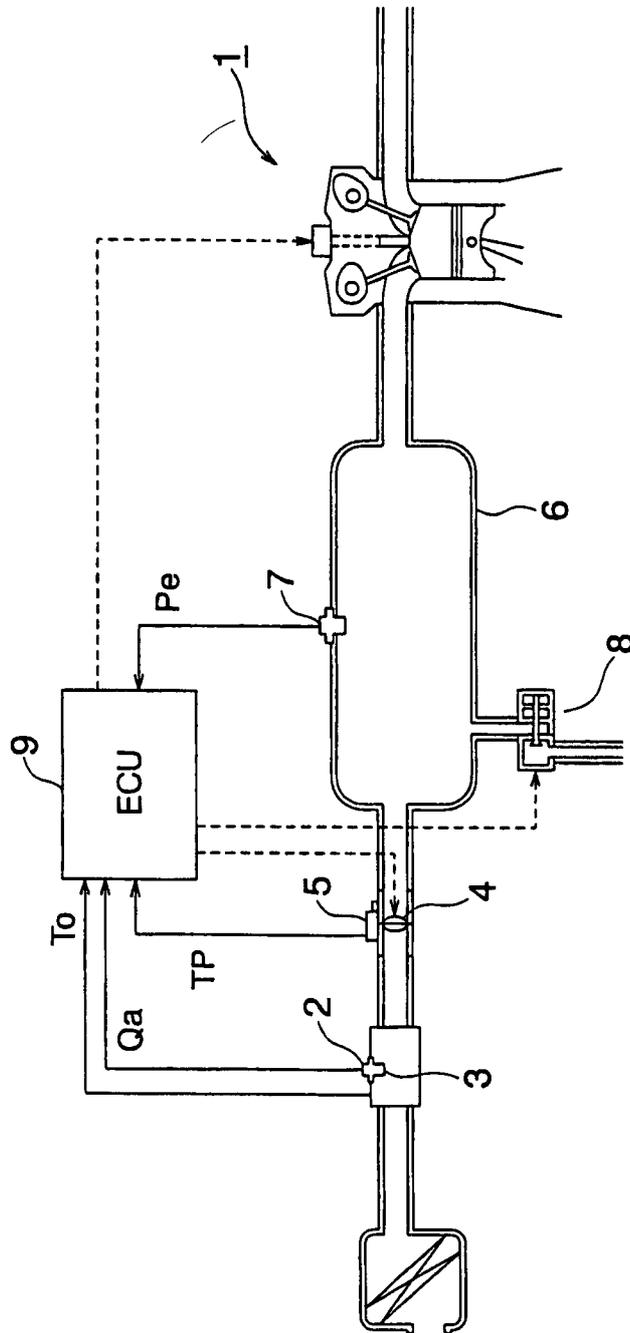


FIG. 2

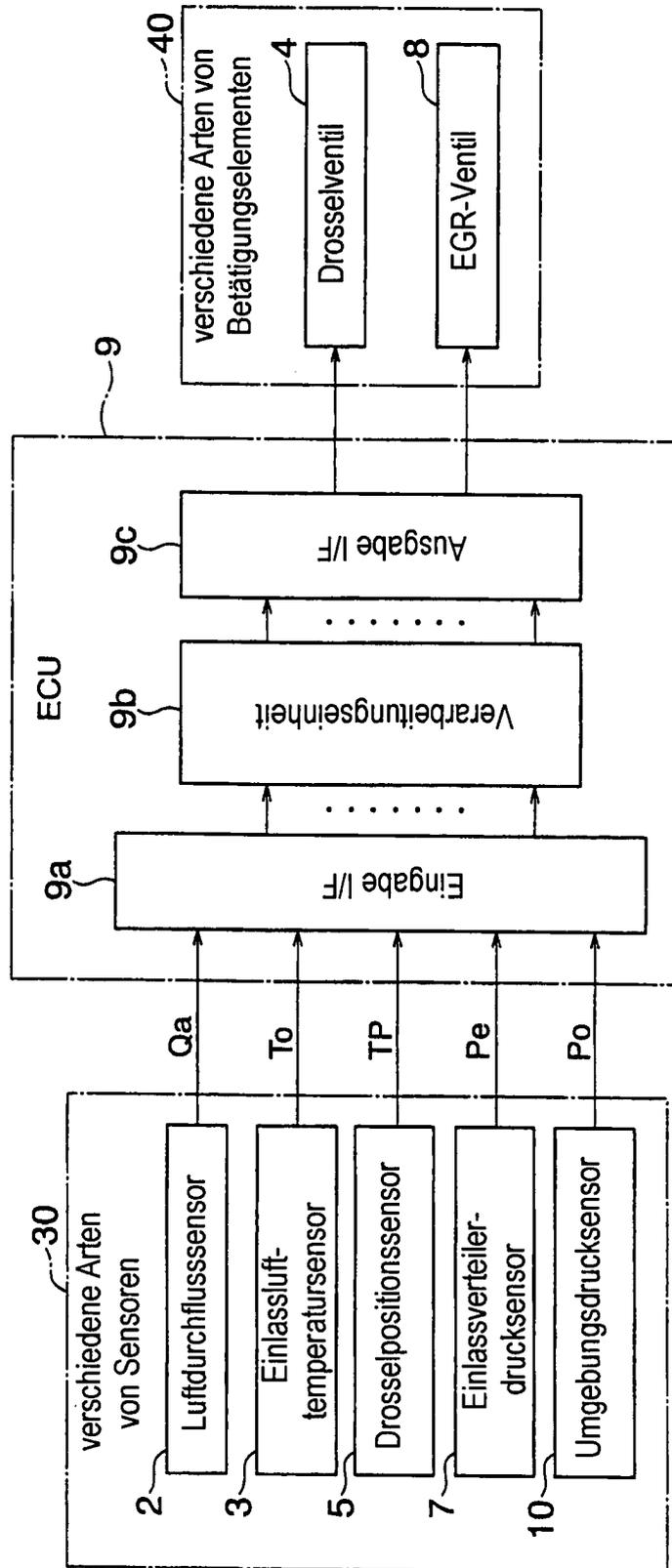


FIG. 3

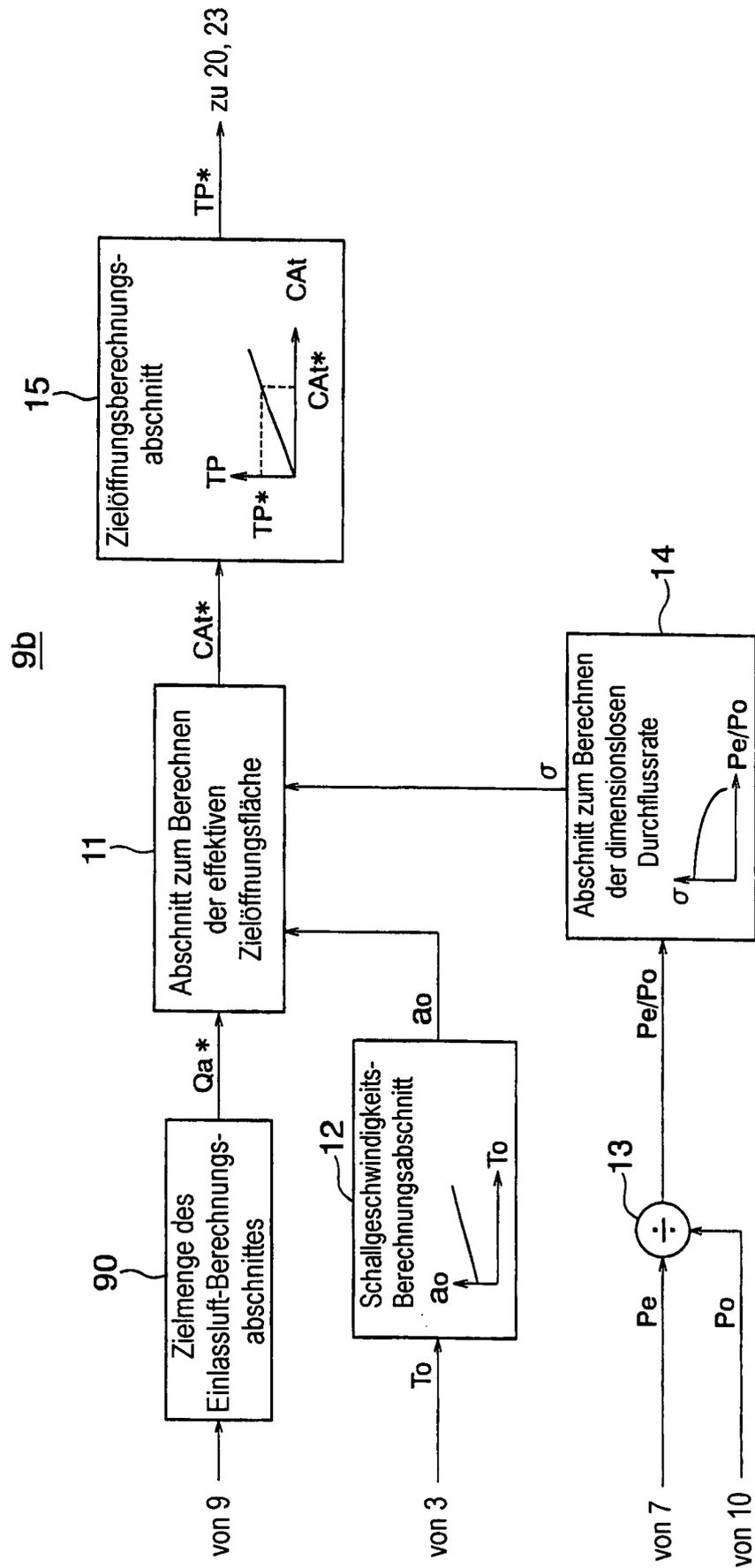


FIG. 4

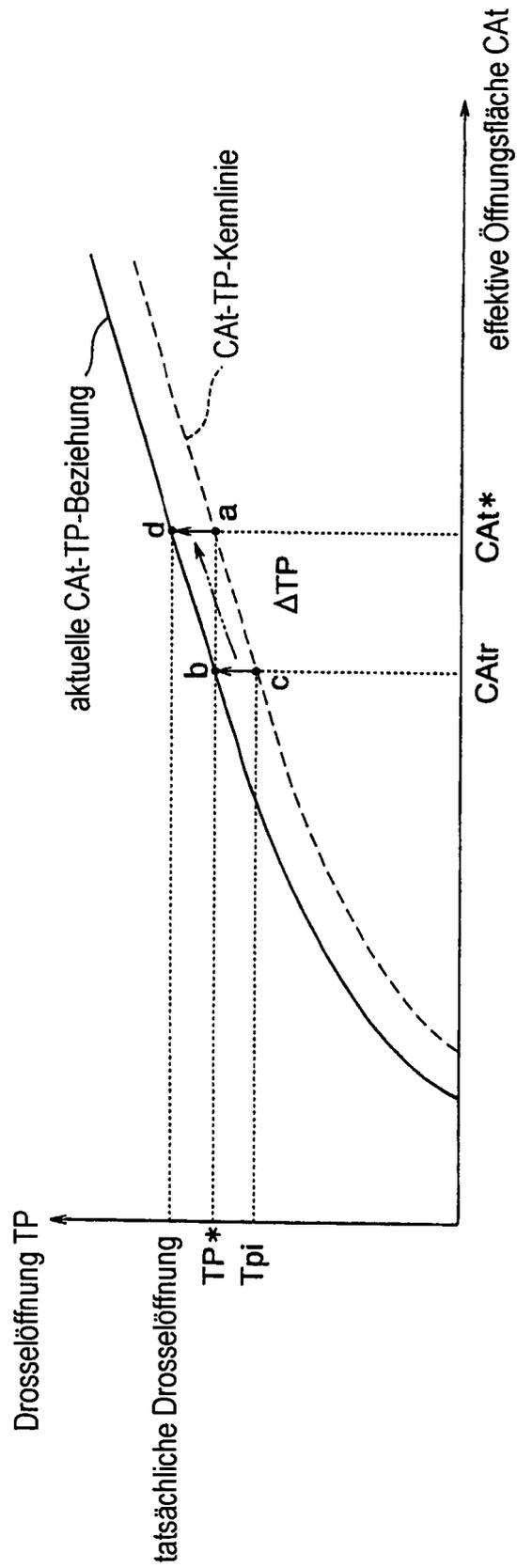


FIG. 5

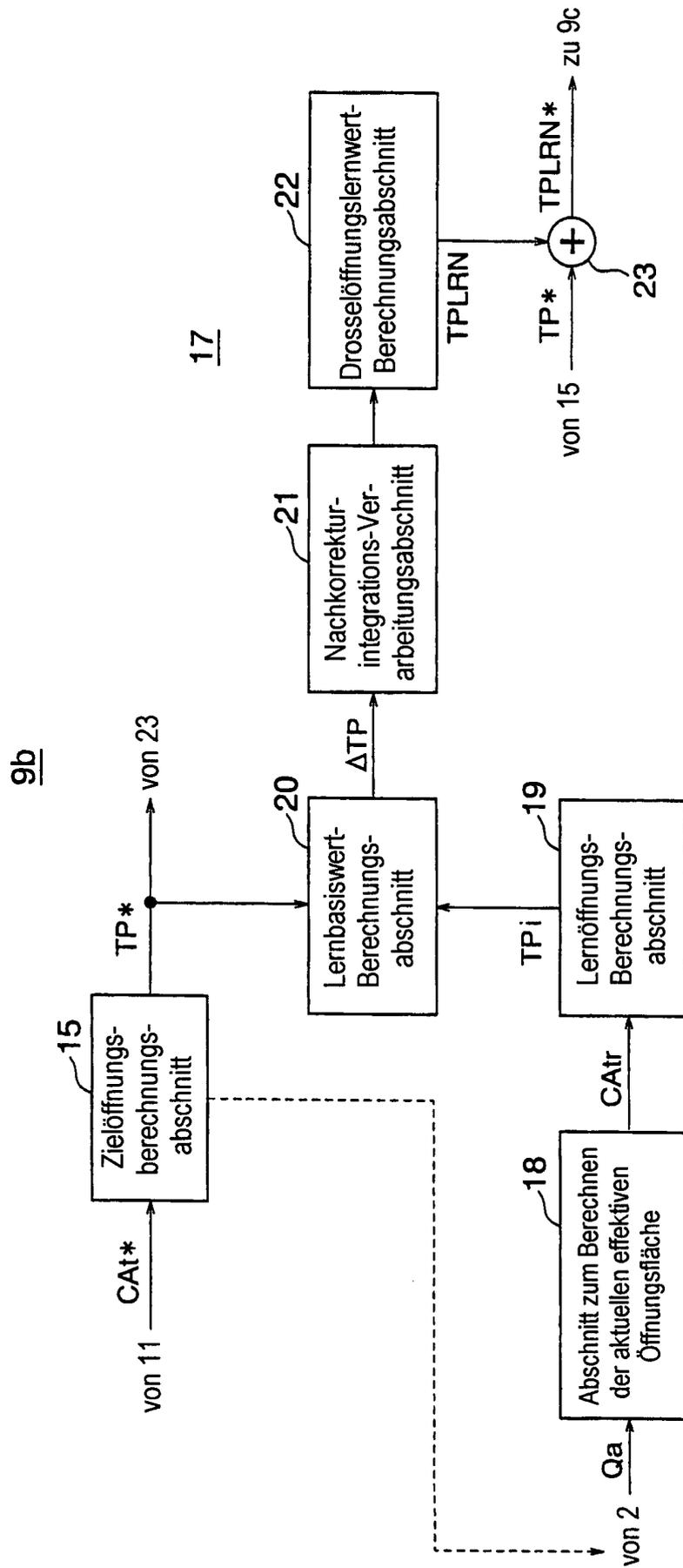


FIG. 6

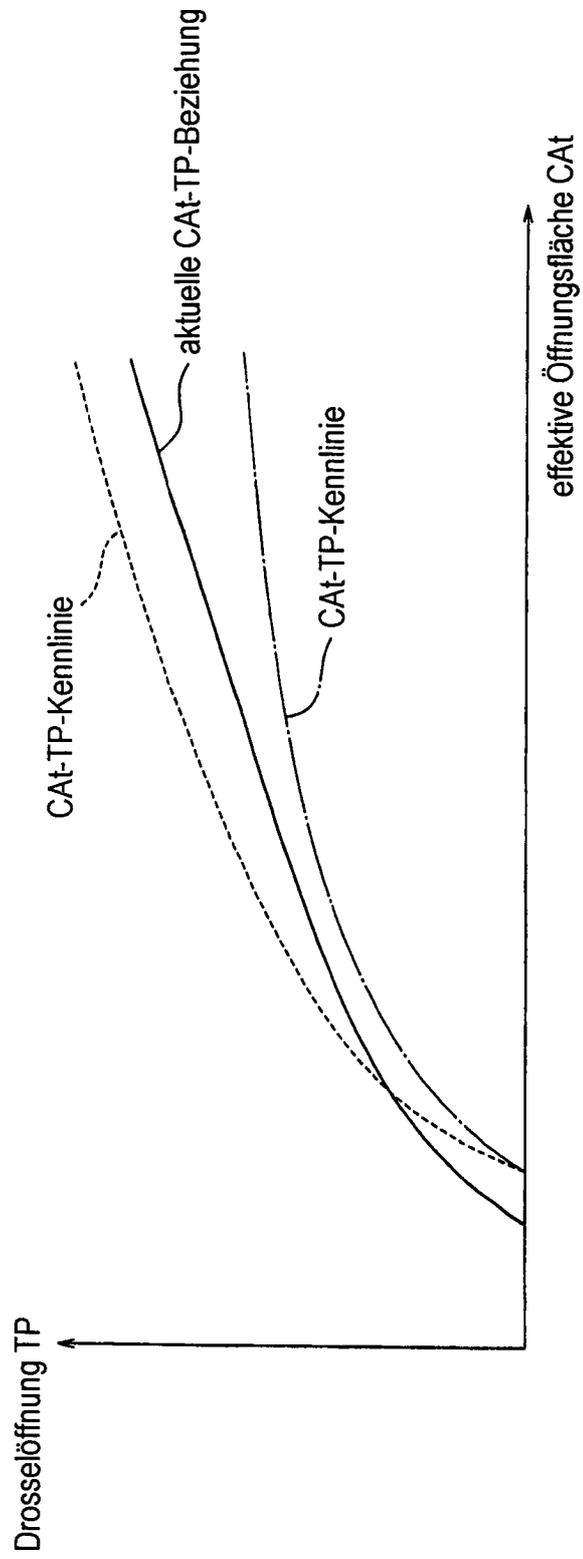


FIG. 7

17A

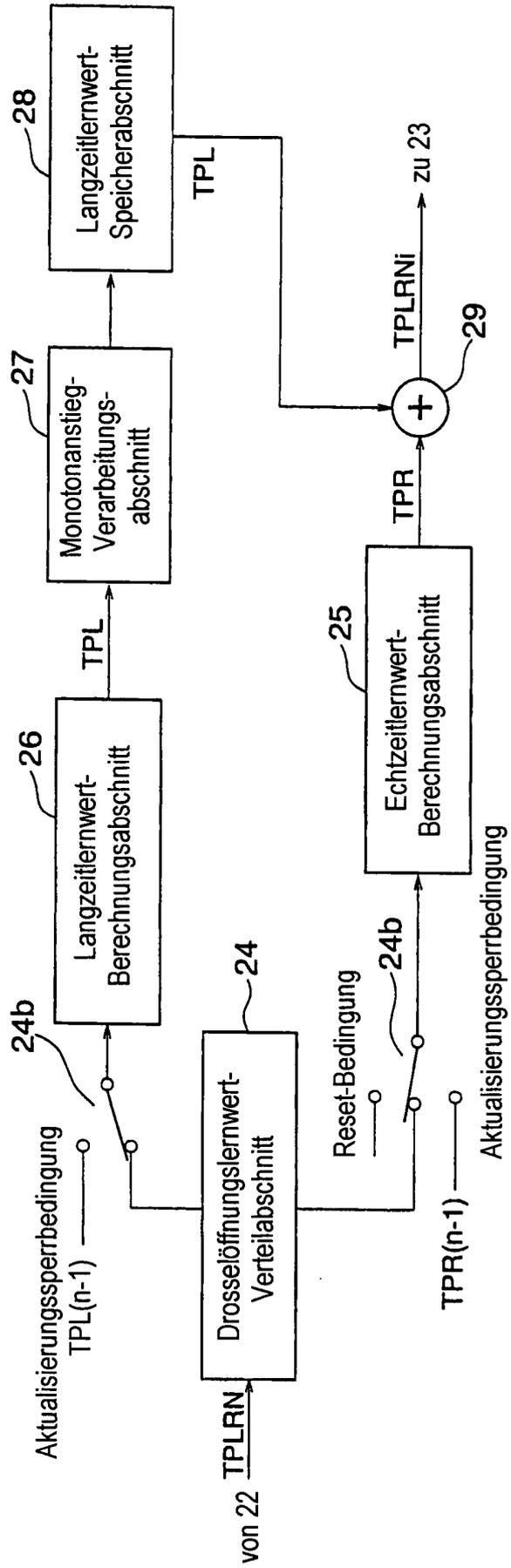


FIG. 8

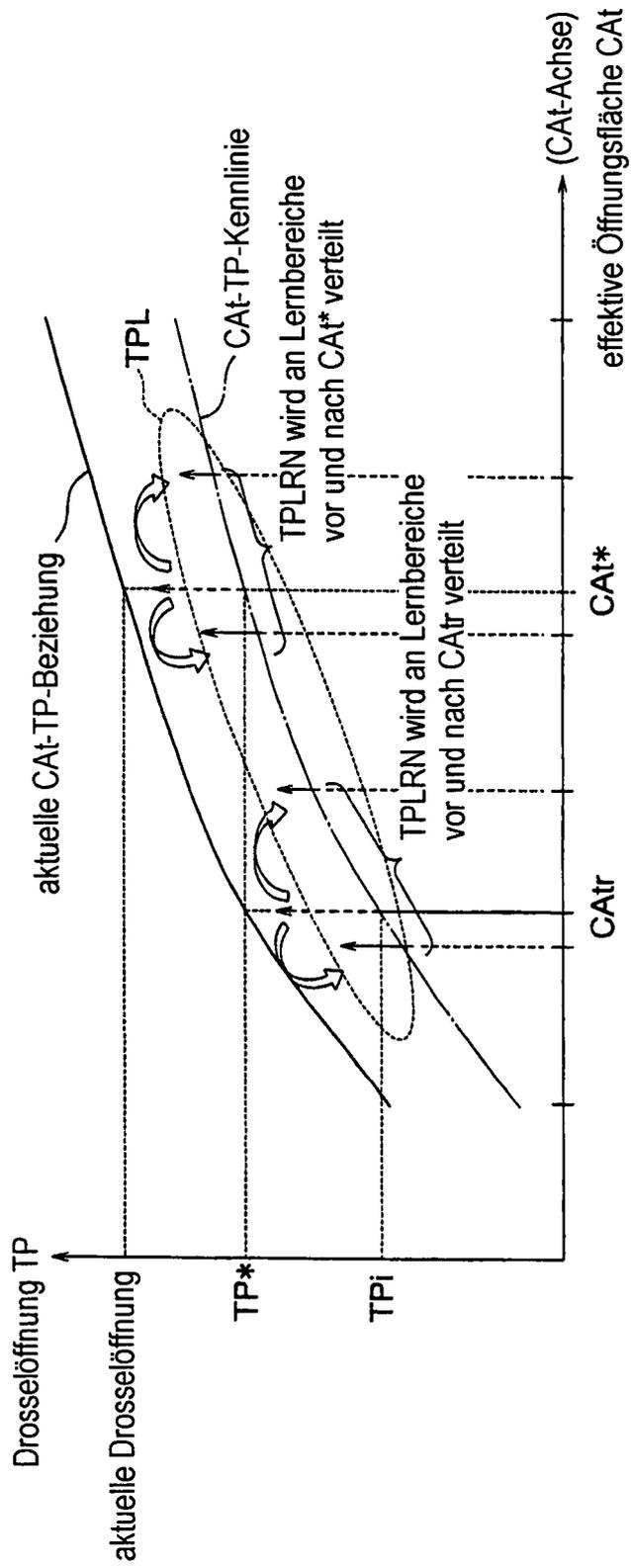


FIG. 9

