



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 60 2004 010 340 T2 2008.03.13**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 517 024 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2004 010 340.3**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 021 387.8**

(96) Europäischer Anmeldetag: **08.09.2004**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **23.03.2005**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **28.11.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **13.03.2008**

(51) Int Cl.⁸: **F02D 19/06 (2006.01)**
F02D 43/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

2003326990 19.09.2003 JP

2003326991 19.09.2003 JP

2003326992 19.09.2003 JP

2003329357 22.09.2003 JP

(73) Patentinhaber:

Nissan Motor Co., Ltd., Yokohama, Kanagawa, JP

(74) Vertreter:

Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &

Schwanhäusser, 80538 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(72) Erfinder:

Yasuda, Hajime, Tokyo 167-0051, JP; Ashida, Masaaki, Yokohama-shi Kanagawa 245-0002, JP; Mori, Kouichi, Ayase-shi Kanagawa 252-1127, JP; Mitsubishi, Sunichi, Isehara-shi Kanagawa 259-1116, JP; Ugomori, Yoshinao, MI 48322, US

(54) Bezeichnung: **Kraftstoffeigenschaften Bestimmungsvorrichtung**

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

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kraftstoffeigenschaft-Bestimmungseinrichtung für eine Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs 1 und ein Verfahren zur Bestimmung einer Kraftstoffeigenschaft des verwendeten Kraftstoffs für eine Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs 27.

[0002] Eine derartige Kraftstoffeigenschaft-Bestimmungseinrichtung für eine Brennkraftmaschine sowie ein derartiges Verfahren zur Bestimmung einer Kraftstoffeigenschaft des verwendeten Kraftstoffs für eine Brennkraftmaschine können der Schrift zum Stand der Technik JP 02308945 entnommen werden. Die Vorrichtung nach dem Stand der Technik weist eine Einrichtung zum Vergleich der Anlaßzeit auf, die die Ausgabewerte der Anlaßzeit-Erfassungseinrichtung und einer Einrichtung zur Festlegung einer Bezugsanlaßzeit vergleicht und einen spezifischen Ausgabewert erzeugt, wenn die tatsächliche Anlaßzeit eine vorgegebene Zeit überschreitet, und andernfalls einen anderen Ausgabewert erzeugt. Weiterhin weist diese Vorrichtung auch eine Einrichtung zum Vergleich der Motor-Wassertemperatur auf, die in Abhängigkeit von der Motor-Wassertemperatur einen spezifischen Ausgabewert erzeugt. Durch den Vergleich der Anlaßzeit und der Motor-Wassertemperatur beurteilt das System die Qualität des in dem Motor verwendeten Benzins.

[0003] Die Veröffentlichte Japanische Patentanmeldung Nr. 9-151777 beschreibt ein Verfahren zur Bestimmung einer Kraftstoffeigenschaft (Schwer/Leicht-Eigenschaft) von verwendetem Kraftstoff durch Erfassung einer Drehzahldifferenz pro jeden vorbestimmten Zyklus, wie z. B. $\frac{1}{2}$ Motor-Umdrehung, nachdem eine Anlaßdrehzahl einen vorbestimmten Wert erreicht hat, wie z. B. eine Anlaßdrehzahl von 300 U/min, und durch die Feststellung, ob die Anzahl der abgelaufenen Zyklen größer als ein oder gleich einem vorbestimmten Wert ist oder nicht, wenn die Summe der Drehzahldifferenzen größer als ein vorbestimmter Wert oder ihm gleich wird.

[0004] Falls jedoch die Kraftstoffeigenschaft bestimmt wird, nachdem eine vorbestimmte Zeit von einer ersten Verbrennung im Motor an verstrichen ist, verzögert sich die Rückkopplung der Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft, und es besteht die Möglichkeit, dass sich die Bestimmungsgenauigkeit verschlechtert.

[0005] Es ist ein Ziel der vorliegenden Erfindung, eine Kraftstoffeigenschaft-Bestimmungseinrichtung für eine Brennkraftmaschine wie oben dargelegt sowie ein Verfahren zur Bestimmung einer Kraftstoffeigenschaft des verwendeten Kraftstoffs für eine Brennkraftmaschine wie oben dargelegt zu liefern,

mit denen die Kraftstoffeigenschaft in einer schnellen Reaktion auf den Motorstart genau bestimmt werden kann.

[0006] Nach dem ersten Vorrichtungs-Aspekt der vorliegenden Erfindung wird dieses Ziel mit einer Kraftstoffeigenschaft-Bestimmungseinrichtung für eine Brennkraftmaschine erreicht, die die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 1 hat. Bevorzugte Ausführungsbeispiele werden in den abhängigen Ansprüchen dargelegt. Des weiteren wird nach dem Verfahrens-Aspekt der vorliegenden Erfindung dieses Ziel mit Hilfe eines Verfahrens zur Bestimmung einer Kraftstoffeigenschaft von verwendetem Kraftstoff für eine Brennkraftmaschine erreicht, das die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 27 hat.

[0007] Im Folgenden wird die vorliegende Erfindung mit Hilfe von bevorzugten Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den zugehörigen Zeichnungen verdeutlicht und erläutert. Die Zeichnungen sind:

[0008] [Fig. 1](#) ist eine schematische Darstellung eines Motorsystems, das ein System zur Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft nach einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung aufweist.

[0009] [Fig. 2](#) ist eine graphische Darstellung, die eine Beziehung zwischen einer Wassertemperatur-Anstiegsrate von Kraftstoff und einer Motor-Kühlwassertemperatur in Übereinstimmung mit einer Kraftstoffeigenschaft zeigt.

[0010] [Fig. 3](#) ist ein Flussdiagramm, das eine Routine zur Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft des ersten Ausführungsbeispiels zeigt.

[0011] [Fig. 4](#) ist ein Flussdiagramm, das eine Subroutine zur Erfassung einer maximalen Winkelgeschwindigkeit beim Ausdehnungshub zeigt.

[0012] [Fig. 5A](#) ist eine graphische Darstellung, die eine Veränderung einer Winkelgeschwindigkeit in Bezug auf die Anzahl von Ausdehnungshüben nach der Zylinderbestimmung zeigt, und [Fig. 5B](#) ist eine graphische Darstellung, die eine Veränderung einer Winkelbeschleunigung in Bezug auf die Anzahl von Ausdehnungshüben nach der Zylinderbestimmung zeigt.

[0013] [Fig. 6](#) ist ein Flussdiagramm, das eine Routine zur Festlegung einer Kraftstoffeigenschaft (leichte oder schwere Eigenschaft) für die Mengensteuerung der Kraftstoffeinspritzung zeigt.

[0014] [Fig. 7](#) ist ein Flussdiagramm, das die Routine zur Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft eines zweiten Ausführungsbeispiels nach der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0015] [Fig. 8](#) ist ein Flussdiagramm, das die Routine zur Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft eines dritten Ausführungsbeispiels nach der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0016] [Fig. 9](#) ist ein Flussdiagramm, das die Routine zur Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft eines vierten Ausführungsbeispiels nach der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0017] [Fig. 10](#) ist eine graphische Darstellung, die eine Beziehung zwischen einem Grenzwert $\Delta\omega L$ und einer Motor-Kühlwassertemperatur T_w zeigt.

[0018] [Fig. 11](#) ist ein Flussdiagramm, das die Routine zur Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft eines fünften Ausführungsbeispiels nach der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0019] Die [Fig. 12A](#) und [Fig. 12B](#) sind graphische Darstellungen, die Beziehungen zwischen einem Abweichungsbereich einer Winkelbeschleunigung und einem Grenzwert entsprechend dem Zeitpunkt eines Motorhubs zeigen.

[0020] [Fig. 13](#) ist ein Flussdiagramm, das die Routine zur Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft eines sechsten Ausführungsbeispiels nach der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0021] Es werden bevorzugte Ausführungsbeispiele eines Systems zur Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft nach der vorliegenden Erfindung unter Bezug auf die Zeichnungen diskutiert.

[0022] Unter Bezug auf die [Fig. 1](#) bis einschließlich [Fig. 6](#) wird ein erstes Ausführungsbeispiel des Systems zur Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft nach der vorliegenden Erfindung diskutiert.

[0023] Wie in [Fig. 1](#) gezeigt, wird das System zur Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft nach der vorliegenden Erfindung auf ein Motorsystem angewandt. Eine Brennkraftmaschine **1** des Motorsystems weist eine Anzahl von Brennkammern **3** auf, von denen eine jede durch je einen Zylinder und je einen Kolben **2** definiert ist. Eine Zündkerze **4**, ein Einlaßventil **5** und ein Auslaßventil **6** sind an oberen Abschnitten der Brennkammer **3** so vorgesehen, dass sie um die Brennkammer **3** herum angeordnet sind. Ein Einlaßkanal **7** und ein Auslaßkanal **8** sind ebenfalls mit der Brennkammer **3** verbunden.

[0024] Ein Drosselklappe **9** ist in Strömungsrichtung vor einem Einlaßverteiler des Einlaßkanals **7** angeordnet. Eine Einspritzdüse **10** in elektromagnetischer Ausführung ist an jedem Zweigabschnitt des Einlaßverteilers bei jedem Zylinder installiert, um Kraftstoff zum Einlaßventil **5** hin einzuspritzen.

[0025] Eine Motor-Steuerungseinheit (ECU) **11** steuert den Betrieb einer jeden Einspritzdüse **10**. ECU **11** ist mit einem Nockenwinkel-Sensor **12**, einem Kurbelwinkel-Sensor **13**, einem Strömungsmesser für Luft **14** und einem Wassertemperatur-Sensor **15** verbunden, um von ihnen Signale zu erhalten. Der Nockenwinkel-Sensor **12** erfasst ein den Nockenwinkel anzeigendes Signal, das für eine Zylinderbestimmung verwendet wird. Der Kurbelwinkel-Sensor **13** gibt ein Kurbelwinkel-Signal aus, das mit der Motorumdrehung synchronisiert ist, und kann eine Motordrehzahl N_e des Motors **1** ermitteln. Der Strömungsmesser für Luft **14** ist in Strömungsrichtung vor der Drosselklappe **9** in dem Einlaßkanal **7** angeordnet und erfasst eine Menge der Ansaugluft Q_a . Der Wassertemperatur-Sensor **15** erfasst eine Temperatur T_w des Motorkühlwassers.

[0026] Zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung der Einspritzdüse **10** berechnet die ECU **11** eine Basismenge der Kraftstoffeinspritzung $T_p = K \cdot Q_a / N_e$ auf der Grundlage der Menge der Ansaugluft Q_a und der Motordrehzahl N_e , bestimmt eine Menge der letzten Kraftstoffeinspritzung $T_i = T_p \cdot \text{COEF}$, wobei COEF ein Korrekturkoeffizient ist, indem sie die Basismenge der Kraftstoffeinspritzung T_p in geeigneter Weise korrigiert, und gibt ein Ansteuerimpuls-Signal, das der Menge der letzten Kraftstoffeinspritzung T_i zu einem Zeitpunkt in Synchronisation mit der Motorumdrehung entspricht, an die Einspritzdüse **10** eines jeden Zylinders aus, wobei der Korrekturkoeffizient COEF einen Zuwachsmengen-Korrekturkoeffizienten (im Folgenden als Zuwachsmengen-Korrekturgröße beim Start bezeichnet) KAS zur Erhöhung einer Kraftstoffmenge während eines Motorstarts und danach enthält, wie im folgenden Ausdruck (1) gezeigt wird.

$$\text{COEF} = 1 + \text{KAS} + \dots \quad (1)$$

[0027] Der Zuwachsmengen-Korrekturkoeffizient beim Start KAS wird anhand des folgenden Ausdrucks (2) berechnet.

$$\text{KAS} = \text{MTKAS} \times \text{TMKAS} \quad (2)$$

worin MTKAS ein Tabellenwert (Wassertemperatur-Anstiegsrate) in Abhängigkeit von der Motor-Kühlwassertemperatur T_w ist, und daher ist der Wert von MTKAS hoch, wenn die Motor-Kühlwassertemperatur T_w niedrig ist, und nimmt ab, wenn die Motor-Kühlwassertemperatur T_w ansteigt.

[0028] Dieser Tabellenwert wird gemäß der Kraftstoffeigenschaft verändert, das heißt, je nachdem, ob der verwendete Kraftstoff schwerer Kraftstoff oder leichter Kraftstoff ist. [Fig. 2](#) ist ein schematisches Diagramm, das Tabellenwerte der Wassertemperatur-Anstiegsrate (MTKAS) zeigt. Eine Differenz der Verdampfungsrate des Kraftstoffs zwischen schwe-

ren und leichten Kraftstoffen ist groß, wenn die Kühlwassertemperatur T_w niedrig ist, und sie nimmt ab, wenn die Kühlwassertemperatur T_w steigt. Daher wird die Anstiegsmengenrate MTKAS je nach der Art des Kraftstoffs festgelegt, wie in [Fig. 2](#) gezeigt.

[0029] TMKAS ist ein Tabellenwert (Zeit-Korrekturkoeffizient), der in Abhängigkeit von der vom Motorstart an verstrichenen Zeit bestimmt wird, und er wird verringert, wenn die Zeit vom Motorstart an vergeht.

[0030] Im ersten Ausführungsbeispiel nach der vorliegenden Erfindung führt ECU 11 ein Steuerprogramm aus, um den Prozeß der Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft des Systems zur Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft zu realisieren. Im Folgenden wird ein Flussdiagramm einer in [Fig. 3](#) gezeigten Routine zur Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft erörtert. Im ersten Ausführungsbeispiel ist der Motor 1 ein Vierzylindermotor.

[0031] In Schritt S10 bestimmt ECU 11 einen Zylinder mit erster Kraftstoffeinspritzung des Vierzylindermotors 1. Spezifischer ausgedrückt, bestimmt ECU 11 zur Steuerung der Nebenzylinder-Kraftstoffeinspritzung den Zylinder für die Ausführung der Kraftstoffeinspritzung. Auf der Grundlage dieser Zylinderbestimmung ermittelt ECU 11, welcher der Hübe (Einlaßhub, Verdichtungshub, Ausdehnungshub oder Auslaßhub) in jedem der vier Zylinder gerade ausgeführt wird.

[0032] Da die Kraftstoffeinspritzung auf der Grundlage des Ergebnisses der Zylinderbestimmung durchgeführt wird, bestimmt ECU 11 den Zylinder mit erster Kraftstoffeinspritzung, bei dem die Kraftstoffeinspritzung zuerst ausgeführt wird und der Ausdehnungshub zuerst erfolgt. Normalerweise wird die Kraftstoffeinspritzung während des Auslaßhubs eines jeden entsprechenden Zylinders vorgenommen. Um jedoch den schnellen Start des Motors 1 zu fördern, wird im Zylinder mit erster Kraftstoffeinspritzung die Kraftstoffeinspritzung während des Einlaßhubs vorgenommen. Daher werden die Kraftstoffeinspritzung im Zylinder mit erster Kraftstoffeinspritzung und die Kraftstoffeinspritzung im Zylinder mit zweiter Kraftstoffeinspritzung gleichzeitig ausgeführt.

[0033] Wenn der Zylinder mit erster Kraftstoffeinspritzung bestimmt wird, bei dem die Kraftstoffeinspritzung zuerst ausgeführt wird und der Ausdehnungshub zuerst erfolgt, legt ECU 11 einen Wert N_c fest, der die Anzahl der Zylinder vom Zylinder mit erster Kraftstoffeinspritzung bei 1 ($N_c = 1$) an angibt, und die Routine geht zu Schritt S20 weiter.

[0034] In Schritt S20 erfasst ECU 11 eine Winkelgeschwindigkeit ω_1 (deg/s) bei einem oberen Totpunkt des Verdichtungshubs (TDC) des Zylinders mit erster Kraftstoffeinspritzung ($N_c = 1$). Spezifischer ausge-

drückt, erfasst ECU 11 die Winkelgeschwindigkeit ω beim TDC und legt die erfasste Winkelgeschwindigkeit ω als TDC-Winkelgeschwindigkeit ω_1 fest.

[0035] In Schritt S30 erfasst ECU 11 eine maximale Winkelgeschwindigkeit ω_2 während des Ausdehnungshubs des Zylinders mit erster Kraftstoffeinspritzung ($N_c = 1$). Spezifischer ausgedrückt, führt ECU 11 eine in [Fig. 4](#) gezeigte Subroutine aus, die ausgeführt wird, nachdem die Winkelgeschwindigkeit ω_1 am TDC erfasst worden ist.

[0036] In Schritt S31 der in [Fig. 4](#) gezeigten Subroutine initialisiert ECU 11 eine Winkelgeschwindigkeit ω_{max} beim TDC des Verdichtungshubs ($\omega_{max} = 0$). In Schritt S32 erfasst ECU 11 die Winkelgeschwindigkeit ω in Abtastintervallen von 10° Kurbelwinkel. In Schritt S33 vergleicht ECU 11 die erfasste Winkelgeschwindigkeit ω mit der maximalen Winkelgeschwindigkeit ω_{max} . Wenn in Schritt S33 $\omega > \omega_{max}$, geht die Subroutine zu Schritt S34 weiter, wo ECU 11 die maximale Winkelgeschwindigkeit ω_{max} aktualisiert, indem sie die erfasste Winkelgeschwindigkeit ω auf die maximale Winkelgeschwindigkeit ω_{max} setzt ($\omega_{max} = \omega$). Wenn in Schritt S33 $\omega \leq \omega_{max}$, springt die Subroutine zu Schritt S35. In Schritt S35 stellt die ECU 11 im Anschluss an die Ausführung von Schritt S34 oder die negative Antwort in Schritt S33 fest, ob der Kurbelwinkel des Zylinders mit erster Kraftstoffeinspritzung bis in die Nähe des unteren Totpunkts (BDC) reicht oder nicht, an dem der Ausdehnungshub beendet wird. Wenn die Feststellung in Schritt S35 negativ ausfällt, das heißt, wenn der Kurbelwinkel nicht bis in die Nähe des BDC reicht, kehrt die Subroutine zu Schritt S32 zurück, um wiederholt das Abtasten des Kurbelwinkels vorzunehmen. Wenn die Feststellung in Schritt S35 bestätigend ausfällt, das heißt, wenn der Kurbelwinkel des Zylinders mit erster Kraftstoffeinspritzung bis in die Nähe des BDC reicht, geht die Subroutine zu Schritt S36 weiter, in dem ECU 11 die maximale Winkelgeschwindigkeit ω_{max} in diesem Moment als eine maximale Winkelgeschwindigkeit ω_2 beim Ausdehnungshub festsetzt. Danach kehrt das Programm zur Hauptroutine zurück.

[0037] Die Subroutine zur Erfassung der maximalen Winkelgeschwindigkeit ω_2 beim Ausdehnungshub kann so gestaltet werden, dass sie eine Winkelgeschwindigkeit in der Nähe einer Zwischenposition des Ausdehnungshubs (vorbestimmter Zeitpunkt nahe der maximalen Winkelgeschwindigkeit) als Nachbarschaftswert der maximalen Winkelgeschwindigkeit erfasst, oder dass sie eine Winkelgeschwindigkeit nahe dem BDC während des Ausdehnungshubs erfasst, zusätzlich zur Erfassung der maximalen Winkelgeschwindigkeit während des Ausdehnungshubs.

[0038] In Schritt S40 berechnet ECU 11 eine Win-

kelbeschleunigung $\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1$ aus der Winkelgeschwindigkeit ω_1 am TDC des Verdichtungshubs und der maximalen Winkelgeschwindigkeit ω_2 beim Ausdehnungshub. Weiterhin kann ECU 11 die Winkelbeschleunigung mit Hilfe des Ausdrucks $\Delta\omega = (\omega_2 - \omega_1)/dt$ berechnen, wobei dt ein Zeitraum von der Erfassung von ω_1 bis zur Erfassung von ω_2 ist.

[0039] In Schritt S50 führt ECU 11 die erste Verbrennungsbestimmung durch. Spezifischer ausgedrückt, bestimmt ECU 11, ob die erste Verbrennung ausgeführt wird oder nicht, und zwar auf der Grundlage eines Vergleichs zwischen der Winkelbeschleunigung $\Delta\omega$, die einen sich ändernden Grad einer Drehzahl eines jeden Zylinders anzeigt, und einem vorbestimmten Grenzwert $\Delta\omega_S$, wie z. B. 40.000 deg/s². Wenn $\Delta\omega \geq \Delta\omega_S$, stellt die ECU 11 fest, dass die erste Verbrennung durchgeführt wurde. Wenn $\Delta\omega < \Delta\omega_S$, schreitet das Programm zu Schritt S60 fort.

[0040] In Schritt S60 stellt die ECU 11 fest, ob $N_c = 4$ erfüllt ist oder nicht, das heißt, ECU 11 stellt fest, ob der vierte Zylinder überprüft wurde oder nicht. Wenn die Feststellung in Schritt S60 negativ ausfällt, geht das Programm zu Schritt S70 weiter, wo N_c um 1 erhöht wird ($N_c = N_c + 1$).

[0041] Danach erfolgt die Abarbeitung der Schritte S20 bis einschließlich S40, um die erste Verbrennung im nächsten Zylinder entsprechend N_c zu bestimmen. Spezifischer ausgedrückt, führt ECU 11 in Schritt S50 die erste Verbrennung im nächsten Zylinder auf der Grundlage der Winkelbeschleunigung $\Delta\omega$ aus, die aus der Winkelgeschwindigkeit ω_1 am Verdichtungs-TDC und der maximalen Winkelgeschwindigkeit $\Delta\omega_2$ beim Ausdehnungshub erhalten wurde.

[0042] Wenn in Schritt S50 die negative Feststellung gemacht wird, die anzeigt, dass in keinem der Zylinder eine Verbrennung stattfindet, auch wenn die erste Verbrennungsbestimmung von $N_c = 1$ bis $N_c = 4$ wiederholt wird, das heißt, wenn innerhalb des ersten Durchgangs, in dem die Verbrennungs-Überprüfungen bezüglich aller Zylinder ausgeführt wurden, keine Verbrennung durchgeführt worden ist, stellt die ECU 11 fest, dass es unmöglich ist, die Eigenschaft (schwere oder leichte Eigenschaft) des Kraftstoffs zu bestimmen. Daher wird die vorliegende Routine beendet.

[0043] Wenn in Schritt S50 innerhalb des ersten Durchgangs von $N_c = 1$ bis $N_c = 4$ die Antwort bestätigend ausfällt, geht das Programm zu Schritt S80 weiter.

[0044] In Schritt S80 stellt die ECU 11 fest, ob $\Delta\omega \geq \Delta\omega_L$ oder nicht, indem sie die Winkelbeschleunigung $\Delta\omega$ und einen vorbestimmten Grenzwert $\Delta\omega_L$, wie z. B. 100.000 deg/s², miteinander vergleicht. Wenn die Bestimmung in Schritt S80 negativ ausfällt ($\Delta\omega <$

$\Delta\omega_L$), geht das Programm zu Schritt S90 weiter.

[0045] In Schritt S90 stellt die ECU 11 fest, ob $N_c = 4$ erfüllt ist oder nicht, das heißt, ECU 11 stellt fest, ob der vierte Zylinder überprüft wird oder nicht. Wenn die Antwort in Schritt S90 negativ ausfällt geht das Programm zu Schritt S100 weiter, wo N_c um 1 erhöht wird ($N_c = N_c + 1$).

[0046] Im Anschluß an die Ausführung von Schritt S100 erfasst ECU 11 in Schritt S110 die Winkelgeschwindigkeit ω_1 am TDC des Verdichtungshubs (deg/s). In Schritt S120 erfasst die ECU die maximale Ausdehnungshub-Winkelgeschwindigkeit ω_2 während des Ausdehnungshubs. In Schritt S130 berechnet ECU 11 die Winkelbeschleunigung $\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1$ aus der Winkelgeschwindigkeit ω_1 am TDC des Verdichtungshubs und der maximalen Winkelgeschwindigkeit ω_2 beim Ausdehnungshub. Danach kehrt das Programm zu Schritt S80 zurück. Das heißt, die Abarbeitung der Schritte S90 bis einschließlich S130 wird wiederholt, bis in Schritt S80 eine bestätigende Feststellung getroffen wird.

[0047] Wenn in Schritt S80 die bestätigende Feststellung getroffen wird ($\Delta\omega \geq \Delta\omega_L$), geht das Programm zu Schritt S140 weiter, in dem ECU 11 feststellt, dass der verwendete Kraftstoff leichter Kraftstoff ist. Danach ist das vorliegende Programm beendet.

[0048] Wenn im Gegensatz dazu in Schritt S90 im Anschluss an die negative Feststellung in Schritt S80 die bestätigende Feststellung getroffen wird ($N_c = 4$), geht das Programm zu Schritt S150 weiter, in dem die ECU 11 feststellt, dass der verwendete Kraftstoff schwerer Kraftstoff ist. Danach ist das vorliegende Programm beendet.

[0049] [Fig. 5A](#) ist ein Beispiel, das Veränderungen von Winkelgeschwindigkeiten ω (deg/s) relativ zu einem Kurbelwinkel vom Start des Ausdehnungshubs beim zweiten Mal bis zum Ende des Ausdehnungshubs beim sechsten Mal zeigt. In dem Diagramm in [Fig. 5A](#) stellt die X-Achse einen Kurbelwinkel dar, und die Y-Achse stellt die Winkelgeschwindigkeit ω dar.

[0050] [Fig. 5B](#) zeigt die Winkelbeschleunigung $\Delta\omega$ eines jeden Zylinders; diese Beschleunigung wird aus der Veränderung der Winkelgeschwindigkeit ω in [Fig. 5A](#) erhalten. In dem Diagramm in [Fig. 5B](#) stellt die X-Achse die Anzahl der Ausführungen des Ausdehnungshubs dar, was mit der X-Achse in [Fig. 5A](#) übereinstimmt, und die Y-Achse stellt die Winkelbeschleunigung $\Delta\omega$ dar.

[0051] In den [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) stehen durchgezogene Linien für schweren Kraftstoff, und gepunktete Linien stellen leichten Kraftstoff dar.

[0052] In diesem in den [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) gezeigten Beispiel ist der Zylinder mit erster Kraftstoffeinspritzung ein Zylinder, in dem die Anzahl der ausgeführten Ausdehnungshübe drei beträgt. Auch wenn irgendein beliebiger Kraftstoff (schwerer oder leichter Kraftstoff) verwendet wird, führt die ECU **11** die erste Verbrennungsbestimmung aus, indem sie die Bestimmung am Zylinder mit erster Kraftstoffeinspritzung (die Anzahl der Ausdehnungshübe ist drei) auf der Grundlage der Winkelbeschleunigung $\Delta\omega = (\omega_2 - \omega_1)/dt$ durchführt, die aus der Winkelgeschwindigkeit ω_1 am TDC des Verdichtungshubs und der maximalen Winkelgeschwindigkeit ω_2 beim Ausdehnungshub erhalten wird. Wenn leichter Kraftstoff verwendet wird, wird $\Delta\omega \geq \Delta\omega_L$ gleichzeitig mit der ersten Verbrennungsbestimmung erfüllt, und daher stellt die ECU **11** fest, dass der verwendete Kraftstoff leichter Kraftstoff ist. Wenn schwerer Kraftstoff verwendet wird, wird $\Delta\omega \geq \Delta\omega_L$ im ersten Durchgang, das heißt, innerhalb eines Zeitraums, in dem die Anzahl der Ausdehnungshübe drei bis sechs beträgt, nicht erfüllt, und daher stellt die ECU **11** fest, dass der verwendete Kraftstoff schwerer Kraftstoff ist.

[0053] [Fig. 6](#) ist ein Flussdiagramm, das eine Routine der Festlegung einer Kraftstoffeigenschaft zur Mengensteuerung der Kraftstoffeinspritzung für die Ausführung einer Bestimmung „schwerer Kraftstoff“ oder „leichter Kraftstoff“ für die Mengensteuerung der Kraftstoffeinspritzung zeigt, wobei die Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft nach der vorliegenden Erfindung verwendet wird. Diese Routine startet, wenn ein Motorschalter eingeschaltet wird.

[0054] In Schritt S101 führt die ECU **11** eine Festlegung „schwerer Kraftstoff“ als Ausgangsfestlegung durch. Das heißt, ECU **11** verwendet zuerst einen Tabellenwert für schweren Kraftstoff, der in [Fig. 2](#) gezeigt wird, wo sowohl die Tabellenwerte für schweren Kraftstoff als auch die Tabellenwerte für leichten Kraftstoff gezeigt werden. Wenn zuerst die Festlegung „leichter Kraftstoff“ in einer Situation durchgeführt wird, in der tatsächlich schwerer Kraftstoff verwendet wird, verschlechtert sich das Startverhalten des Motors. Daher wird zuerst die Festlegung „schwerer Kraftstoff“ vorgenommen.

[0055] In Schritt S102 stellt die ECU **11** fest, ob die Festlegung „schwerer Kraftstoff“ beendet ist oder nicht. Bis in Schritt S102 die bestätigende Feststellung getroffen wird, wird Schritt S102 wiederholt. Wenn in Schritt S102 die bestätigende Feststellung getroffen wird, geht das Programm zu Schritt S103 weiter.

[0056] In Schritt S103 bestimmt die ECU **11**, ob der verwendete Kraftstoff schwerer Kraftstoff, leichter Kraftstoff oder unbestimmt ist. Wenn die ECU **11** feststellt, dass der verwendete Kraftstoff schwerer Kraftstoff ist, wird diese Routine beendet, da es nicht nötig

ist, die ursprüngliche Festlegung hinsichtlich der Kraftstoffeigenschaft zu ändern. Wenn die ECU **11** feststellt, dass der verwendete Kraftstoff leichter Kraftstoff ist, geht die Routine zu Schritt S104 weiter, in dem die ECU **11** die Festlegung der Kraftstoffeigenschaft dahingehend ändert, dass sie den in [Fig. 2](#) gezeigten Tabellenwert für leichten Kraftstoff verwendet. Durch diese Veränderung der Kraftstoffeigenschaft zur Festlegung „leichter Kraftstoff“ wird der Kraftstoffverbrauch des Motors **1** verbessert.

[0057] Wenn die Kraftstoffeigenschaft unbestimmt ist, das heißt, wenn das in [Fig. 3](#) gezeigte Programm beendet wurde, nachdem in Schritt S6 die bestätigende Feststellung getroffen wurde, wird die ursprüngliche Festlegung der Kraftstoffeigenschaft auf die Eigenschaft „schwerer Kraftstoff“ beibehalten, um hauptsächlich dem Startverhalten des Motors und der Verbrennungsstabilität des Motors während des Motorbetriebs Rechnung zu tragen.

[0058] Bei dem so gestalteten ersten Ausführungsbeispiel nach der vorliegenden Erfindung und unter Berücksichtigung der Tatsache, dass der während des ersten Durchgangs eingespritzte Kraftstoff aus dem Zylinder mit erster Kraftstoffeinspritzung für das Starten des Motors hauptsächlich an einer Wand einer Einlaßöffnung anhaftet und als Wandkraftstoff verbleibt, da die Einlaßöffnung trocken war, nimmt die Masse an Wandkraftstoff zu, wenn der verwendete Kraftstoff in der Eigenschaft schwerer wird. Daher variiert eine jedem einzelnen Zylinder zugeführte Kraftstoffmenge je nach der schweren oder leichten Kraftstoffeigenschaft. Diese Variation aufgrund der Kraftstoffeigenschaft (schwer oder leicht) verursacht die Variation (große Differenz) der Grade der Veränderung der Drehzahlen zwischen schwerem Kraftstoff und leichtem Kraftstoff. Dementsprechend bestimmt die ECU **11** auf der Grundlage des Grads der Veränderung der Drehzahl (Motordrehzahl) während eines Zeitraums von einem Ausdehnungshub des Zylinders mit erster Kraftstoffeinspritzung bis zum Ausdehnungshub des Zylinders mit letzter (vierter) Kraftstoffeinspritzung im ersten Durchgang die Kraftstoffeigenschaft (schwer oder leicht) des verwendeten Kraftstoffs. Das ermöglicht eine genaue Bestimmung hinsichtlich der Kraftstoffeigenschaft (schwer oder leicht) des verwendeten Kraftstoffs innerhalb extrem kurzer Zeit vom Motorstart bis zur Beendigung des ersten Durchgangs des Zylinders mit vierter Kraftstoffeinspritzung.

[0059] Bei dem so beschaffenen ersten Ausführungsbeispiel nach der vorliegenden Erfindung wird es ferner möglich, durch Berechnung des Grads der Veränderung der Motordrehzahl, wie z. B. einer Winkelbeschleunigung auf der Grundlage der Differenz $(\omega_2 - \omega_1)$ zwischen einer Winkelgeschwindigkeit ω_1 beim Start des Ausdehnungshubs (TDC-Nachbarschaft) und einer maximalen Winkelgeschwindigkeit

beim Ausdehnungshub (oder deren Nachbarschaftswert) ω_2 , den Grad der Veränderung der Motordrehzahl genau zu erfassen. Weiterhin wird es durch Verwendung einer Winkelgeschwindigkeit an einem Punkt nahe der Zwischenposition während des Ausdehnungshubs oder einer Winkelgeschwindigkeit an einer Position nahe dem BDC während des Ausdehnungshubs (vorbestimmter Zeitpunkt nahe der maximalen Winkelgeschwindigkeit) als Nachbarschaftswert der maximalen Winkelbeschleunigung während des Ausdehnungshubs möglich, den Grad der Veränderung der Winkelgeschwindigkeit ohne weiteres zu erfassen. Insbesondere wird es durch Verwendung der Winkelgeschwindigkeit an einem Punkt nahe der Zwischenposition während des Ausdehnungshubs möglich, weiterhin den Grad der Veränderung der Drehzahl genau zu erfassen, da die Differenz zwischen dem absoluten Wert der Winkelgeschwindigkeit ω_1 beim Start des Ausdehnungshubs und dem absoluten Wert der Winkelgeschwindigkeit ω_2 . Des weiteren wird es durch Verwendung der Winkelgeschwindigkeit an einer Position nahe dem BDC während des Ausdehnungshubs möglich, die Arbeitslast während des Ausdehnungshubs sicher zu erfassen.

[0060] Mit dem ersten Ausführungsbeispiel nach der vorliegenden Erfindung wird ferner durch die Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft (schwer oder leicht) mit Hilfe des Vergleichs des Grads der Veränderung der Drehzahl mit einem vorbestimmten Grenzwert $\Delta\omega_1$ die Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft leicht ausgeführt. Ferner wird die Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft des weiteren durch Wiederholung des Vergleichs des Grads der Veränderung der Drehzahl eines jeden Zylinders mit dem Grenzwert genau ausgeführt.

[0061] Bei dem ersten Ausführungsbeispiel nach der vorliegenden Erfindung wird ferner, wenn der Grad $\Delta\omega$ der Veränderung der Drehzahl bei jedem der Zylinder innerhalb des ersten Durchgangs höher als der oder gleich dem Grenzwert $\Delta\omega_S$ wird, festgestellt, dass der verwendete Kraftstoff leichter Kraftstoff ist. Das ermöglicht die leichte Ausführung der Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft. Wenn der Grad $\Delta\omega$ der Veränderung der Drehzahl bei jedem der Zylinder innerhalb des ersten Durchgangs nicht höher als der oder gleich dem Grenzwert $\Delta\omega_S$ wird, wird des weiteren festgestellt, dass der verwendete Kraftstoff schwerer Kraftstoff ist. Das ermöglicht die genaue Ausführung der Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft.

[0062] Wenn die erste Verbrennungsbestimmung nicht innerhalb des ersten Durchgangs für alle Zylinder vorgenommen wurde, wird entschieden, dass die Eigenschaft des verwendeten Kraftstoffs nicht bestimmt werden kann, das heißt, die ECU 11 verhindert die Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft auf der Grundlage des Grads der Veränderung der Drehzahl.

Diese Vorkehrung verhindert Fehlurteile.

[0063] Bei dem ersten Ausführungsbeispiel nach der vorliegenden Erfindung wird ferner die erste Verbrennungsbestimmung auf der Grundlage des Vergleichs zwischen dem Grad der Veränderung der Drehzahl $\Delta\omega_S$ ausgeführt. Daher wird die erste Verbrennungsbestimmung durchgeführt, indem die gleichen Parameter wie die bei der Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft verwendet werden.

[0064] Unter Bezug auf [Fig. 7](#) wird ein zweites Ausführungsbeispiel des Systems zur Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft nach der vorliegenden Erfindung diskutiert.

[0065] Der Aufbau des zweiten Ausführungsbeispiels ist im Grunde der gleiche wie der des ersten Ausführungsbeispiels: Das zweite Ausführungsbeispiel nutzt ein Flussdiagramm für die in [Fig. 7](#) gezeigte Routine der Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft. Das Flussdiagramm in [Fig. 7](#) unterscheidet sich von dem in [Fig. 3](#) dadurch, dass es im Anschluß an die bestätigende Feststellung in Schritt S60 außerdem noch Schritt S160 aufweist.

[0066] Wenn in Schritt S50 die negative Feststellung getroffen wird, die anzeigt, dass in keinem Zylinder eine Verbrennung stattfindet, auch wenn die erste Verbrennungsbestimmung von $N_c = 1$ bis $N_c = 4$ wiederholt wird, das heißt, wenn innerhalb des ersten Durchgangs, in dem die Verbrennungsüberprüfung bezüglich aller Zylinder vorgenommen wurde, keine Verbrennung durchgeführt worden ist, stellt die ECU 11 dementsprechend fest, dass der verwendete Kraftstoff schwerer Kraftstoff ist.

[0067] Wenn es unmöglich ist, die Eigenschaft (schwere oder leichte Eigenschaft) von Kraftstoff aus dem Grad der Veränderung der Drehzahl bei jedem Zylinder zu bestimmen, wird in dem zweiten Ausführungsbeispiel nach der vorliegenden Erfindung angenommen, dass der Grund dafür, dass im ersten Durchgang keine erste Verbrennung verursacht wird, in einer niedrigen Verdampfungsrate des Kraftstoffs liegt. Deshalb wird im zweiten Ausführungsbeispiel in Schritt S160 festgestellt, dass der verwendete Kraftstoff schwerer Kraftstoff ist, wenn in Schritt S60 die bestätigende Feststellung getroffen worden ist. Jedoch wird, selbst wenn in Schritt S60 in [Fig. 3](#) des ersten Ausführungsbeispiels die bestätigende Feststellung getroffen wird, die Kraftstoffeigenschaftstabelle für schwerer Kraftstoff verwendet. Daher ist die eigentliche Steuerung auf der Grundlage des Flussdiagramms von [Fig. 7](#) im zweiten Ausführungsbeispiel die gleiche wie die, die im ersten Ausführungsbeispiel ausgeführt wird.

[0068] Obwohl das erste und das zweite Ausführungsbeispiel so dargestellt und beschrieben worden

sind, dass die Feststellung, ob der verwendete Kraftstoff schwerer Kraftstoff oder leichter Kraftstoff ist, aufgrund des Vergleichs des Grads der Veränderung der Drehzahl mit dem vorbestimmten Grenzwert $\Delta\omega_L$ getroffen wird, kann der Grad der Kraftstoffeigenschaft entsprechend dem Niveau des Grads der Veränderung der Drehzahl bestimmt werden.

[0069] Unter Bezug auf [Fig. 8](#) wird ein drittes Ausführungsbeispiel des Systems zur Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft nach der vorliegenden Erfindung erörtert.

[0070] Der Aufbau des dritten Ausführungsbeispiels ist im Grunde der gleiche wie der des ersten Ausführungsbeispiels. Das dritte Ausführungsbeispiel nutzt ein Flussdiagramm für die in [Fig. 8](#) gezeigte Routine der Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft. Das Flussdiagramm in [Fig. 8](#) unterscheidet sich von dem in [Fig. 3](#) dadurch, dass es vor Schritt S10 außerdem noch Schritt S5 aufweist.

[0071] Demgemäß stellt die ECU 11 in Schritt S5 zuerst fest, ob der Motor 1 in einem heißen Motorzustand gestartet wird oder nicht, das heißt, ob der Motorstart ein warmer Neustart ist oder nicht. Spezifischer ausgedrückt, erhält ECU 11 zu einem Zeit-Punkt direkt vor dem Motorstart von dem Kühlwassertemperatur-Sensor 15 eine Kühlwassertemperatur T_w und stellt fest, ob die Kühlwassertemperatur T_w höher als eine oder gleich einer vorbestimmten Temperatur T_{wh} ist, wie z. B. 70 °C. Wenn die Kühlwassertemperatur T_w höher als die oder gleich der vorbestimmten Temperatur T_{wh} ist, stellt die ECU 11 fest, dass der vorliegende Motorstart ein warmer Neustart ist. Daher stellt die ECU 11 fest, dass es unmöglich ist, die Kraftstoffeigenschaft zu bestimmen, und das Programm wird beendet, ohne die Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft auszuführen. Wenn in Schritt S5 die negative Feststellung getroffen wird, geht das Programm zu Schritt S10 weiter.

[0072] Obwohl das dritte Ausführungsbeispiel so dargestellt und beschrieben worden ist, dass die Kühlwassertemperatur T_w als ein für die Motortemperatur repräsentativer Wert genutzt wird, kann anstelle der Kühlwassertemperatur T_w eine Kraftstofftemperatur oder Öltemperatur verwendet werden. Andererseits kann die Feststellung bezüglich des warmen Neustarts getroffen werden, indem ein Motorstoppzeitraum vor dem Motorstart (entspricht einem Zeitraum von einem vorhergehenden Motorstopp bis zu einem gegenwärtigen Motorstart) gemessen wird und indem festgestellt wird, ob der Motorstoppzeitraum kürzer als ein oder gleich einem vorgegebenen Zeitraum ist oder nicht.

[0073] Mit dem so gestalteten dritten Ausführungsbeispiel nach der vorliegenden Erfindung werden die von dem ersten Ausführungsbeispiel gebotenen Vor-

teile ebenfalls erhalten. Des weiteren wird im Falle des warmen Neustarts des Motors 1 die Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft verhindert, um eine falsche Feststellung (Fehlurteil) zu vermeiden, da die Differenz der Grade der Veränderungen der Drehzahlen aufgrund der Kraftstoffeigenschaft im Falle des warmen Neustarts gering wird. Des weiteren wird die Feststellung hinsichtlich des warmen Neustarts auf der Grundlage der Kühlwassertemperatur oder des Motorstoppzeitraums vor dem Motorstart leicht ausgeführt.

[0074] Unter Bezug auf die [Fig. 9](#) und [Fig. 10](#) wird ein viertes Ausführungsbeispiel des Systems zur Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft nach der vorliegenden Erfindung erörtert.

[0075] Der Aufbau des vierten Ausführungsbeispiels ist im Grunde der gleiche wie der des ersten Ausführungsbeispiels. Das vierte Ausführungsbeispiel nutzt ein Flussdiagramm für die in [Fig. 9](#) gezeigte Routine der Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft. Das Flussdiagramm in [Fig. 9](#) unterscheidet sich von dem in [Fig. 3](#) dadurch, dass es vor Schritt S10 noch Schritt S5 und nach der bestätigenden Feststellung in Schritt S50 außerdem Schritt S55 aufweist.

[0076] Dementsprechend stellt in Schritt S5 die ECU 11 zuerst fest, ob der Motor 1 in einem heißen Motorzustand gestartet wird oder nicht, das heißt, ob der Motorstart ein warmer Neustart ist oder nicht. Spezifischer ausgedrückt, erhält die ECU 11 zu einem Zeitpunkt direkt vor dem Motorstart von dem Kühlwassertemperatur-Sensor 15 eine Kühlwassertemperatur T_w und stellt fest, ob die Kühlwassertemperatur T_w höher als eine oder gleich einer vorbestimmten Temperatur T_{wh} ist. Wenn die Kühlwassertemperatur T_w höher als die oder gleich der vorbestimmten Temperatur T_{wh} ist, stellt die ECU 11 fest, dass der vorliegende Motorstart ein warmer Neustart ist. Daher stellt die ECU 11 fest, dass es unmöglich ist, die Kraftstoffeigenschaft zu bestimmen, und das Programm wird beendet, ohne die Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft auszuführen. Wenn in Schritt S5 die negative Feststellung getroffen wird, geht das Programm zu Schritt S10 weiter.

[0077] Obwohl das vierte Ausführungsbeispiel so dargestellt und beschrieben worden ist, dass die Kühlwassertemperatur T_w als ein für die Motortemperatur repräsentativer Wert genutzt wird, kann anstelle der Kühlwassertemperatur T_w eine Kraftstofftemperatur oder Öltemperatur verwendet werden. Andererseits kann die Feststellung bezüglich des warmen Neustarts getroffen werden, indem ein Motorstoppzeitraum vor dem Motorstart (entspricht einem Zeitraum von einem vorhergehenden Motorstopp bis zu einem gegenwärtigen Motorstart) gemessen wird und indem festgestellt wird, ob der Motorstoppzeitraum kürzer als ein oder gleich einem

vorgegebenen Zeitraum ist oder nicht.

[0078] Des weiteren legt die ECU **11** in Schritt S55 nach der bestätigenden Feststellung in Schritt S50 den Grenzwert $\Delta\omega_L$ auf der Grundlage der Motor-Kühlwassertemperatur T_w fest. Spezifischer ausgedrückt, bestimmt die ECU **11** den Grenzwert $\Delta\omega_L$ aus der Motor-Kühlwassertemperatur T_w und unter Bezug auf eine in [Fig. 10](#) gezeigte Tabelle, die eine Beziehung zwischen dem Grenzwert $\Delta\omega_L$ und der Motor-Kühlwassertemperatur T_w zeigt. Der Grenzwert $\Delta\omega_L$ ist so bestimmt worden, dass Grenzwert $\Delta\omega_L$ linear ansteigt, wenn die Kühlwassertemperatur ansteigt. In [Fig. 10](#) erstreckt sich ein anwendbarer Bereich der Motor-Kühlwassertemperatur T_w von -40 °C bis 70 °C , und ein anwendbarer Bereich des Grenzwerts $\Delta\omega_L$ erstreckt sich von 30.000 deg/s^2 bis zu 100.000 deg/s^2 in bezug auf den anwendbaren Bereich der Motor-Kühlwassertemperatur T_w . Nach der Abarbeitung von Schritt S55 geht das Programm zu Schritt S80 weiter.

[0079] Mit dem so beschaffenen vierten Ausführungsbeispiel nach der vorliegenden Erfindung werden die von dem ersten Ausführungsbeispiel gebotenen Vorteile ebenfalls erhalten. Des weiteren nimmt die Veränderung der im Zylinder strömenden Kraftstoffmenge aufgrund der Kraftstoffeigenschaft ab, wenn die Motortemperatur beim Motorstart ansteigt und wenn die im Zylinder strömende Kraftstoffmenge zunimmt. Obwohl diese Veränderung das Fehlurteil in bezug auf die Kraftstoffeigenschaft verursacht, wird es möglich, die Bestimmungsgenauigkeit in hohem Grade aufrechtzuerhalten, indem der Grenzwert $\Delta\omega_L$ in Abhängigkeit vom Motortemperaturzustand, wie z. B. von der Kühlwassertemperatur T_w , verändert wird.

[0080] Unter Bezug auf die [Fig. 11](#), [Fig. 12A](#) und [Fig. 12B](#) wird ein fünftes Ausführungsbeispiel des Systems zur Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft nach der vorliegenden Erfindung erörtert.

[0081] Der Aufbau des fünften Ausführungsbeispiels ist im Grunde der gleiche wie der des ersten Ausführungsbeispiels. Das fünfte Ausführungsbeispiel nutzt ein Flussdiagramm für die in [Fig. 11](#) gezeigte Routine der Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft. Das Flussdiagramm in [Fig. 11](#) unterscheidet sich von dem in [Fig. 3](#) dadurch, dass es zwischen den Schritten S50 und S80 noch die Schritte S72, S74 und S76 aufweist.

[0082] Nach der bestätigenden Feststellung in Schritt S50 stellt die ECU **11** in Schritt S72 fest, ob $N_c = 1$ oder nicht, das heißt, ob ein Zylinder, bei dem die Kraftstoffeinspritzung durchgeführt wird, ein Zylinder mit erster Kraftstoffeinspritzung des Vierzylindermotors **1** ist oder nicht. Mit anderen Worten: Die ECU **11** stellt fest, ob der in der Kraftstoffeigenschaft zu be-

stimmende Zylinder ein Zylinder mit erster Kraftstoffeinspritzung ist oder nicht. Wenn die Feststellung in Schritt S72 bestätigend erfolgt ($N_c = 1$), geht das Programm zu Schritt S74 weiter, in dem die ECU **11** einen relativ großen Wert $\Delta\omega_{L1}$, wie z. B. 100.000 deg/s^2 , für den Grenzwert $\Delta\omega_L$ ansetzt. Wenn die Feststellung in Schritt S72 negativ ist, das heißt, der Kraftstoffeinspritzungs-Zylinder ist ein zweiter oder späterer Zylinder, ist die Kraftstoffeinspritzung eine Auslaßhub-Einspritzung. Daher geht das Programm zu Schritt S76 weiter, in dem die ECU **11** einen relativ niedrigen Wert $\Delta\omega_{L2}$, wie z. B. 80.000 deg/s^2 , für den Grenzwert $\Delta\omega_L$ ansetzt, wobei $\Delta\omega_{L1} > \Delta\omega_{L2}$. Nach der Abarbeitung von Schritt S74 oder S76 geht das Programm zu Schritt S80 weiter.

[0083] Mit dem so gestalteten fünften Ausführungsbeispiel nach der vorliegenden Erfindung werden die von dem ersten Ausführungsbeispiel gebotenen Vorteile ebenfalls erhalten. Des weiteren ist der Zylinder mit erster Kraftstoffeinspritzung, wie in den [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) gezeigt wird, ein Zylinder, bei dem die Anzahl der Ausdehnungshübe drei beträgt. Auch wenn irgendein beliebiger Kraftstoff (schwerer oder leichter Kraftstoff) verwendet wird, führt die ECU **11** die erste Verbrennungsbestimmung aus, indem sie die Bestimmung am Zylinder mit erster Kraftstoffeinspritzung (die Anzahl der Ausdehnungshübe ist drei) auf der Grundlage der Winkelbeschleunigung $\Delta\omega = (\omega_2 - \omega_1)/dt$ durchführt, die aus der Winkelgeschwindigkeit ω_1 am TDC des Verdichtungshubs und der maximalen Winkelgeschwindigkeit ω_2 beim Ausdehnungshub erhalten wird.

[0084] Wenn $\Delta\omega > \Delta\omega_{L1}$ gleichzeitig mit der ersten Verbrennungsbestimmung erfüllt wird oder wenn $\Delta\omega > \Delta\omega_{L2}$ bei einem von dem zweiten, dritten oder vierten Zylinder erfüllt wird (die Anzahl der Ausdehnungshübe liegt in einem Bereich von 4 bis 6), stellt die ECU **11** fest, dass der verwendete Kraftstoff leichter Kraftstoff ist. Wenn andererseits der verwendete Kraftstoff schwerer Kraftstoff ist, wird $\Delta\omega > \Delta\omega_{L1}$ nicht gleichzeitig mit der ersten Verbrennungsbestimmung erfüllt, und $\Delta\omega > \Delta\omega_{L2}$ wird nicht bei einem von dem zweiten, dritten oder vierten Zylinder erfüllt (die Anzahl der Ausdehnungshübe liegt in einem Bereich von 4 bis 6). Deshalb stellt die ECU **11** fest, dass der verwendete Kraftstoff schwerer Kraftstoff ist.

[0085] Der Grund für die Veränderung des Grenzwerts $\Delta\omega_L$ im Zylinder mit erster Kraftstoffeinspritzung (Zylinder mit Kraftstoffeinspritzung beim Einlaßhub) und dem Kraftstoffeinspritzungs-Zylinder danach ist der, dass die im Zylinder strömende Kraftstoffmenge zunimmt, da der Zylinder mit erster Kraftstoffeinspritzung ein Einlaßhub-Zylinder ist. Da jedoch die Zeit für die Verdampfung des Kraftstoffs kurz ist, wird die Differenz des Grads der Veränderung der Drehzahl aufgrund des Unterschieds der Kraftstoffeigenschaft gering.

[0086] Spezifischer ausgedrückt, wie in [Fig. 12A](#) gezeigt, sind im Falle der Einlaßhub-Kraftstoffeinspritzung ein Bereich der Veränderung des abgeschätzten Grads $\Delta\omega$ der Veränderung der Drehzahl in der Situation, in der schwerer Kraftstoff verwendet wird, und ein Bereich der Veränderung des abgeschätzten Grads $\Delta\omega$ der Veränderung der Drehzahl in der Situation, in der leichter Kraftstoff verwendet wird, teilweise überlappt, da die Differenz zwischen ihnen gering ist. Es ist daher schwierig, die Kraftstoffeigenschaft des verwendeten Kraftstoffs genau zu bestimmen. Demzufolge wird der Grenzwert der Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft auf einen relativ hohen Wert $\Delta\omega L1$ festgesetzt, der größer ist als der Veränderungsbereich des abgeschätzten Grads der Veränderung der Drehzahl.

[0087] Das bedeutet, wenn irrtümlich festgestellt wird, dass der verwendete Kraftstoff leichter Kraftstoff ist, auch wenn der verwendete Kraftstoff tatsächlich schwerer Kraftstoff ist, verschlechtert sich die Arbeitsweise des Motors (Fahrverhalten). Um eine solche Verschlechterung der Arbeitsweise des Motors (Fahrverhalten) zu verhindern, wird daher der Grenzwert für die Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft auf den relativ hohen Wert $\Delta\omega L1$ festgesetzt. Wenn festgestellt wird, dass der verwendete Kraftstoff schwerer Kraftstoff ist, auch wenn der tatsächlich verwendete Kraftstoff leichter Kraftstoff ist, verschlechtert sich das Fahrverhalten im allgemeinen nicht, obwohl der Kraftstoffverbrauch ungünstiger wird. Das heißt, wenn es schwierig ist, die Kraftstoffeigenschaft zu bestimmen, ist das System zur Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft nach der vorliegenden Erfindung grundsätzlich so angelegt, dass es den verwendeten Kraftstoff als schweren Kraftstoff bestimmt. In diesem fünften Ausführungsbeispiel wird, wenn der Grad $\Delta\omega$ der Veränderung der Drehzahl höher als der Grenzwert $\Delta\omega L$ wird, direkt festgelegt, dass der verwendete Kraftstoff leichter Kraftstoff ist. Wenn jedoch der Grad $\Delta\omega$ nicht höher als der Grenzwert $\Delta\omega L$ wird, wird nicht direkt festgelegt, dass der verwendete Kraftstoff schwerer Kraftstoff ist. Indem ein Grenzwert für den Zylinder mit erster Kraftstoffeinspritzung (Zylinder mit Kraftstoffeinspritzung beim Einlaßhub) auf einen relativ hohen Wert festgesetzt wird, wird es daher möglich, die Fehlbeurteilung der Kraftstoffeigenschaft zu verhindern und die Bestimmungsgenauigkeit zu verbessern.

[0088] Auf der anderen Seite sind, wie in [Fig. 12B](#) gezeigt wird, im Falle der Auslaßhub-Kraftstoffeinspritzung ein Bereich der Veränderung des abgeschätzten Grads $\Delta\omega$ der Veränderung der Drehzahl bei Verwendung von schwerem Kraftstoff und ein Bereich der Veränderung des abgeschätzten Grads $\Delta\omega$ der Veränderung der Drehzahl in der Situation, in der leichter Kraftstoff verwendet wird, getrennt positioniert, da die Differenz zwischen ihnen groß ist. Es wird daher leicht, die Kraftstoffeigenschaft des ver-

wendeten Kraftstoffs genau zu bestimmen. Demzufolge wird der Grenzwert der Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft auf einen relativ niedrigen Wert $\Delta\omega L2$ festgesetzt, der kleiner ist als der Wert $\Delta\omega L1$ und der ein Zwischenwert zwischen dem Bereich der Veränderung des abgeschätzten Grads der Veränderung der Drehzahl bei Verwendung von schwerem Kraftstoff und dem Bereich der Veränderung des abgeschätzten Grads $\Delta\omega$ der Veränderung der Drehzahl bei Verwendung von leichtem Kraftstoff ist.

[0089] Mit dem so beschaffenen fünften Ausführungsbeispiel nach der vorliegenden Erfindung werden die von dem ersten Ausführungsbeispiel gebotenen Vorteile ebenfalls erhalten. Bei dem Zylinder, in dem die Kraftstoffeinspritzung während des Einlaßhubs im ersten Durchgang durchgeführt wird, wie z. B. dem Zylinder mit erster Kraftstoffeinspritzung, wird des weiteren die Differenz des Grads der Veränderung der Drehzahl aufgrund der Kraftstoffeigenschaft gering im Vergleich zu dem Fall des Zylinders, bei dem die Kraftstoffeinspritzung während eines anderen Hubs als dem Einlaßhub durchgeführt wird. Daher besteht die Möglichkeit, dass eine irrtümliche Bestimmung hinsichtlich der Kraftstoffeigenschaft vorgenommen wird. Durch Veränderung des Grenzwerts $\Delta\omega L$ in Abhängigkeit davon, ob der zu überprüfende Zylinder ein Zylinder ist, bei dem die Kraftstoffeinspritzung während des Einlaßhubs erfolgt, oder ein Zylinder, bei dem die Kraftstoffeinspritzung während eines anderen Hubs (Auslaßhub) als dem Einlaßhub erfolgt, wird jedoch die Diagnosegenauigkeit in bezug auf die Kraftstoffeigenschaft verbessert. Genauer gesagt, indem der Grenzwert $\Delta\omega L1$ für den Grad $\Delta\omega$ der Veränderung der Drehzahl bei dem Zylinder, bei dem die Kraftstoffeinspritzung während des Einlaßhubs erfolgt, so festgesetzt wird, dass er größer ist als der Grenzwert $\Delta\omega L2$ für den Grad $\Delta\omega$ der Veränderung der Drehzahl bei dem Zylinder, bei dem die Kraftstoffeinspritzung während der anderen Hübe außer dem Einlaßhub erfolgt, wird die Diagnosegenauigkeit verbessert.

[0090] Wenn im Falle des Zylinders, bei dem die Kraftstoffeinspritzung während des Einlaßhubs erfolgt, der Bereich der Veränderung des abgeschätzten Grads $\Delta\omega$ der Veränderung der Drehzahl in der Situation, in der schwerer Kraftstoff verwendet wird, und der Bereich der Veränderung des abgeschätzten Grads $\Delta\omega$ der Veränderung der Drehzahl in der Situation, in der leichter Kraftstoff verwendet wird, teilweise überlappt sind, wird des weiteren der Grenzwert $\Delta\omega L$ auf einen Wert festgesetzt, der größer ist als der Bereich der Veränderung des abgeschätzten Grads $\Delta\omega$ der Veränderung der Drehzahl bei Verwendung von schwerem Kraftstoff. Genau das verbessert die Genauigkeit der Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft.

[0091] Unter Bezug auf [Fig. 13](#) wird ein sechstes

Ausführungsbeispiel des Systems zur Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft nach der vorliegenden Erfindung erörtert.

[0092] Der Aufbau des sechsten Ausführungsbeispiels ist im Grunde der gleiche wie der des ersten Ausführungsbeispiels. Das sechste Ausführungsbeispiel nutzt ein Flussdiagramm für die in [Fig. 13](#) gezeigte Routine der Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft. Das Flussdiagramm in [Fig. 13](#) unterscheidet sich von dem in [Fig. 3](#) dadurch, dass es nach der bestätigenden Feststellung in Schritt S50 noch Schritt S72 aufweist.

[0093] Nach der bestätigenden Feststellung in Schritt S50 stellt die ECU **11** in Schritt S72 fest, ob $N_c = 1$ oder nicht, das heißt, ob ein Zylinder, in dem die Kraftstoffeinspritzung durchgeführt wird, ein Zylinder mit erster Kraftstoffeinspritzung des Vierzylindermotors **1** ist oder nicht. Mit anderen Worten: Die ECU **11** stellt fest, ob der in der Kraftstoffeigenschaft zu bestimmende Zylinder ein Zylinder mit erster Kraftstoffeinspritzung ist oder nicht. Wenn die Feststellung in Schritt S72 bestätigend erfolgt ($N_c = 1$), springt das Programm zu Schritt S100, in dem die ECU **11** N_c um 1 erhöht ($N_c = N_c + 1$). Wenn die Feststellung in Schritt S72 negativ ausfällt, das heißt, dass der Kraftstoffeinspritzungs-Zylinder ein zweiter oder ein späterer Zylinder ist, ist die Kraftstoffeinspritzung eine Auslaßhub-Kraftstoffeinspritzung. Daher geht das Programm zu Schritt S80 weiter, in dem die ECU **11** feststellt, ob $\Delta\omega \geq \Delta\omega_L$ oder nicht, indem sie die Winkelbeschleunigung $\Delta\omega$, die den Grad der Veränderung der Drehzahl bei jedem Zylinder anzeigt und die in Schritt S40 berechnet wird, mit dem vorbestimmten Grenzwert $\Delta\omega_L$ vergleicht, der größer als $\Delta\omega_S$ ist und dem Wert $\Delta\omega_{L2}$ entspricht, der in den [Fig. 12A](#) und [Fig. 12B](#) dargestellt ist. Wenn in Schritt S80 die negative Feststellung getroffen wird, geht das Programm zu Schritt S90 weiter. Wenn in Schritt S80 die Feststellung bestätigend ausfällt, geht das Programm zu Schritt S140 weiter.

[0094] In Schritt S90 stellt die ECU **11** fest, ob $N_c = 4$ erfüllt ist oder nicht, das heißt, die ECU **11** stellt fest, ob der vierte Zylinder überprüft wird oder nicht. Wenn die Antwort in Schritt S90 negativ ausfällt, geht das Programm zu Schritt S100 weiter, in dem N_c um 1 erhöht wird ($N_c = N_c + 1$).

[0095] In Schritt S110 erfasst die ECU **11** im Anschluß an die Abarbeitung von Schritt S100 die Winkelgeschwindigkeit ω_1 (deg/s) am Verdichtungs-TDC. In Schritt S120 erfasst die ECU die maximale Ausdehnungshub-Winkelgeschwindigkeit ω_2 während des Ausdehnungshubs. In Schritt S130 berechnet die ECU **11** die Winkelbeschleunigung $\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1$ aus der Winkelgeschwindigkeit ω_1 (deg/s) am Verdichtungs-TDC und der maximalen Ausdehnungshub-Winkelgeschwindigkeit ω_2 . Danach kehrt

das Programm zu Schritt S80 zurück. Das heißt, die Abarbeitung der Schritte S90 bis einschließlich S130 wird wiederholt, bis in Schritt S80 die bestätigende Feststellung getroffen wird.

[0096] Wenn in Schritt S80 die bestätigende Feststellung getroffen wird ($\Delta\omega \geq \Delta\omega_L$), geht das Programm zu Schritt S140 weiter, in dem die ECU **11** feststellt, dass der verwendete Kraftstoff leichter Kraftstoff ist. Danach wird das vorliegende Programm beendet. Im Gegensatz dazu geht das Programm, wenn im Anschluß an die negative Feststellung in Schritt S80 in Schritt S90 die Antwort bestätigend ausfällt ($N_c = 4$), zu Schritt S150 weiter, in dem die ECU **11** feststellt, dass der verwendete Kraftstoff schwerer Kraftstoff ist. Danach wird das vorliegende Programm beendet.

[0097] Mit dem so beschaffenen sechsten Ausführungsbeispiel nach der vorliegenden Erfindung werden die von dem fünften Ausführungsbeispiel gebotenen Vorteile ebenfalls erhalten. Da ferner das sechste Ausführungsbeispiel so gestaltet ist, dass es die Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft verhindert, wenn der zu überprüfende Zylinder ein Zylinder ist, in dem die Kraftstoffeinspritzung während des Einlaßhubs des ersten Durchgangs vorgenommen wird, und dass es die Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft ausführt, wenn der zu überprüfende Zylinder ein Zylinder ist, in dem die Kraftstoffeinspritzung während eines anderen Hubs als dem Einlaßhub im ersten Durchgang vorgenommen wird, wird es möglich, die Fehlbeurteilung aufgrund der Verringerung der Differenz zwischen den Graden der Veränderung der jeweiligen Drehzahlen in den jeweiligen Situationen der Verwendung von schwerem Kraftstoff oder leichtem Kraftstoff zu verhindern. Da das sechste Ausführungsbeispiel nach der vorliegenden Erfindung so beschaffen ist, dass die Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft auf der Grundlage des Grads der Veränderung der Drehzahl bei dem Zylinder ausgeführt wird, in dem die Kraftstoffeinspritzung während eines anderen Hubs als dem Einlaßhub durchgeführt wird, wie z. B. während des Auslaßhubs, wird es weiterhin möglich, die Genauigkeit der Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft zu verbessern.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeigenschaft-Bestimmungseinrichtung für eine Brennkraftmaschine (**1**), aufweisend eine Steuerungseinheit (**11**), konfiguriert, um eine Kraftstoffeigenschaft zu bestimmen, die anzeigt, dass der verwendete Kraftstoff schwer oder leicht ist, bei Verwendung auf der Grundlage der Motordrehzahl beim Motorstart, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerungseinheit (**11**) konfiguriert ist, um die Kraftstoffeigenschaft zu bestimmen, angezeigt auf der Grundlage eines Veränderungsgrades einer Drehzahl während eines Zeitraums von einem Ausdeh-

nungshub eines Zylinders mit erster Kraftstoffeinspritzung beim Motorstart bis zu einem Ausdehnungshub eines Zylinders mit letzter Kraftstoffeinspritzung in einem ersten Durchgang bezüglich aller Zylinder des Motors.

2. Kraftstoffeigenschaft-Bestimmungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Grad der Veränderung der Drehzahl auf der Grundlage einer Differenz zwischen einer Winkelgeschwindigkeit zum Startzeitpunkt eines Ausdehnungshubes und entweder einer maximalen Winkelgeschwindigkeit während des Ausdehnungshubes, oder einer Winkelgeschwindigkeit zu einem vorbestimmten Zeitpunkt nahe zu der maximalen Winkelgeschwindigkeit, bezüglich zumindest einem Zylinder des Motors berechnet wird.

3. Kraftstoffeigenschaft-Bestimmungseinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit außerdem konfiguriert ist, eine Winkelgeschwindigkeit nahe einer Zwischenposition des Ausdehnungshubes als den vorbestimmten Zeitpunkt nahe zu der maximalen Winkelgeschwindigkeit zu erhalten.

4. Kraftstoffeigenschaft-Bestimmungseinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit außerdem konfiguriert ist, eine Winkelgeschwindigkeit nahe eines unteren Totpunktes während des Ausdehnungshubes als den vorbestimmten Zeitpunkt nahe zu der maximalen Winkelgeschwindigkeit zu erhalten.

5. Kraftstoffeigenschaft-Bestimmungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit außerdem konfiguriert ist, die Kraftstoffeigenschaft durch Vergleichen des Grades der Veränderung der Drehzahl mit einem ersten Grenzwert zu bestimmen.

6. Kraftstoffeigenschaft-Bestimmungseinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit außerdem konfiguriert ist, den Grad der Veränderung der Drehzahl bezüglich jedes Zylinders des Motors zu berechnen, und den Vergleich zwischen dem Grad der Veränderung der Drehzahl bezüglich jedes Zylinders mit dem ersten Grenzwert für alle Zylinder des Motors zu wiederholen.

7. Kraftstoffeigenschaft-Bestimmungseinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit außerdem konfiguriert ist zu bestimmen, dass der verwendete Kraftstoff leicht ist, wenn der Grad der Veränderung der Drehzahl bei einem aller Zylinder innerhalb des ersten Durchgangs von dem ersten Zylinder zu dem letzten Zylinder des Motors größer als der erste Grenzwert ist.

8. Kraftstoffeigenschaft-Bestimmungseinrichtung

nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit außerdem konfiguriert ist zu bestimmen, dass der verwendete Kraftstoff schwer ist, wenn der Grad der Veränderung der Drehzahl bei jedem Zylinder innerhalb des ersten Durchgangs von dem ersten Zylinder zu dem letzten Zylinder des Motors nicht größer als der erste Grenzwert ist.

9. Kraftstoffeigenschaft-Bestimmungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit außerdem konfiguriert ist, eine erste Verbrennungsbestimmung auszuführen und die Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft auf der Grundlage des Grades der Veränderung der Drehzahl zu verbieten, wenn festgestellt wird, dass die erste Verbrennung, die ausgeführt wurde, nicht innerhalb des ersten Durchgangs von dem ersten Zylinder zu dem letzten Zylinder vorgenommen wurde.

10. Kraftstoffeigenschaft-Bestimmungseinrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit außerdem konfiguriert ist zu bestimmen, dass der verwendete Kraftstoff schwer ist, wenn die Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft auf der Grundlage des Grades der Veränderung der Drehzahl verhindert wurde.

11. Kraftstoffeigenschaft-Bestimmungseinrichtung nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit außerdem konfiguriert ist, die erste Verbrennungsbestimmung auf der Grundlage des Vergleichs auszuführen zwischen dem Grad der Veränderung der Drehzahl bei jedem Zylinder und einem zweiten Grenzwert, der kleiner ist, als der erste Grenzwert, für die Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft.

12. Kraftstoffeigenschaft-Bestimmungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit außerdem konfiguriert ist, die Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft auf der Grundlage des Grades der Veränderung der Drehzahl zu verhindern, wenn der Motor in einem Hochtemperaturzustand gestartet wird.

13. Kraftstoffeigenschaft-Bestimmungseinrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit außerdem konfiguriert ist zu bestimmen, dass der Motor in den Hochtemperaturzustand gebracht worden ist, wenn eine Motor-Kühlwassertemperatur höher als eine vorbestimmte Temperatur zum Motorstartzeitpunkt ist.

14. Kraftstoffeigenschaft-Bestimmungseinrichtung nach einem der Ansprüche 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit außerdem konfiguriert ist, zu bestimmen, dass der Motor in den Hochtemperaturzustand gebracht worden ist, wenn ein Motorstoppzeitraum bis zum Motorstart kürzer als

ein festgelegter Zeitraum ist.

15. Kraftstoffeigenschaft-Bestimmungseinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit außerdem konfiguriert ist, den ersten Grenzwert für die Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft entsprechend des Motortemperaturzustandes zu verändern.

16. Kraftstoffeigenschaft-Bestimmungseinrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit außerdem konfiguriert ist, den ersten Grenzwert für die Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft zu erhöhen, wie eine Temperatur, die den Motortemperaturzustand anzeigt, sich erhöht.

17. Kraftstoffeigenschaft-Bestimmungseinrichtung nach einem der Ansprüche 15 oder 16, wobei die Steuereinheit außerdem konfiguriert ist, eine Motorkühlwassertemperatur als eine Temperatur, die den Motortemperaturzustand anzeigt, zu erhalten.

18. Kraftstoffeigenschaft-Bestimmungseinrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit außerdem konfiguriert ist, die Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft auf der Grundlage des Grades der Veränderung der Drehzahl zu verhindern, wenn der Motor in einem Hochtemperaturzustand gestartet wird.

19. Kraftstoffeigenschaft-Bestimmungseinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit außerdem konfiguriert ist, den ersten Grenzwert für die Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft danach zu verändern, ob der Zylinder, der überprüft wird, ein Zylinder ist, in dem die Kraftstoffeinspritzung während des Einlasshubes des ersten Durchgangs ausgeführt wird, oder ein Zylinder ist, in dem die Kraftstoffeinspritzung während des anderen Hubes, außerhalb des Einlasshubes in dem ersten Durchgang, ausgeführt wird.

20. Kraftstoffeigenschaft-Bestimmungseinrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit außerdem konfiguriert ist, den ersten Grenzwert der Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft bei dem Zylinder festzulegen, in dem die Kraftstoffeinspritzung während des Einlasshubes mit einem Wert größer als der Grenzwert für die Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft an dem Zylinder ausgeführt wird, in dem die Kraftstoffeinspritzung während des anderen Hubes außerhalb des Einlasshubes, ausgeführt wird.

21. Kraftstoffeigenschaft-Bestimmungseinrichtung nach einem der Ansprüche 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit außerdem konfiguriert ist, den ersten Grenzwert relativ zu dem Grad der Veränderung der Drehzahl bei dem Zylinder festzulegen, in dem die Einlasshub-Kraftstoffeinsprit-

zung mit einem Wert größer als ein Veränderungsbe-
reich des abgeschätzten Grades $\Delta\omega$ der Veränderung der Drehzahl in einer Situation ausgeführt wird, die schweren Kraftstoff verwendet, wenn der Veränderungsbe-
reich des abgeschätzten Grades $\Delta\omega$ der Veränderung der Drehzahl in der Situation schweren Kraftstoff verwendet und ein Bereich der Veränderung des abgeschätzten Grades $\Delta\omega$ der Veränderung der Drehzahl in einer Situation, die leichten Kraftstoff verwendet, teilweise bei dem Zylinder überlappt sind, in dem die Einlasshub-Kraftstoffeinspritzung ausgeführt wird.

22. Kraftstoffeigenschaft-Bestimmungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit außerdem konfiguriert ist, die Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft zu verhindern, wenn der Zylinder, der zu prüfen ist, ein Zylinder ist, in dem die Kraftstoffeinspritzung während des Einlasshubes des ersten Durchgangs ausgeführt wird, und um die Bestimmung der Kraftstoffeigenschaft auszuführen, wenn der Zylinder, der zu prüfen ist, ein Zylinder ist, in dem die Kraftstoffeinspritzung während des anderen Hubes außerhalb für den Einlasshub in dem ersten Durchgang, ausgeführt wird.

23. Kraftstoffeigenschaft-Bestimmungseinrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass der Zylinder, in dem die Kraftstoffeinspritzung während des Einlasshubes ausgeführt wird, ein erster Zylinder mit Kraftstoffeinspritzung ist.

24. Kraftstoffeigenschaft-Bestimmungseinrichtung nach einem der Ansprüche 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, dass der Zylinder, in den die Kraftstoffeinspritzung während des anderen Hubes außerhalb des Einlasshubes, ausgeführt wird, ein Zylinder ist, in dem die Kraftstoffeinspritzung während des Auslasshubes ausgeführt wird.

25. Kraftstoffeigenschaft-Bestimmungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (11) konfiguriert ist, um: einen Grad der Veränderung der Drehzahl während des Zeitraums zu erfassen, der einen vorbestimmten Hub eines Zylinders aufweist, der in die erste Kraftstoffeinspritzung involviert ist, und eine Kraftstoffeigenschaft zu bestimmen, die eine spezifisches Gewicht des verwendeten Kraftstoffes auf der Grundlage des Grades der Veränderung der Drehzahl repräsentiert.

26. Kraftstoffeigenschaft-Bestimmungseinrichtung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass der festgelegte Hub ein Ausdehnungshub ist.

27. Verfahren zum Bestimmen einer Kraftstoffeigenschaft des verwendeten Kraftstoffes für eine Brennkraftmaschine, aufweisend:
Bestimmen einer Kraftstoffeigenschaft, die anzeigt,

ob der verwendete Kraftstoff schwer oder leicht ist auf der Grundlage der Motordrehzahl beim Motorstart, gekennzeichnet durch

Bestimmen der Kraftstoffeigenschaft auf der Grundlage des Grades der Veränderung einer Drehzahl während eines Zeitraumes von einem Ausdehnungshub eines Zylinders mit erster Kraftstoffeinspritzung beim Motorstart bis zu einem Ausdehnungshub eines Zylinders mit letzter Kraftstoffeinspritzung in einem ersten Durchgang bezüglich aller Zylinder des Motors.

Es folgen 13 Blatt Zeichnungen

FIG.1

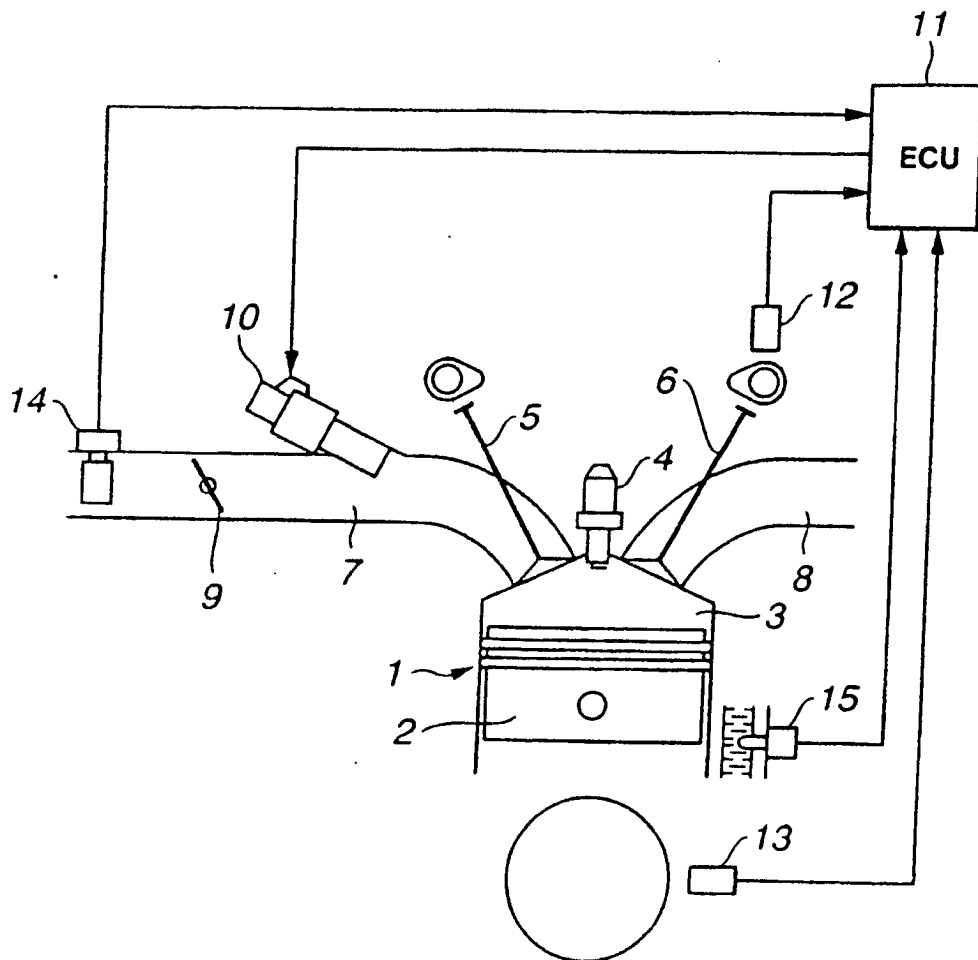


FIG.2

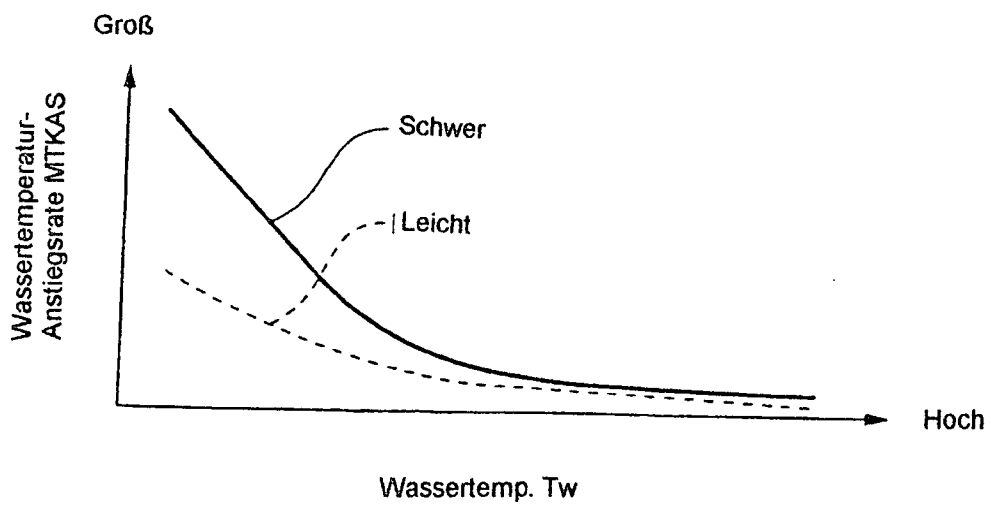


FIG.3

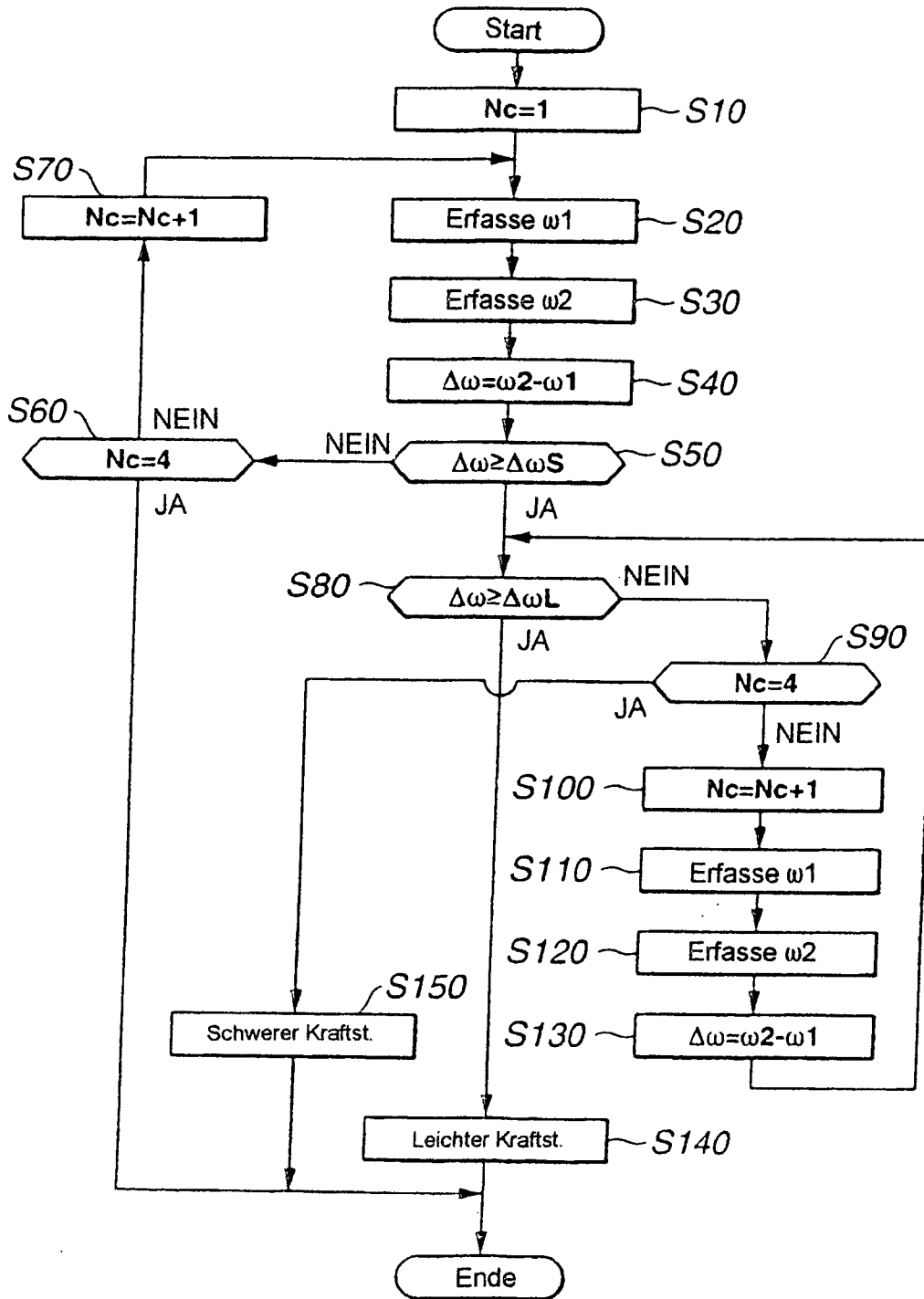
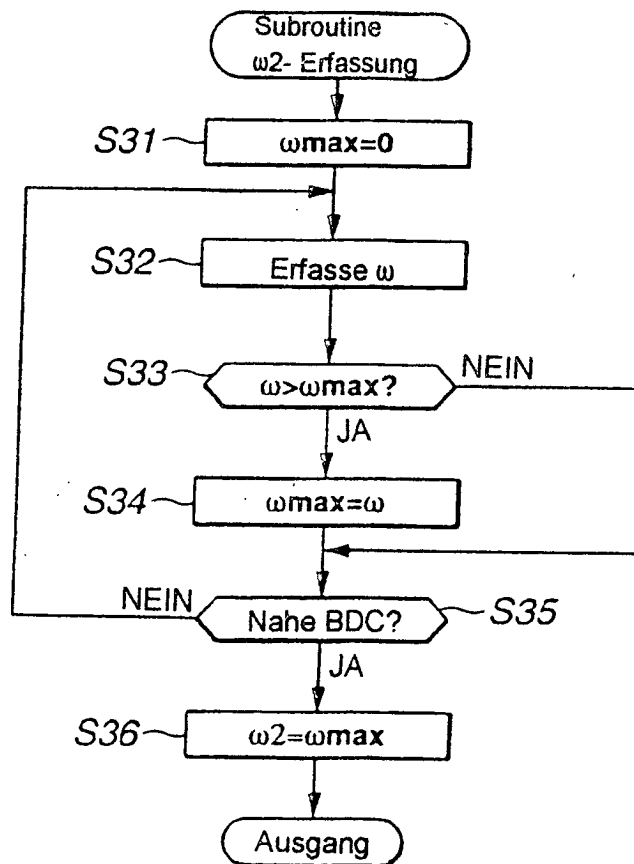


FIG.4



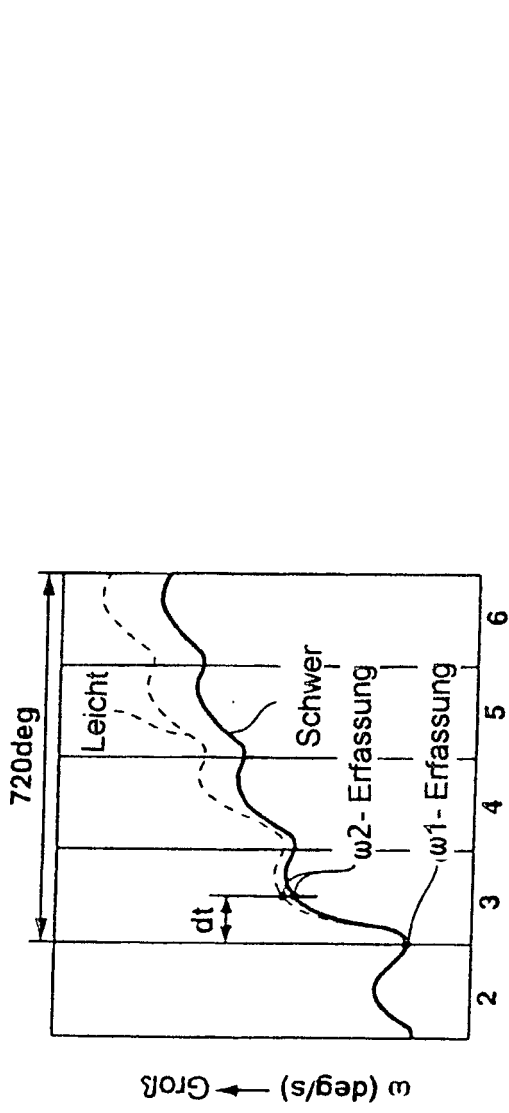


FIG. 5A

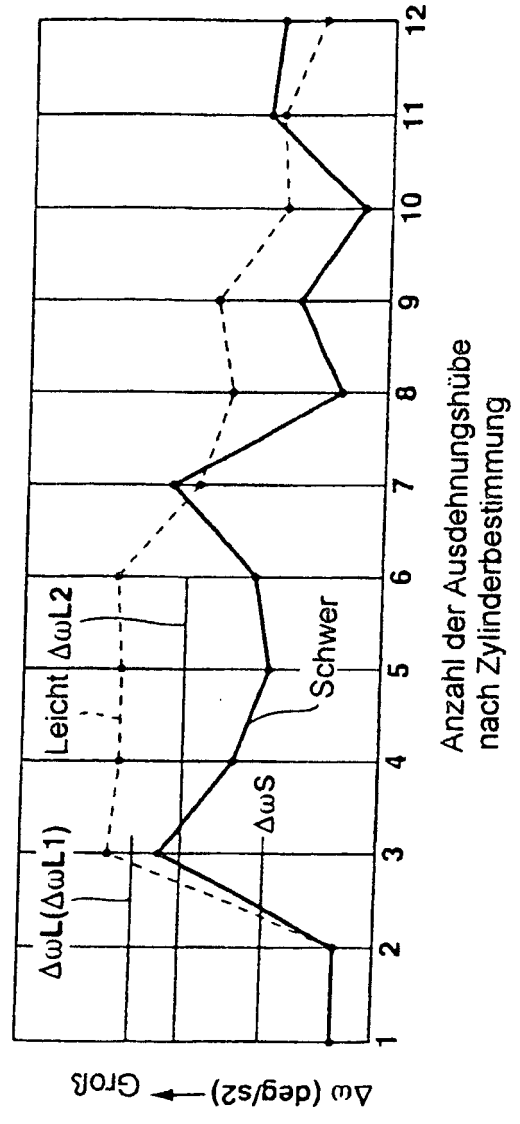


FIG. 5B

FIG.6

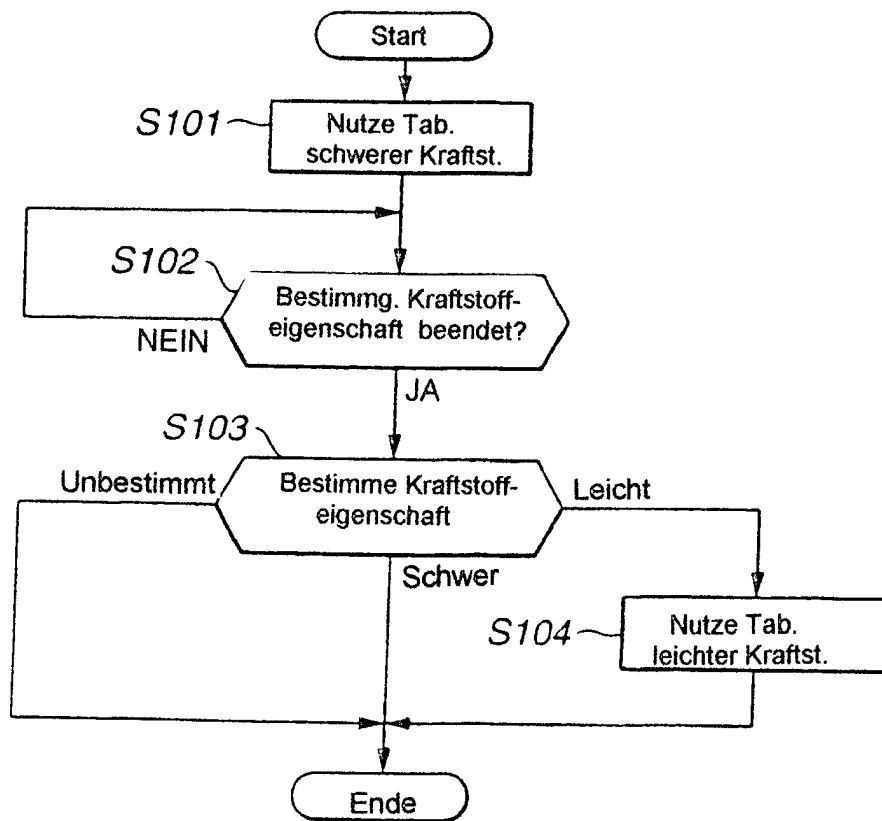


FIG.7

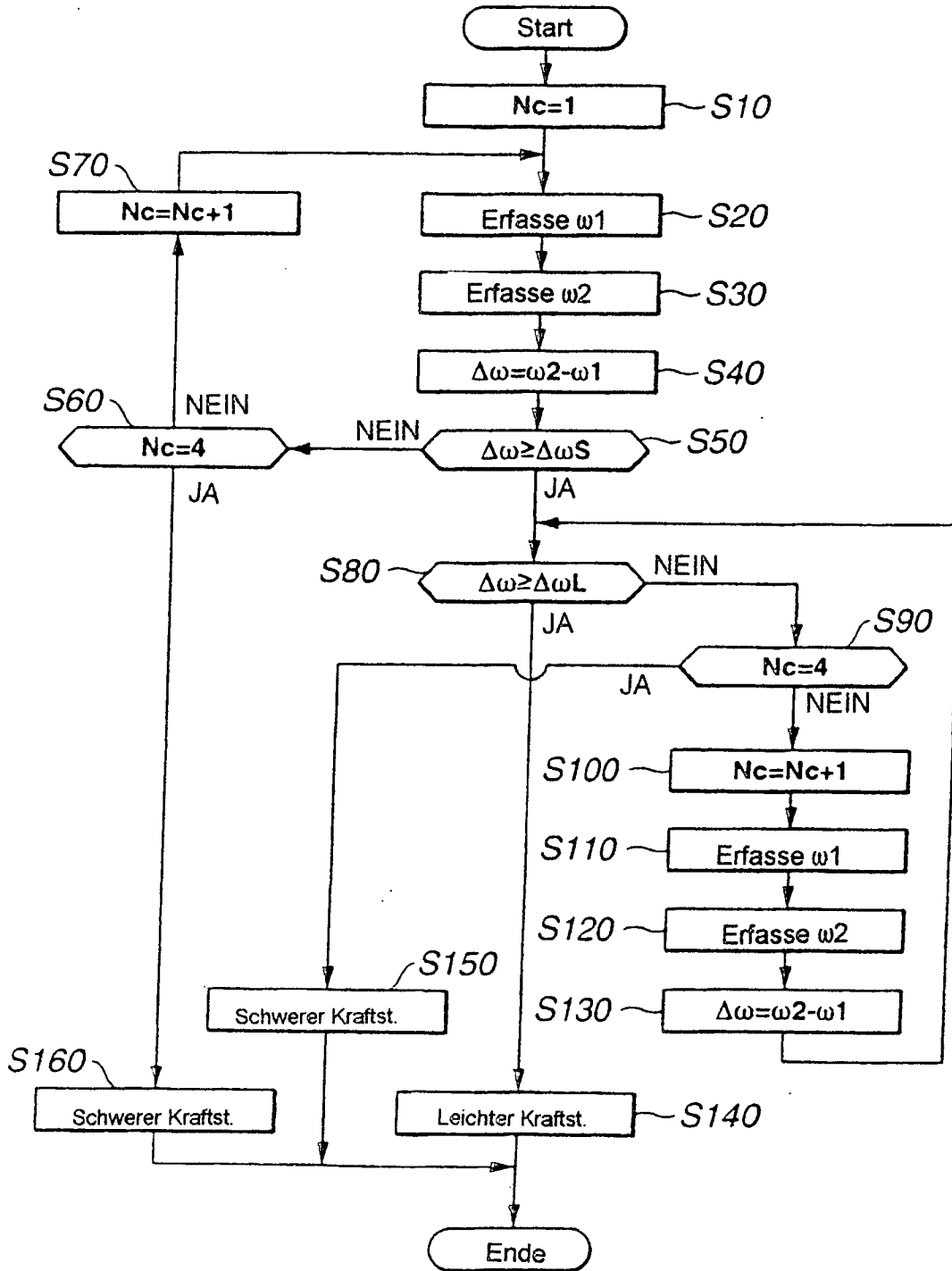


FIG.8

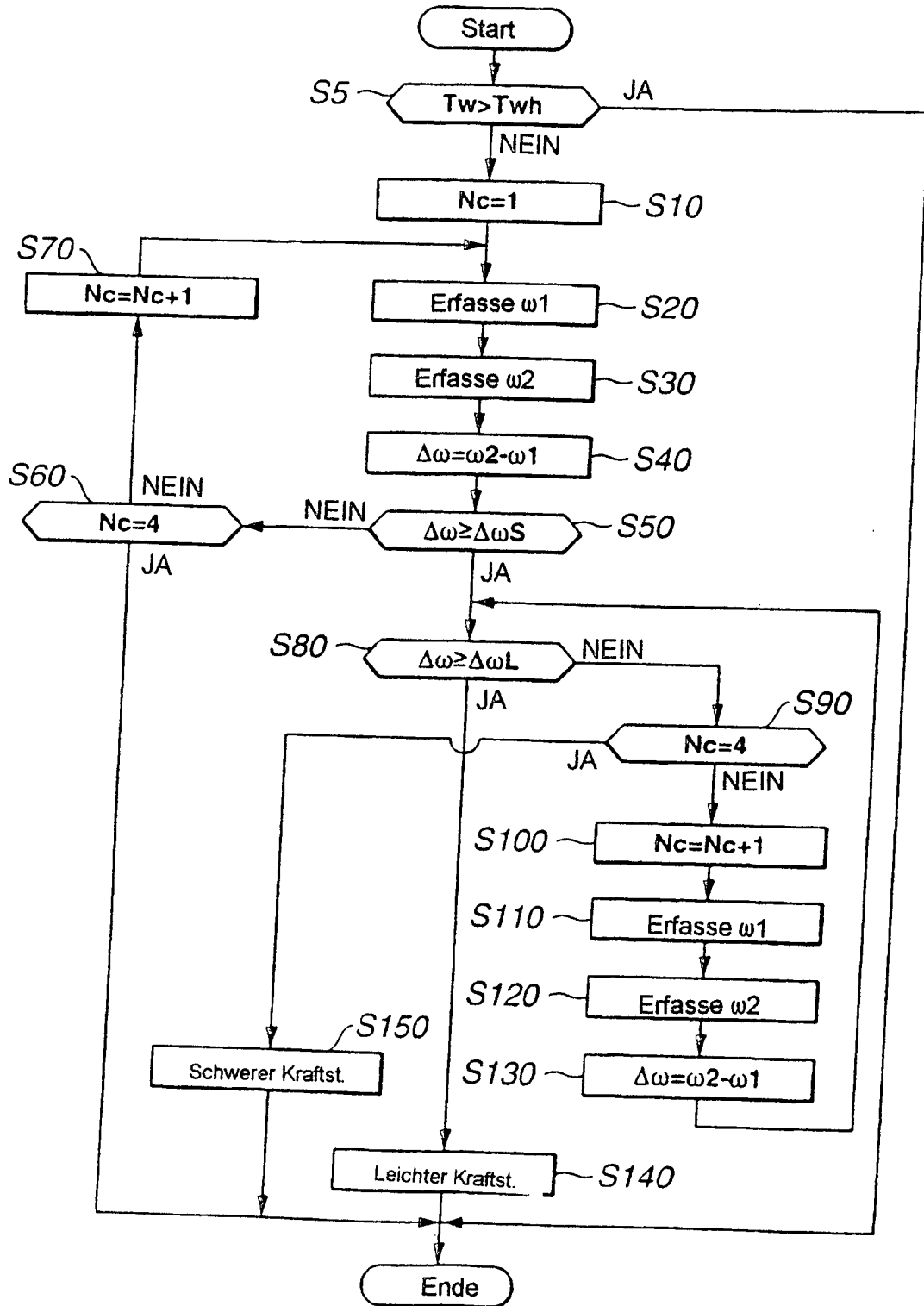


FIG.9

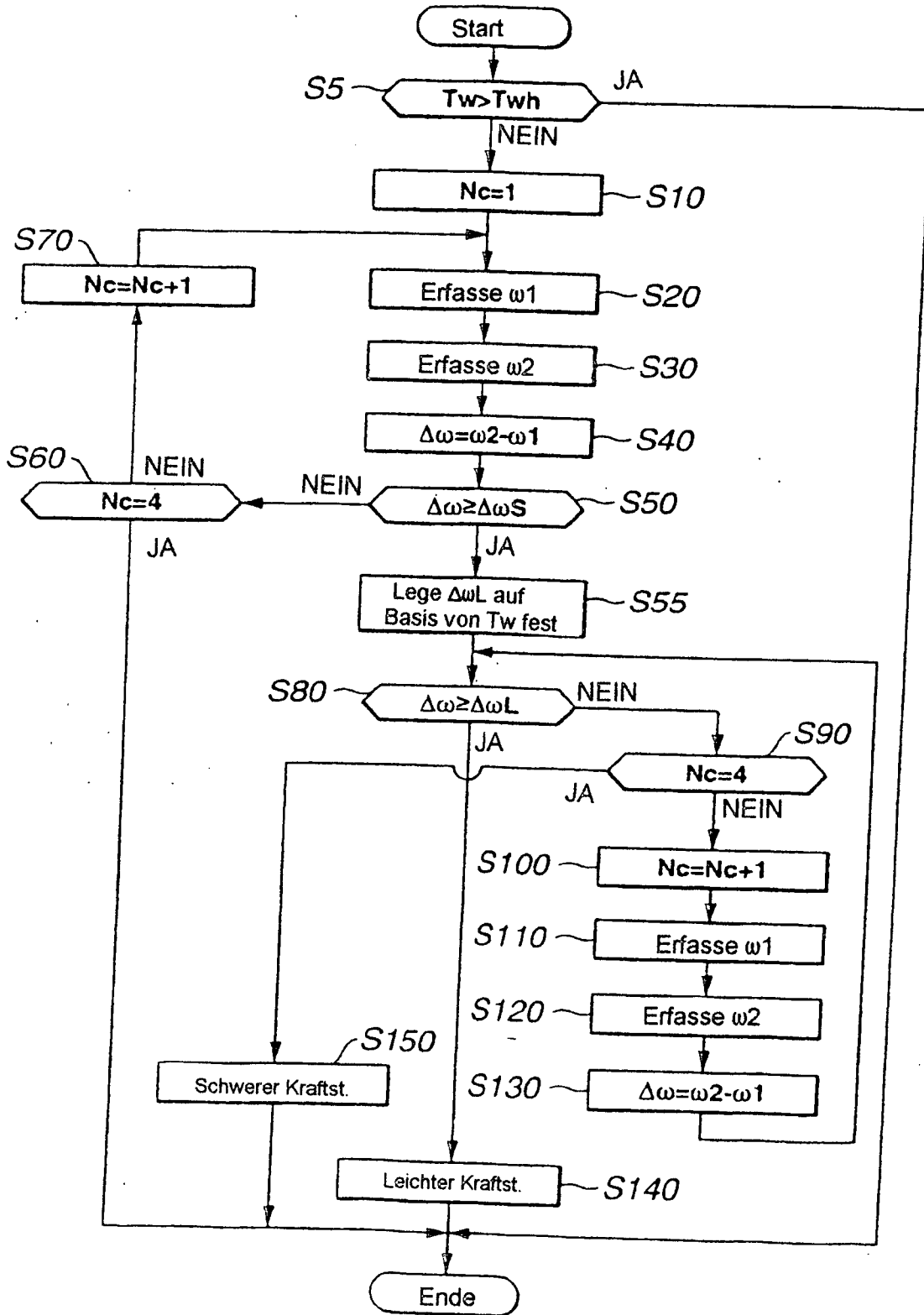


FIG.10

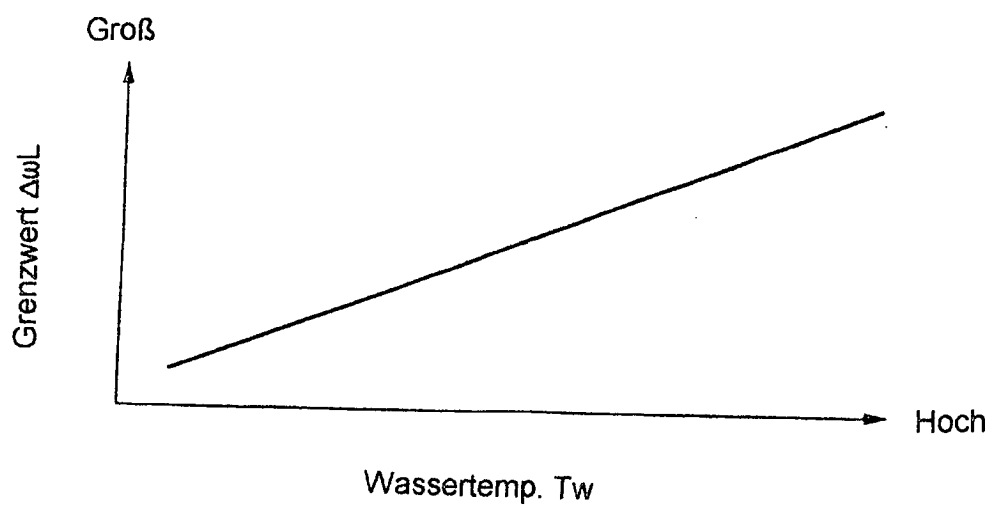


FIG.11

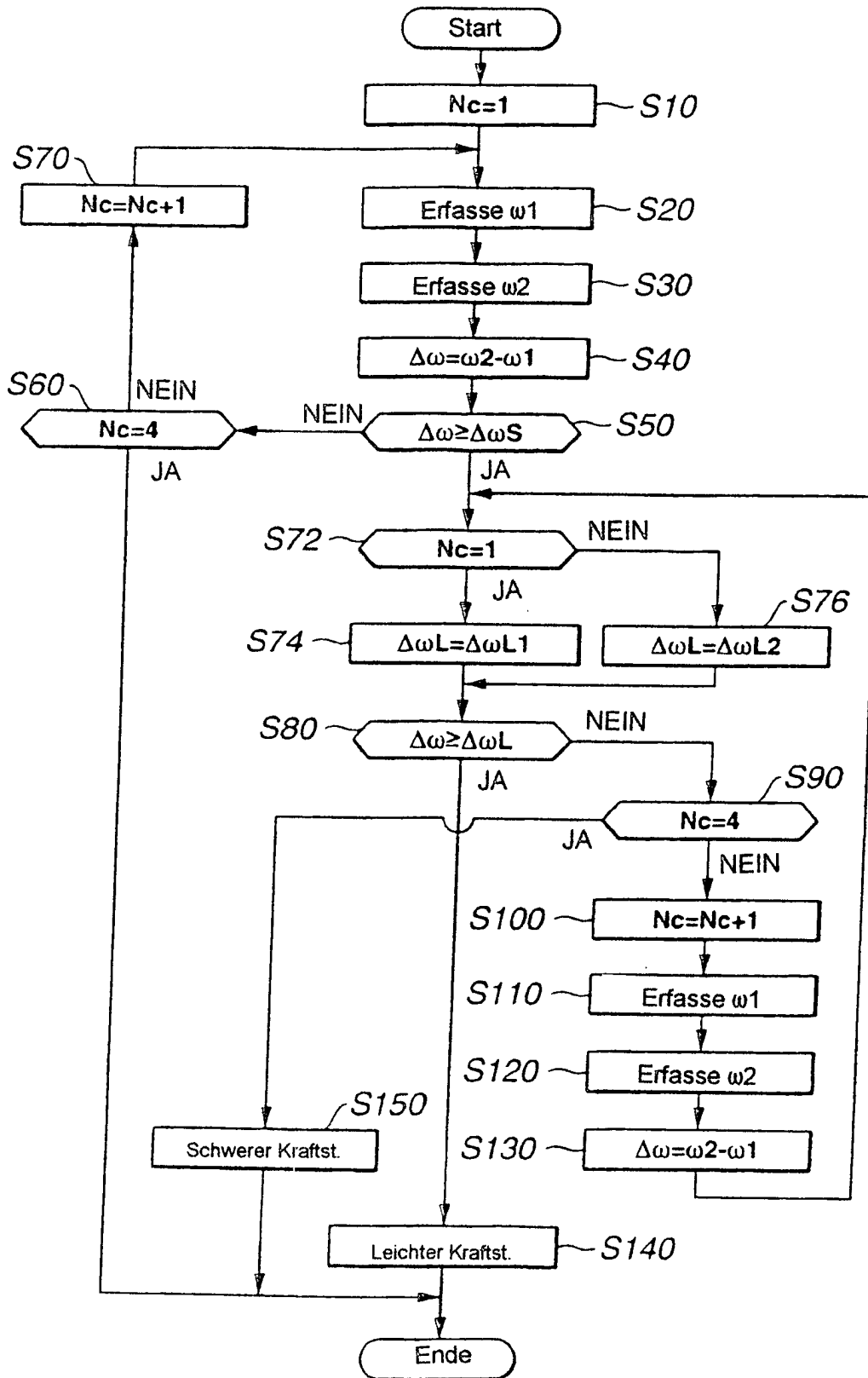


FIG.12A

FIG.12B

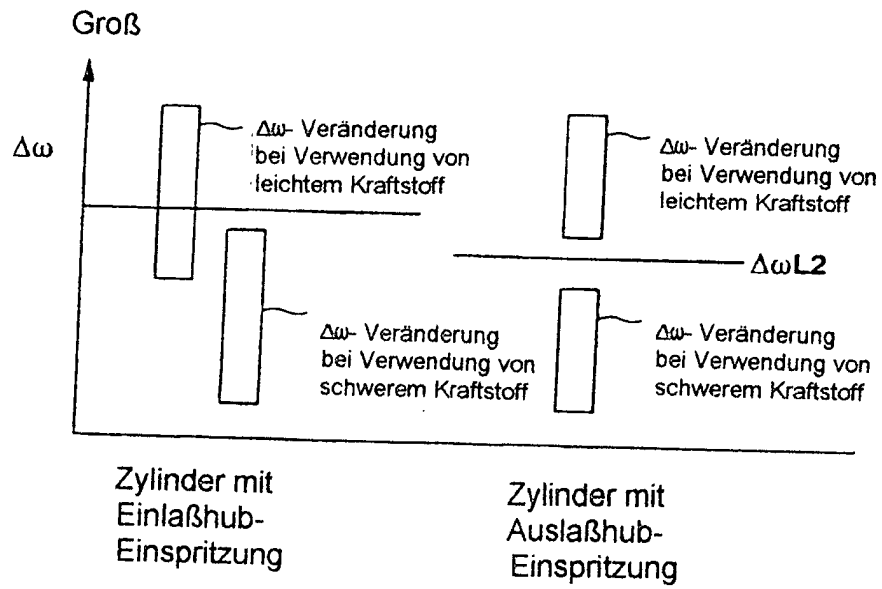


FIG.13

