



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 102 801.6**

(22) Anmeldetag: **08.02.2018**

(43) Offenlegungstag: **06.09.2018**

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

(30) Unionspriorität:
2017-039421 02.03.2017 JP

(71) Anmelder:
TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA, Toyota-shi, Aichi-ken, JP

(74) Vertreter:
Winter, Brandl, Fürniss, Hübner, Röss, Kaiser, Polte Partnerschaft mbB, 85354 Freising, DE

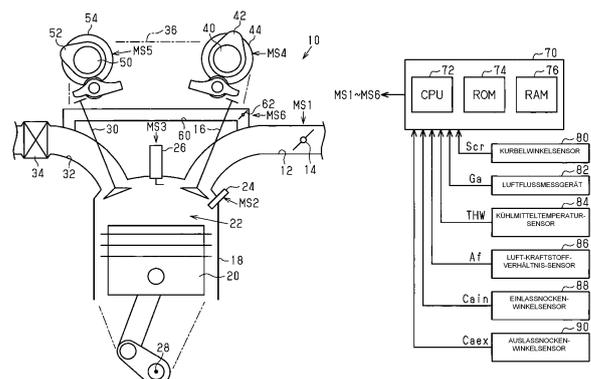
(72) Erfinder:
Myojo, Keiichi, Toyota-shi, Aichi-ken, JP; Nose, Yuki, Toyota-shi, Aichi-ken, JP; Ikuta, Eiji, Toyota-shi, Aichi-ken, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Steuerungsvorrichtung und Steuerungsverfahren für einen Verbrennungsmotor**

(57) Zusammenfassung: Eine Steuerungsvorrichtung für einen Verbrennungsmotor ist dazu ausgelegt, ein Dither-Steuerungsverfahren und ein Abgasrezirkulations(AGR)-Steuerungsverfahren durchzuführen. Das Dither-Steuerungsverfahren umfasst, wenn eine Anforderung zur Erhöhung einer Temperatur eines Katalysators vorliegt, ein Betreiben der Kraftstoffeinspritzventile, welche den jeweiligen Zylindern entsprechen, um das Luft-Kraftstoff-Verhältnis in einigen der Zylinder derart zu steuern, dass es mager wird, und das Luft-Kraftstoff-Verhältnis in anderen Zylindern derart zu steuern, dass es fett wird. Das AGR-Steuerungsverfahren umfasst ein Betreiben eines Anpassungsaktuators, um eine AGR-Rate zu steuern. Das AGR-Steuerungsverfahren umfasst ein derartiges Betreiben des Anpassungsaktuators, dass die AGR-Rate niedriger ist, wenn das Dither-Steuerungsverfahren durchgeführt wird, als wenn das Dither-Steuerungsverfahren nicht durchgeführt wird.



Beschreibung

Technischer Hintergrund

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Steuerungsvorrichtung und ein Steuerungsverfahren, welche dazu ausgelegt sind, einen Verbrennungsmotor zu steuern, welcher einen von mehreren Zylindern abgegebenes Abgas reinigenden Katalysator und einen Anpassungsaktuator aufweist, welcher die Abgasrezirkulations(AGR)-Rate anpasst.

[0002] Beispielsweise offenbart die Druckschrift JP 2004-68690 A eine Steuerungsvorrichtung, welche eine Dither-Steuerung durchführt. Bei der Dither-Steuerung wird, wenn eine Anforderung zur Durchführung einer Schwefelfreigabe-Steuerungsvorrichtung des Katalysators in der Auslasspassage vorliegt, das Luft-Kraftstoff-Verhältnis in einigen Zylindern auf ein mageres Luft-Kraftstoff-Verhältnis eingestellt, während das Luft-Kraftstoff-Verhältnis in den anderen Zylindern auf ein fettes Luft-Kraftstoff-Verhältnis eingestellt wird, sodass das Luft-Kraftstoff-Verhältnis des gesamten Motors das stöchiometrische Luft-Kraftstoff-Verhältnis oder ein fettes Luft-Kraftstoff-Verhältnis wird.

[0003] Eine Steuerungsvorrichtung für einen Verbrennungsmotor ist bekannt, welche eine sogenannte AGR-Steuerung durchführt, um einen Teil des in die Auslasspassage abgegebenen Abgases an die Ansaugpassage zurückzuführen.

[0004] Die Durchführung der Dither-Steuerung, wenn die AGR-Rate durch die AGR-Steuerung auf einen Wert größer als Null eingestellt ist, destabilisiert die Verbrennung im Vergleich zu einem Fall, wenn die Dither-Steuerung nicht durchgeführt wird, insbesondere bei einem Zylinder, bei dem das Luft-Kraftstoff-Verhältnis auf ein mageres Luft-Kraftstoff-Verhältnis eingestellt wurde. Dies kann die Drehmomentfluktuation erhöhen.

Zusammenfassung der Erfindung

Beispiel 1:

[0005] Eine Steuerungsvorrichtung ist dazu ausgelegt, einen Verbrennungsmotor zu steuern, welcher einen das von einer Mehrzahl von Zylindern abgegebene Abgas reinigenden Katalysator und einen Anpassungsaktuator aufweist, welcher eine Abgasrezirkulations(AGR)-Rate anpasst. Die Zylinder umfassen zumindest einen Zylinder der mageren Verbrennung bzw. einen mageren Verbrennungszylinder und zumindest einen Zylinder der fetten Verbrennung bzw. einen fetten Verbrennungszylinder, welcher ein anderer als der magere Zylinder ist. Die Steuerungsvorrichtung ist dazu ausgelegt, folgendes durchzuführen: ein Dither-Steuerungsverfahren, bei dem, wenn

eine Anforderung zur Erhöhung einer Temperatur des Katalysators vorliegt, die Kraftstoffeinspritzventile, welche zu den jeweiligen Zylindern gehören, derart gesteuert werden, dass ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis in dem mageren Verbrennungszylinder derart gesteuert wird, dass es magerer als ein stöchiometrisches Luft-Kraftstoff-Verhältnis wird, und das Luft-Kraftstoff-Verhältnis in dem fetten Verbrennungszylinder derart gesteuert wird, dass es fetter als das stöchiometrische Luft-Kraftstoff-Verhältnis wird; und ein AGR-Steuerungsverfahren, bei dem die Steuerungsvorrichtung den Anpassungsaktuator zur Steuerung der AGR-Rate ansteuert bzw. betreibt. Das AGR-Steuerungsverfahren umfasst ein derartiges Betreiben des Anpassungsaktuators, dass die AGR-Rate niedriger wird, wenn das Dither-Steuerungsverfahren ausgeführt wird, als wenn das Dither-Steuerungsverfahren nicht durchgeführt wird.

[0006] Es ist wahrscheinlicher, dass die Verbrennung destabilisiert wird, wenn die AGR-Rate hoch ist, als wenn die AGR-Rate niedrig ist. Es ist wahrscheinlicher, dass die Verbrennung destabilisiert wird, wenn die Dither-Steuerung durchgeführt wird, als wenn die Dither-Steuerung nicht durchgeführt wird. Mit der vorstehend beschriebenen Konfiguration wird der Anpassungsaktuator derart betrieben, dass die AGR-Rate niedriger ist, wenn das Dither-Steuerungsverfahren durchgeführt wird, als wenn das Dither-Steuerungsverfahren nicht durchgeführt wird. Demgemäß wird im Vergleich zu einem Fall, in dem die AGR-Rate nicht bei der Durchführung des Dither-Steuerungsverfahrens reduziert wird, die Destabilisierung der Verbrennung reduziert. Daher beschränkt die vorstehend beschriebene Konfiguration die Verschlechterung der Temperaturerhöhungsleistung der Dither-Steuerung, während die Destabilisierung der Verbrennung reduziert wird.

Beispiel 2:

[0007] Bei der Steuerungsvorrichtung gemäß Beispiel 2 weist das Dither-Steuerungsverfahren eine Verfahren auf, welches dazu ausgelegt ist, einen Grad der Magerkeit in dem mageren Verbrennungszylinder zu verändern, und das AGR-Steuerungsverfahren umfasst ein derartiges Betreiben des Anpassungsaktuators, dass die AGR-Rate kleiner wird, wenn der durch das Dither-Steuerungsverfahren erreichte Grad der Magerkeit in dem mageren Verbrennungszylinder groß wird, als wenn der Grad der Magerkeit klein wird.

[0008] Wenn das Dither-Steuerungsverfahren durchgeführt wird, ist es wahrscheinlicher, dass die Verbrennung destabilisiert wird, wenn der Grad der Magerkeit in dem mageren Verbrennungszylinder groß ist, als wenn der Grad der Magerkeit klein ist. Wenn das AGR-Steuerungsverfahren durchgeführt wird, ist es wahrscheinlicher, dass die Verbrennung

destabilisiert wird, wenn die AGR-Rate hoch ist, als wenn die AGR-Rate niedrig ist. Daher wird bei der vorstehend beschriebenen Konfiguration die AGR-Rate verringert, wenn der Grad der Magerkeit in dem mageren Verbrennungszylinder, welcher durch die Dither-Steuerungsverfahren erreicht wird, groß ist, als wenn der Grad der Magerkeit klein ist. Dies reduziert die Destabilisierung der Verbrennung, während die Verschlechterung der Temperaturerhöhungsleistung der Dither-Steuerung beschränkt wird.

Beispiel 3:

[0009] Bei der Steuerungsvorrichtung gemäß des Beispiels 2 umfasst das AGR-Steuerungsverfahren ein Grundeinstellungsverfahren, welches dazu ausgelegt ist, einen Grundparameter, welcher ein Parameter für das Einstellen einer Betriebs- bzw. Betätigungsmenge des Anpassungsaktuators ist, auf der Grundlage eines Betriebspunkts des Verbrennungsmotors einzustellen, und ein Überwachungswerteinstellungsverfahren, welches dazu ausgelegt ist, einen Überwachungswert für den Grundparameter derart einzustellen, dass, wenn das Dither-Steuerungsverfahren durchgeführt wird, die AGR-Rate auf einen kleineren Wert eingestellt wird, wenn der Grad der Magerkeit in dem mageren Verbrennungszylinder groß ist, als wenn der Grad der Magerkeit klein ist. Das AGR-Steuerungsverfahren ist ein Verfahren, welches dazu ausgelegt ist, den Anpassungsaktor auf der Grundlage eines Werts zu betreiben, welcher durch ein Anwenden eines Überwachungsverfahrens mit dem Überwachungswert auf den Grundparameter erhalten wird.

[0010] Wenn der Grad der Magerkeit in dem mageren Verbrennungszylinder, welcher durch die Dither-Steuerung erreicht wird, durch das Einstellen des Parameters, welcher dazu ausgelegt ist, den Grad der Magerkeit einzustellen, auf einen vorbestimmten Grad eingestellt wird, kann die AGR-Rate, welche durch das AGR-Steuerungsverfahren eingestellt wird, in manchen Fällen nicht eindeutig bestimmt werden. In diesem Fall wird sogar dann, wenn die Dither-Steuerung durchgeführt wird, durch die AGR-Rate, welche durch das AGR-Steuerungsverfahren eingestellt wird, wenn die Dither-Steuerung nicht durchgeführt wird, die Instabilität der Verbrennung innerhalb eines zulässigen Bereichs gehalten. Daher kann die AGR-Rate den zulässigen Bereich verlassen. In diesem Fall besteht die Möglichkeit, dass die AGR-Rate auf einen übermäßig kleinen Wert eingestellt wird, wenn die Reduktionsmenge der AGR-Rate in Übereinstimmung mit dem Grad der Magerkeit der Dither-Steuerungsverfahren eingestellt wird. Daher wird bei der vorstehend beschriebenen Konfiguration bei dem Dither-Steuerungsverfahren der Überwachungswert in Übereinstimmung mit dem Grad der Magerkeit in dem mageren Verbrennungszylinder eingestellt, um die AGR-Rate derart einzuschränken, dass sie durch

den Überwachungswert nicht übermäßig reduziert werden kann. Dies verhindert, dass die AGR-Rate übermäßig klein wird, und reduziert gleichzeitig die Destabilisierung der Verbrennung.

Beispiel 4

[0011] Bei der Steuerungsvorrichtung gemäß einem der Beispiele 1 bis 3 weist der Verbrennungsmotor eine AGR-Passage, welche eine Auslasspassage und eine Ansaugpassage miteinander verbindet, und einen AGR-Ventilaktuator auf, welcher eine Strömungsquerschnittsfläche der AGR-Passage einstellt bzw. anpasst. Der Anpassungsaktor umfasst den AGR-Ventilaktuator.

Beispiel 5

[0012] Bei der Steuerungsvorrichtung gemäß einem der Beispiele 1 bis 3 weist der Verbrennungsmotor einen einlassseitigen variablen Ventilzeitpunktaktuator, welcher dazu ausgelegt ist, den Öffnungszeitpunkt eines Einlassventils zu verändern, und einen auslassseitigen variablen Ventilzeitpunktaktuator auf, welcher dazu ausgelegt ist, den Öffnungszeitpunkt eines Auslassventils zu verändern. Der Anpassungsaktor umfasst den einlassseitigen variablen Ventilzeitpunktaktuator und den auslassseitigen variablen Ventilzeitpunktaktuator. Das AGR-Steuerungsverfahren umfasst ein Verfahren, welches dazu ausgelegt ist, zu bewirken, dass der Öffnungszeitpunkt des Einlassventils weiter verzögert wird und der Öffnungszeitpunkt des Auslassventils weiter vorgezogen wird, wenn das Dither-Steuerungsverfahren durchgeführt wird, als wenn das Dither-Steuerungsverfahren nicht durchgeführt wird.

[0013] Mit der vorstehend beschriebenen Konfiguration wird durch das Verzögern des Öffnungszeitpunkts des Einlassventils und das Vorrücken des Öffnungszeitpunkts des Auslassventils die Überlappungsperiode, während der sowohl das Einlassventil als auch das Auslassventil geöffnet sind, verkürzt, um die AGR-Rate zu reduzieren. Weiterhin führt die vorstehend beschriebene Konfiguration sowohl das Verfahren zur Verzögerung des Öffnungszeitpunkts des Einlassventils als auch das Verfahren des Vorrückens des Öffnungszeitpunkts des Auslassventils durch. Infolgedessen minimiert die Konfiguration im Gegensatz zu einem Fall, bei dem nur eines von den zwei Verfahrenen durchgeführt wird, die Abweichung des Öffnungszeitpunkts des Einlassventils und des Öffnungszeitpunkts des Auslassventils, wenn die Überlappungsperiode verkürzt wird, bezogen auf den Öffnungszeitpunkt des Einlassventils und den Öffnungszeitpunkt des Auslassventils, wenn die Überlappungsperiode nicht verkürzt wird.

Beispiel 6

[0014] Ein Verfahren zur Steuerung eines Verbrennungsmotors wird angewandt, um einen Motor zu steuern, welcher einen Katalysator, welcher von einer Mehrzahl von Zylindern abgegebenes Abgas reinigt, und einen Anpassungsaktuator aufweist, welcher eine Abgasrezirkulations(AGR)-Rate anpasst. Die Zylinder umfassen zumindest einen mageren Verbrennungszylinder und zumindest einen fetten Verbrennungszylinder, welcher sich von dem mageren Verbrennungszylinder unterscheidet. Das Verfahren umfasst: Durchführen eines Dither-Steuerungsverfahrens, welches dazu ausgelegt ist, wenn eine Anfrage zur Erhöhung einer Temperatur des Katalysators vorliegt, den jeweiligen Zylindern entsprechende Kraftstoffeinspritzventile derart zu steuern, dass ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis in dem mageren Verbrennungszylinder derart gesteuert wird, dass es magerer als ein stöchiometrisches Luft-Kraftstoffverhältnis wird und ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis in dem fetten Verbrennungszylinder derart gesteuert wird, dass es fetter als das stöchiometrische Luft-Kraftstoffverhältnis wird; und Durchführen eines AGR-Steuerungsverfahrens, welches dazu ausgelegt ist, den Anpassungsaktuator zur Steuerung der AGR-Rate anzutreiben. Das AGR-Steuerungsverfahren umfasst ein derartiges Betreiben bzw. Betätigen des Anpassungsactuators, dass die AGR-Rate niedriger ist, wenn das Dither-Steuerungsverfahren durchgeführt wird, als wenn das Dither-Steuerungsverfahren nicht durchgeführt wird.

[0015] Andere Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung in Zusammenschau mit den zugehörigen Figuren, welche beispielhaft die Prinzipien der Erfindung erläutern.

Figurenliste

[0016] Die Erfindung zusammen mit ihren Aufgaben und Vorteilen kann am besten unter Bezugnahme auf die folgende Beschreibung der momentan bevorzugten Ausführungsformen zusammen mit den zugehörigen Figuren verstanden werden, wobei:

Fig. 1 ein Diagramm einer Steuerung und eines Verbrennungsmotors gemäß einer Ausführungsform ist;

Fig. 2 ein Blockdiagramm ist, welches einen Teil des Verfahrens zur Erzeugung eines Betriebs- bzw. Betätigungssignals des Aktuators gemäß der Ausführungsform zeigt;

Fig. 3 ein Flussdiagramm ist, welches den Verfahrensfluss eines Verfahrens zeigt, welches durch einen Anforderungswertausgabeabschnitt gemäß der Ausführungsform durchgeführt wird;

Fig. 4 ein Flussdiagramm ist, welches den Verfahrensfluss eines Verfahrens zeigt, welches durch einen AGR-Flussraten-Einstellabschnitt gemäß der Ausführungsform durchgeführt wird;

Fig. 5 ein Zeitdiagramm ist, welches ein Beispiel der Veränderungen bzw. Bewegungen der Werte bei einer Dither-Steuerung gemäß der Ausführungsform zeigt;

Fig. 6 ein Flussdiagramm ist, welches den Verfahrensfluss eines Verfahrens zeigt, welches durch einen AGR-Flussraten-Einstellabschnitt gemäß einer zweiten Ausführungsform durchgeführt wird;

Fig. 7 ein Flussdiagramm ist, welches den Verfahrensfluss eines Verfahrens gemäß einer dritten Ausführungsform zeigt, welches dazu ausgelegt ist, einen Ventilzeitpunktbefehlswert einzustellen, und

Fig. 8 ein Zeitdiagramm ist, welches ein Beispiel der Veränderungen bzw. Bewegungen der Werte bei einer Dither-Steuerung gemäß der Ausführungsform zeigt.

Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

Erste Ausführungsform

[0017] Eine Steuerungsvorrichtung **70** und ein Steuerungsverfahren für einen Verbrennungsmotor **10** gemäß einer ersten Ausführungsform werden nun mit Bezugnahme auf die Figuren beschrieben.

[0018] Wie in **Fig. 1** gezeigt, ist eine Ansaugpassage **12** des Verbrennungsmotors **10** mit einem Drosselventil ausgestattet, welches die Strömungsquerschnittsfläche der Ansaugpassage **12** einstellt bzw. anpasst. Wenn ein Einlassventil **16** geöffnet ist, strömt die über das Drosselventil **14** in den Abschnitt der Ansaugpassage **12** stromabwärts des Drosselventils **14** strömende Luft in eine Brennkammer **12**, welche durch einen Zylinder **18** und einen Kolben **20** definiert wird. Ein Kraftstoffeinspritzventil **24**, welches dazu ausgelegt ist, Kraftstoff in die Brennkammer **22** einzuspritzen, springt bzw. ragt in die Brennkammer **22** hervor. Ebenso springt bzw. ragt eine Zündungsvorrichtung **26** in die Brennkammer **22** hervor.

[0019] Das Luft-Kraftstoff-Gemisch aus der in die Brennkammer **22** von der Ansaugpassage **12** einströmenden Luft und dem von dem Kraftstoffeinspritzventil **24** eingespritzten Kraftstoff wird durch die Funkenabgabe der Zündungsvorrichtung **26** gezündet.

[0020] Die Verbrennungsenergie zu diesem Zeitpunkt wird durch den Kolben **20** in eine Rotationsenergie der Kurbelwelle **28** umgewandelt. Das Luft-Kraftstoff-Gemisch, welches in der Brennkammer **22** verbrannt wird, wird an die Abgas- bzw. Auslasspas-

sage **32** als Abgas abgegeben, wenn das Auslassventil **30** geöffnet ist. Ein Dreiwege-Katalysator **34**, welcher dazu ausgelegt ist, Abgas zu reinigen, ist in der Abgas- bzw. Auslasspassage **32** vorgesehen.

[0021] Das Einlassventil **16** wird durch einen Eingangsnocken selektiv geöffnet und geschlossen, welcher durch eine Einlassnockenwelle **40** angetrieben wird. Die Drehkraft der Kurbelwelle **28** wird über eine Steuerkette **36** auf die Einlassnockenwelle **40** und eine einlassseitige variable Ventilzeitpunktvorrichtung **44** aufgebracht. Die einlassseitige variable Ventilzeitpunktvorrichtung **44** ist ein Aktuator, welcher die Differenz (Phasendifferenz) des Drehwinkels der Einlassnockenwelle **40** bezogen auf den Drehwinkel der Kurbelwelle **28** verändert. Wenn die Phasendifferenz durch die einlassseitige variable Ventilzeitpunktvorrichtung **44** verändert wird, wird auch der Öffnungszeitpunkt des Einlassventils **16** verändert.

[0022] Das Auslassventil **30** wird selektiv durch einen Auslassnocken **32** geöffnet und geschlossen, welcher durch eine Auslassnockenwelle **50** angetrieben wird. Die Drehkraft der Kurbelwelle **28** wird auf die Auslassnockenwelle **50** über die Steuerkette **36** und eine auslassseitige variable Ventilzeitpunktvorrichtung **54** aufgebracht. Die auslassseitige variable Ventilzeitpunktvorrichtung **54** ist ein Aktuator, welche die Differenz des Drehwinkels (Phasendifferenz) der Auslassnockenwelle **50** bezogen auf den Drehwinkel der Kurbelwelle **28** verändert. Wenn die Phasendifferenz durch die auslassseitige variable Ventilzeitpunktvorrichtung **54** verändert wird, wird auch der Öffnungszeitpunkt des Auslassventils **30** verändert.

[0023] Die Ansaugpassage **12** ist mit der Auslasspassage **32** über eine AGR-Passage **60** verbunden. Die AGR-Passage **60** ist mit einem AGR-Ventil-Aktuator **62** ausgestattet, welcher die Strömungsquerschnittsfläche der AGR-Passage **60** verändert.

[0024] Die Steuerungsvorrichtung **70** ist dazu ausgelegt, den Verbrennungsmotor zu steuern. Die Steuerungsvorrichtung **70** ist dazu ausgelegt, verschiedene Aktuatoren, wie z.B. das Drosselventil **14**, das Kraftstoffeinspritzventil **24**, die Zündungsvorrichtung **26**, die einlassseitige variable Ventilzeitpunktvorrichtung **44** und die auslassseitige variable Ventilzeitpunktvorrichtung **54** zu betreiben, um die Steuerungsvariablen (bzw. Stellgrößen), wie zum Beispiel das Drehmoment des Verbrennungsmotors **10**, und die Abgaskomponenten zu steuern. Während der Steuerung der Steuerungsvariablen, empfängt die Steuerungsvorrichtung **70** Ausgangssignale von einem Kurbelwinkelsensor **80**, welcher einen Kurbelwinkel bzw. den Drehwinkel der Kurbelwelle **28** erfasst, eines Luftflussmessgeräts **82**, welches eine Ansaugluft- bzw. Ansaugluftmenge G_a erfasst, und eines Kühlmitteltemperatursensors **84**, welcher die Temperatur des Kühlmittels des Verbren-

nungsmotors **10** (die Kühlmitteltemperatur THW) erfasst. Zusätzlich empfängt die Steuerungsvorrichtung **70** Ausgangssignale eines Luft-Kraftstoff-Verhältnissensors **86**, welcher ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis A_f auf der Grundlage der Abgaskomponenten in dem Abschnitt der Auslasspassage **32** stromaufwärts von dem Dreiwege-Katalysator **34** erfasst, eines Einlassnockenwinkelsensors **88**, welcher einen Einlassnockenwinkel Cain bzw. den Drehwinkel der Einlassnockenwelle **40** erfasst, und eines Auslassnockenwellenwinkelsensors **90**, welcher einen Auslassnockenwinkel Caex bzw. den Drehwinkel der Auslassnockenwelle **50** erfasst.

[0025] Die Steuerungsvorrichtung **70** umfasst eine CPU **72**, einen ROM **74** und einen RAM **76**. Die Steuerungsvorrichtung **70** steuert die vorstehend genannten Steuerungsvariablen indem sie bewirkt, dass die CPU **72** in dem ROM **74** gespeicherte Programme ausführt.

[0026] Fig. 2 zeigt einen Teil des Verfahrens, welches dazu ausgelegt ist, die Steuerungsvariablen zu steuern. Das in Fig. 2 gezeigte Verfahren wird durch die CPU **72** umgesetzt, welche in dem ROM **74** gespeicherte Programme ausführt.

[0027] Ein Soll-Wert-Einstellabschnitt M10 stellt einen Soll-Wert A_f^* des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses des Luft-Kraftstoff-Gemischs in der Brennkammer **22** ein. Bei der vorliegenden Ausführungsform wird der Soll-Wert A_f^* auf das stöchiometrische Luft-Kraftstoff-Verhältnis eingestellt. Auf der Grundlage der Ansaugluftmenge G_a und der Motordrehzahl NE , welche basierend auf einem Ausgangssignal Scr des Kurbelwinkelsensors **80** berechnet wird, berechnet ein Grundeinspritzmengenberechnungsabschnitt **12** eine Grundeinspritzmenge Q_b , welche eine Betriebsmenge für das Durchführen einer Steuerung (offene Steuerungsschleife) ist, um zu bewirken, dass das Luft-Kraftstoff-Verhältnis des Luft-Kraftstoff-Gemischs in der Brennkammer **22** den Soll-Wert A_f^* erreicht.

[0028] Ein Regelungsabschnitt **14** berechnet eine Regelungsbetriebsmenge KAF , welche eine Betriebsmenge zur Durchführung einer Regelung ist, um zu bewirken, dass das durch den Luft-Kraftstoff-Sensor **86** erfasste Luft-Kraftstoff-Verhältnis A_f den Soll-Wert A_f^* annimmt. Bei der vorliegenden Ausführungsform wird das Luft-Kraftstoff-Verhältnis A_f von dem Soll-Wert A_f^* abgezogen. Der Rest wird dazu verwendet, ein Proportionalelement, ein Integralelement und ein Differenzialelement zu erhalten. Die Summe dieser Elemente bzw. der Ausgabe dieser Elemente wird als die Regelungsbetriebsmenge KAF verwendet.

[0029] Ein Regelungskorrekturabschnitt M16 korrigiert die Grundeinspritzmenge Q_b , indem er die

Grundeinspritzmenge Q_b mit der Regelungsbetriebsmenge KAF multipliziert.

[0030] Wenn eine Anforderung zur Erhöhung der Temperatur des Dreiwege-Katalysators 34 vorliegt, berechnet ein Anforderungswertausgabeabschnitt M18 einen Korrekturanforderungswert α und setzt gleichzeitig den Durchschnittswert der Luft-Kraftstoffverhältnisse in den Zylindern #1 bis #4 des Verbrennungsmotors 10 auf den Soll-Wert Af^* . Der Korrekturanforderungswert α wird bei der Dither-Steuerung verwendet, welche dazu ausgelegt ist, die Luftkraftstoff-Verhältnisse bei den Zylindern verschieden einzustellen. Bei der Dither-Steuerung gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist der erste Zylinder #1 ein fetter Verbrennungszylinder, in dem das Luft-Kraftstoff-Verhältnis fetter als der Soll-Wert Af^* eingestellt ist, und die zweiten bis vierten Zylinder #2 bis #4 sind magere Verbrennungszylinder, bei denen das Luft-Kraftstoff-Verhältnis magerer als der Soll-Wert Af^* eingestellt ist. Die Einspritzmenge in dem fetten Verbrennungszylinder wird durch eine Multiplikation des Ausgabewerts des Regelungskorrekturabschnitts M16 mit einem Wert $(1 + \alpha)$ berechnet. Die Einspritzmenge in dem mageren Verbrennungszylinder wird berechnet, indem der Ausgabewert des Regelungskorrekturabschnitts M16 mit einem Wert $(1 - (\alpha/3))$ multipliziert wird.

[0031] Bezogen auf den ersten Zylinder #1 addiert ein Korrekturkoeffizienten-Berechnungsabschnitt M20 den Korrekturanforderungswert α zu 1, um den Korrekturkoeffizienten für den Ausgabewert des Regelungskorrekturabschnitts M16 zu berechnen. Ein Dither-Korrekturabschnitt M22 multipliziert den Ausgabewert des Regelungskorrekturabschnitts M16 mit dem Korrekturkoeffizienten $(1 + \alpha)$, um den Einspritzmengenbefehlswert Q^* für den ersten Zylinder #1 zu berechnen.

[0032] Ein Multiplikationsabschnitt M24 gibt einen Wert aus, welcher durch ein Multiplizieren des Korrekturanforderungswerts α mit $-1/3$ erhalten wird. Bezüglich der zweiten bis vierten Zylinder #2 bis #4 addiert ein Korrekturkoeffizienten-Berechnungsabschnitt M26 den Ausgabewert des Multiplikationsabschnitts M24 zu 1, um den Korrekturkoeffizienten für den Ausgabewert des Regelungskorrekturabschnitts M16 zu berechnen. Ein Dither-Korrekturabschnitt M28 multipliziert den Ausgabewert des Regelungskorrekturabschnitts M16 mit dem Korrekturkoeffizienten $(1 - (\alpha/3))$, um den Einspritzmengenbefehlswert Q^* für die zweiten bis vierten Zylinder #2 bis #4 zu berechnen.

[0033] Ein Einspritzmengenbetriebsabschnitt M30 erzeugt auf der Grundlage des Einspritzmengenbefehlswerts Q^* ein Betriebssignal MS2 für ein jedes Kraftstoffeinspritzventil 24. Der Einspritzmengenbetriebsabschnitt M30 gibt das Betriebssignal MS2 an

das entsprechende Kraftstoffeinspritzventil 24 aus, um das Kraftstoffeinspritzventil 24 derart zu betreiben bzw. zu betätigen, dass die von dem Kraftstoffeinspritzventil 24 eingespritzte Kraftstoffmenge dem Einspritzmengenbefehlswert Q^* entspricht.

[0034] Basierend auf der Motordrehzahl NE und der Ansaugluftmenge G_a berechnet ein AGR-Flussrateneinstellungsabschnitt M32 einen AGR-Flussratenbefehlswert AFe^* , welcher ein Befehlswert für die Flussrate des in die Ansaugpassage 12 über die AGR-Passage 60 einströmenden Abgases (AGR-Flussrate) ist. Ein Öffnungsgradbetriebsabschnitt M36 verändert den Öffnungsgrad, welcher der Betriebsmenge des AGR-Ventilaktuators 62 entspricht, durch das Ausgeben eines Betriebssignals MS6 an den AGR-Ventilaktuator 62 basierend auf dem AGR-Flussratenbefehlswert AFe^* und der Ansaugluftmenge G_a .

[0035] Ein einlassseitiger Befehlswerteinstellungsabschnitt M36 stellt einen einlassseitigen Befehlswert $INVVT^*$, welcher ein Befehlswert für den Öffnungszeitpunkt des Einlassventils 16 ist, basierend auf der Motorgeschwindigkeit NE und der Ansaugluftmenge G_a ein. Ein einlassseitiger Zeitpunktberechnungsabschnitt M38 berechnet den einlassseitigen Zeitpunkt $INVVT$, welcher der Öffnungszeitpunkt des Einlassventils 16 ist, auf der Grundlage des Kurbelwinkels und des Einlassnockenwinkels C_{ain} . Um die Regelung durchzuführen, um zu bewirken, dass der einlassseitige Zeitpunkt $INVVT$ der einlassseitige Befehlswert $INVVT^*$ wird, gibt ein Einlass-VVT-Betriebsabschnitt M40 ein Betriebssignal MS4 an die einlassseitige variable Ventilzeitpunktvorrichtung 44 aus, um die einlassseitige variable Ventilzeitpunktvorrichtung 44 zu betreiben.

[0036] Ein auslassseitiger Befehlswerteinstellungsabschnitt M42 stellt einen auslassseitigen Befehlswert $EXVVT^*$, welcher ein Befehlswert für den Öffnungszeitpunkt des Auslassventils 30 ist, auf der Grundlage der Motordrehzahl NE und der Ansaugluftmenge G_a ein. Ein auslassseitiger Zeitpunktberechnungsabschnitt M44 berechnet den auslassseitigen Zeitpunkt $EXVVT$, welcher der Öffnungszeitpunkt des Öffnungsventils 30 ist, auf der Grundlage des Kurbelwinkels und des Auslassnockenwinkels C_{aex} . Um eine Regelung durchzuführen, um zu bewirken, dass der auslassseitige Zeitpunkt $EXVVT$ der auslassseitige Befehlswert $EXVVT^*$ wird, gibt ein Auslass-WT-Betriebsabschnitt M46 ein Betriebssignal MS5 an die auslassseitige variable Ventilzeitpunktvorrichtung 54 aus, um die auslassseitige variable Ventilzeitpunktvorrichtung 54 zu betreiben.

[0037] Fig. 3 zeigt das Verfahrensverfahren, welches durch den Anforderungswertausgabeabschnitt M18 durchgeführt wird. Das in Fig. 3 gezeigte Verfahren wird durch die CPU 72 durchgeführt, welche mit einem vorbestimmten Zeitintervall in dem ROM

74 gespeicherte Programme wiederholt ausführt. Bei der folgenden Beschreibung wird die Nummer eines jeden Schritts durch den Buchstaben S gefolgt von einer Ziffer wiedergegeben.

[0038] Bei der Abfolge der Verfahrensschritte, welche in **Fig. 3** gezeigt ist, erfasst die CPU **42** zuerst die Motordrehzahl NE und eine (Auf-) Ladeeffizienz η_c (S10). Die Ladeeffizienz η_c wird durch die CPU **42** auf der Grundlage der Motordrehzahl NE und der Ansaugluftmenge G_a berechnet. Dann schätzt die CPU **42** die Temperatur des Dreiwege-Katalysators **34** (Katalysatortemperatur T_{cat}) auf der Grundlage der Motordrehzahl NE und der Aufladeeffizienz η_c (S12). Wenn die Aufladeeffizienz η_c hoch ist, stellt die CPU **72** die Katalysatortemperatur T_{cat} auf einen höheren Wert ein, als wenn die Ladeeffizienz η_c niedrig ist. Insbesondere ist in dem ROM **74** ein zweidimensionales Kennfeld gespeichert, welches die Beziehung zwischen den Eingangsvariablen, welche die Motordrehzahl NE und die Ladeeffizienz η_c sind, und einer Ausgangsvariable, welche die Katalysatortemperatur T_{cat} ist, definiert. Die Katalysatortemperatur T_{cat} wird unter Verwendung des zweidimensionalen Kennfelds berechnet. Um zu bewirken, dass sich die Katalysatortemperatur T_{cat} , welche durch das zweidimensionale Kennfeld berechnet wird, allmählich verändert, kann die CPU **42** ein Filterverfahren auf dem mit der dem zweidimensionalen Kennfeld berechneten Wert durchführen, um die finale Katalysatortemperatur T_{cat} zu erhalten. Ein Kennfeld entspricht einem Datensatz von diskreten Werten der Eingangsvariablen und Werten von Ausgangsvariablen, welche jeweils einem Wert der Eingangsvariablen entsprechen. Wenn der Wert einer Eingangsvariablen einem der Werte der Eingangsvariablen auf dem zweidimensionalen Kennfeld entspricht, verwendet die Kennfeldberechnung den Wert der entsprechenden Ausgangsvariablen als Berechnungsergebnis. Wenn der Wert der Eingangsvariable keinem der Werte der Eingangsvariablen des zweidimensionalen Kennfeld entspricht, verwendet die Kennfeldberechnung als Berechnungsergebnis einen Wert, welcher durch die Interpolation von (bzw. ein Einschleichen zwischen) mehreren Werten der in dem Datensatz enthaltenen Ausgangsvariablen erhalten wird.

[0039] Als Nächstes bestimmt die CPU **42**, ob eine Durchführungsbedingung für ein Temperaturerhöhungsverfahren für den Dreiwege-Katalysator **14** erfüllt ist (S14). Die Durchführungsbedingung umfasst eine Bedingung, dass die Temperatur der Spitze bzw. des Endes des Dreiwege-Katalysators **34** höher oder gleich wie eine Aktivierungsstarttemperatur (beispielsweise 250°C) ist, und eine Bedingung, dass die Katalysatortemperatur T_{cat} nicht so hoch ist, dass sie eine Verringerung der Verlässlichkeit des Dreiwege-Katalysators **34** begünstigt. Die Aktivierungsstarttemperatur wird beispielsweise auf eine Temperatur

eingestellt, bei der die Umsetz- bzw. Konversionseffizienz 50% beträgt. Die Bedingung, dass die Temperatur des Endes bzw. der Spitze des Dreiwege-Katalysators **34** höher oder gleich wie die Temperatur ist, bei der der Dreiwege-Katalysators **34** aktiv wird (die Aktivierungsstarttemperatur), wird in Anbetracht der Tatsache verwendet, dass der Temperaturerhöhungseffekt durch die Dither-Steuerung spürbar abnimmt, wenn die Temperatur des Dreiwege-Katalysators **34** die Aktivierungsstarttemperatur (noch) nicht erreicht hat. Ob diese Bedingung erfüllt ist, wird beispielsweise basierend darauf bestimmt, ob der akkumulierte Wert der Ansaugluftmenge G_a seit dem Start des Verbrennungsmotors **10** größer als oder gleich wie ein vorbestimmter Wert ist. Bei der vorliegenden Ausführungsform wird die Durchführungsbedingung derart festgesetzt, dass die Dither-Steuerung so gleichbleibend bzw. konstant wie möglich durchgeführt wird. Die Festsetzung dieser Durchführungsbedingung berücksichtigt die Eigenschaften des Dreiwege-Katalysators **34** gemäß der vorliegenden Ausführungsform. In einem vorbestimmten Temperaturbereich, in dem die Katalysatortemperatur T_{cat} höher als die Aktivierungsstarttemperatur ist (beispielsweise von 350°C bis 600°C), ist die Umsetz- bzw. Konversionseffizienz des Dreiwege-Katalysators **34** für Kohlenwasserstoffe, Kohlenmonoxid, und Stickoxide (NOx) höher, wenn die Temperatur hoch ist, als wenn die Temperatur nieder ist.

[0040] Wenn bestimmt wird, dass die Durchführungsbedingung erfüllt ist (S14: JA) berechnet die CPU **72** auf der Grundlage der Motordrehzahl NE und der Ladeeffizienz η_c einen Grundanforderungswert a_0 , welcher der Grundwert des Korrekturanforderungswerts α ist (S16). Der Grundanforderungswert a_0 wird in dem Bereich der mittleren Last auf den Maximalwert eingestellt. Diese Einstellung wird in Anbetracht der Tatsache vorgenommen, dass es, da die Verbrennung in dem Niedriglastbereich im Vergleich zu dem Bereich der mittleren Last instabil ist, schwieriger ist, den Grundanforderungswert a_0 in dem Niedriglastbereich als in dem Bereich der mittleren Last einzustellen, und, dass in dem Hochlastbereich die Abgastemperatur hoch ist, ohne dass die Dither-Steuerung durchgeführt wird. Ebenso wird der Grundanforderungswert a_0 auf einen größeren Wert eingestellt, wenn die Motordrehzahl NE hoch ist, als wenn die Motordrehzahl NE niedrig ist. Dies rührt daher her, dass die Verbrennung stabiler ist, wenn die Motordrehzahl NE hoch ist, als wenn die Motordrehzahl NE niedrig ist, sodass der Grundanforderungswert a_0 leicht auf einen großen Wert eingestellt werden kann. Insbesondere ist in dem ROM **74** ein zweidimensionales Kennfeld gespeichert, welches die Beziehung zwischen den Eingangsvariablen, welche die Motordrehzahl NE und die Ladeeffizienz η_c sind, und einer Ausgangsvariable, welche der Grundanforderungswert a_0 ist, definiert. Die CPU **72** berechnet den Grundanforderungswert a_0 unter

Verwendung des zweidimensionalen Kennfelds. In **Fig. 3** wird der Grundanforderungswert durch a_0 (n) unter Verwendung einer Variablen n bei dem Verfahren des Schritts S16 wiedergegeben. Die variable n wird dazu verwendet, bestimmte Daten in den Zeitverlaufsdaten, wie zum Beispiel den Grundanforderungswert a_0 , zu bezeichnen. Bei der folgenden Beschreibung werden die in dem aktuellen Steuerungszyklus der Steuerungszyklen der Verfahren in **Fig. 3** berechneten Daten als n definiert, und die bei dem vorherigen Steuerungszyklus berechneten Daten werden als $n-1$ definiert.

[0041] Als Nächstes bestimmt die CPU **72**, ob der durch Subtrahieren des vorherigen Korrekturanforderungswerts α ($n-1$) von dem Grundanforderungswert a_0 (n) berechnete Wert zu diesem Zeitpunkt in dem Verfahren von Schritt S16 größer als ein Schwellenwert Δ ist (S18). Wenn bestimmt wird, dass das Subtraktionsergebnis größer als der Schwellenwert Δ ist (S18: JA), addiert die CPU **72** den Schwellenwert Δ zu dem vorherigen Korrekturanforderungswert α ($n-1$) dazu und setzt den erhaltenen Wert als den Mengenkorraturanforderungswert α (n) ein (S20). Wenn im Gegensatz dazu bestimmt wird, dass das Subtraktionsergebnis weniger oder gleich wie der Schwellenwert Δ ist (S18: NEIN), subtrahiert die CPU **72** den Grundanforderungswert a_0 (n), welcher dieses Mal bei dem Verfahren des Schritts S16 berechnet worden ist, von dem vorherigen Korrekturanforderungswert α ($n-1$) und bestimmt, ob der erhaltene Wert größer als der Schwellenwert Δ (S22) ist. Wenn bestimmt wird, dass das Subtraktionsergebnis größer als der Schwellenwert Δ (S22: JA) ist, subtrahiert die CPU **72** den Schwellenwert Δ von dem vorherigen Korrekturanforderungswert α ($n-1$) und setzt den erhaltenen Wert als Mengenkorraturanforderungswert α (n) ein (S24). Wenn bestimmt wird, dass das Subtraktionsergebnis weniger oder gleich wie der Schwellenwert Δ ist (S22: NEIN), ersetzt die CPU **72** den momentanen Grundanforderungswert a_0 (n) mit dem momentanen Korrekturanforderungswert α (n) (S26).

[0042] Wenn bestimmt wird, dass die Ausführungsbedingung nicht erfüllt ist (S14: NEIN) setzt die CPU **72** den momentanen Grundanforderungswert a_0 (n) auf Null zurück (S28) und rückt zu dem Verfahren des Schritts S18 vor.

[0043] Wenn das Verfahren der Schritte S20, S24 und S26 vollendet ist, aktualisiert die CPU **72** die Variable n (S30) und unterbricht vorübergehend die Abfolge der in **Fig. 3** gezeigten Verfahren.

[0044] **Fig. 4** zeigt den Verfahrensfluss des Verfahrens, welches durch den AGR-Flussraten-Einstellabschnitt N32 durchgeführt wird. Das in **Fig. 4** gezeigte Verfahren wird dadurch durchgeführt, dass die CPU

72 wiederholt in dem ROM **74** gespeicherte Programme mit einem vorbestimmten Intervall durchführt.

[0045] Bei dem Verfahrensfluss des in **Fig. 4** gezeigten Verfahrens erfasst die CPU **72** zuerst die Motordrehzahl NE und eine Ladeeffizienz η_c (S40). Dann berechnet die CPU **72** eine AGR-Grundflussrate AFeb auf der Grundlage der Motordrehzahl NE und der Ladeeffizienz η_c . Wenn die Ladeeffizienz η_c hoch ist, wird die AGR-Grundflussrate AFeb auf einen größeren Wert eingestellt, als wenn die Ladeeffizienz η_c gering ist. Wenn die Motordrehzahl NE hoch ist, wird die AGR-Grundflussrate AFeb auf einen größeren Wert eingestellt, als wenn die Motorgeschwindigkeit NE nieder ist. Die AGR-Grundflussrate AFeb wird unter der Bedingung, dass sich die Stabilität der Verbrennung innerhalb eines zulässigen Bereichs befindet, auf das Maximum eingestellt. Dies stellt eine Einstellung zur Reduktion des spezifischen Kraftstoffverbrauchs in Anbetracht der Tatsache dar, dass der spezifische Kraftstoffverbrauch des Verbrennungsmotors **10** tendenziell mehr reduziert ist, wenn die AGR-Rate hoch ist, als wenn die AGR-Rate niedrig ist. Insbesondere wird bei der vorliegenden Ausführungsform die AGR-Rate derart eingestellt, dass sie in dem Bereich der mittleren Last am höchsten ist. Insbesondere ist in dem ROM **74** ein zweidimensionales Kennfeld gespeichert, welches die Beziehung zwischen den Eingangsvariablen, welche die Motordrehzahl NE und die Ladeeffizienz η_c sind, und einer Ausgangsvariable definiert, welche die AGR-Grundflussrate AFeb ist. Die CPU **72** berechnet die AGR-Grundflussrate AFeb unter Verwendung des zweidimensionalen Kennfelds. Die AGR-Rate ist das Verhältnis der AGR-Menge zu der Gesamtmenge des zylinderinternen Gases.

[0046] Als Nächstes bestimmt die CPU **72**, ob die Dither-Steuerung durchgeführt wird (S44). Die CPU **72** bestimmt, dass die Dither-Steuerung durchgeführt wird, wenn der Korrekturanforderungswert α größer als Null ist. Das Verfahren von S44 ist dazu ausgelegt, zu bestimmen, ob es wahrscheinlich ist, dass die Dither-Steuerung bewirkt, dass sich die Verbrennung aufgrund der bei dem Verfahren des Schritt S42 eingestellten AGR-Grundflussrate AFeb außerhalb des zulässigen Bereichs bewegt.

[0047] Wenn bestimmt wird, dass die Dither-Steuerung ausgeführt wird (S44: JA) berechnet die CPU **72** auf der Grundlage der Motordrehzahl NE, der Ladeeffizienz η_c , und einem Soll-Luft-Kraftstoff-Verhältnis $Af^* / \{1 - (\alpha/3)\}$ in dem mageren Verbrennungszylinder eine Reduktionsflussrate ΔAFe , um welche die AGR-Grundflussrate AFeb reduziert wird (S46). Die Motordrehzahl NE und die Ladeeffizienz η_c sind Parameter zum Erfassen des Stabilitätsgrads der Verbrennung, wenn die Dither-Steuerung nicht durchgeführt wird. Das Soll-Luft-Kraftstoff-Verhältnis in dem mageren Verbrennungszylinder ist ein Parameter zum Erfas-

sen des Stabilitätsgrads der Verbrennung in dem mageren Verbrennungszylinder. Je höher das Soll-Luft-Kraftstoff-Verhältnis in dem mageren Verbrennungszylinder, in anderen Worten, je größer der Grad der Magerkeit, desto instabiler wird die Verbrennung. Unter Berücksichtigung dessen stellt sogar dann, wenn der Betriebspunkt des Verbrennungsmotors **10**, welcher durch die Motordrehzahl NE und die Ladeeffizienz η_c definiert ist, derselbe ist, die CPU 72 die Reduktionsflussrate ΔAFe auf einen größeren Wert ein, wenn der Grad der Magerkeit groß ist, als wenn er klein ist. Daher wird in einem Fall, wenn der Betriebspunkt, welcher die AGR-Grundflussrate A_{Feb} bestimmt, derselbe ist, die AGR-Rate auf einen kleineren Wert eingestellt, wenn der Grad der Magerkeit groß ist, als wenn der Grad (der Magerkeit) klein ist. Insbesondere speichert der ROM **74** ein dreidimensionales Kennfeld, welches die Beziehung zwischen den Eingangsvariablen, welche die Motordrehzahl NE, die Ladeeffizienz η_c , und das Soll-Luft-Kraftstoff-Verhältnis in dem mageren Zylinder sind, und einer Ausgangsvariable definiert, welche die Reduktionsflussrate ΔAFe ist. Die CPU **72** berechnet die Reduktionsflussrate ΔAFe unter Verwendung des dreidimensionalen Kennfelds.

[0048] Die CPU **72** stellt den AGR-Flussratenbefehlswert A_{Fe}^* auf den größeren Wert aus dem durch die Subtraktion der Reduktionsflussrate ΔAFe von der AGR-Grundflussrate A_{Feb} erhaltenen Wert und Null ein (S48). Wenn andererseits bestimmt wird, dass die Dither-Steuerung nicht durchgeführt wird (S44: NEIN) setzt die CPU **72** die Reduktionsflussrate ΔAFe auf Null (S50) zurück und rückt zu dem Verfahren von Schritt (S48) vor.

[0049] Wenn das Verfahren des Schritts S48 vollendet ist, beendet die CPU **72** vorübergehend die Abfolge des in **Fig. 4** gezeigten Verfahrens.

[0050] Als Nächstes wird der Betrieb der vorliegenden Ausführungsform beschrieben.

[0051] **Fig. 5** zeigt die Bewegungen bzw. Veränderungen der Ansaugluftmenge G_a , des Vorliegens oder Nichtvorliegens einer Anforderung für die Durchführung des Temperaturerhöhungsverfahrens, des Soll-Luft-Kraftstoff-Verhältnisses $AF^*/(1 + \alpha)$ in dem fetten Verbrennungszylinder, des Soll-Luft-Kraftstoff-Verhältnisses in dem mageren Verbrennungszylinder und der AGR-Flussrate.

[0052] Wie in **Fig. 5** gezeigt, wird, wenn die Dither-Steuerung zu dem Zeitpunkt t_1 gestartet wird, das Luft-Kraftstoff-Verhältnis in dem fetten Verbrennungszylinder allmählich fett, während das Luft-Kraftstoff-Verhältnis in dem mageren Verbrennungszylinder allmählich mager wird. Dies ist das Ergebnis des Verfahrens der allmählichen Veränderung von Schritt S18 bis S26 in **Fig. 3**. Ein Zeitpunkt t_2 ist der Zeit-

punkt, zu dem der Korrekturanforderungswert α dem Grundanforderungswert a_0 entspricht.

[0053] Wenn die Dither-Steuerung durchgeführt wird, wird die AGR-Grundflussrate A_{Feb} reduziert, um den AGR-Flussratenbefehlswert A_{Fe}^* zu erhalten. Weiterhin erhöht sich die Reduktionsflussrate ΔAFe , wenn das Soll-Luft-Kraftstoff-Verhältnis in dem mageren Verbrennungszylinder zunimmt. **Fig. 5** zeigt ein Beispiel, bei dem der Grundanforderungswert a_0 zu dem Zeitpunkt t_3 erhöht wird und demgemäß auch die Reduktionsflussrate ΔAFe erhöht wird. Ein Zeitpunkt t_4 gibt den Zeitpunkt wieder, zu dem der Korrekturanforderungswert α wieder dem Grundanforderungswert a_0 entspricht.

[0054] Wenn die Anforderung zur Durchführung des Temperaturerhöhungsverfahrens zu dem Zeitpunkt t_5 verschwindet, wird die Variable n des Grundanforderungswerts a_0 Null. Jedoch bewirkt das allmähliche Veränderungsverfahren von Schritt S18 bis S26 in **Fig. 3**, dass der Korrekturanforderungswert α allmählich Null wird. Daher verschieben sich das Soll-Luft-Kraftstoff-Verhältnis in dem fetten Verbrennungszylinder und das Soll-Luft-Kraftstoff-Verhältnis in dem mageren Verbrennungszylinder allmählich auf das stöchiometrische Luft-Kraftstoffverhältnis, welches der Sollwert A_{f}^* ist. Wenn sich das Soll-Luft-Kraftstoff-Verhältnis des mageren Verbrennungszylinders allmählich auf das stöchiometrische Luft-Kraftstoff-Verhältnis verschiebt, nimmt die Reduktionsflussrate ΔAFe allmählich in Übereinstimmung mit dem Verfahren des Schritts S46 in **Fig. 4** ab. Wenn die Reduktionsflussrate ΔAFe Null wird, stimmt der AGR-Flussratenbefehls A_{Fe}^* mit der AGR-Grundflussrate A_{Feb} überein.

[0055] Bei der vorliegenden Ausführungsform wird, wenn die Dither-Steuerung durchgeführt wird, der AGR-Flussratenbefehlswert A_{Fe}^* im Vergleich zu dem Fall, wenn die Dither-Steuerung nicht durchgeführt wird, reduziert. Die vorliegende Ausführungsform beschränkt daher die Verschlechterung der Temperaturerhöhungsleistung der Dither-Steuerung, während gleichzeitig die Destabilisierung der Verbrennung reduziert wird. Um die Destabilisierung der Verbrennung zu reduzieren, kann der Korrekturanforderungswert α in Übereinstimmung mit der AGR-Rate beschränkt werden. Diese Konfiguration würde jedoch die Temperaturerhöhungsleistung reduzieren.

[0056] Die vorstehend beschriebene vorliegende Ausführungsform erreicht die folgenden Vorteile.

- (1) Die Reduktionsflussrate ΔAFe wird auf einen größeren Wert eingestellt, wenn der Grad der Magerkeit, welcher anzeigt, wie mager das Soll-Luft-Kraftstoff-Verhältnis in dem mageren Verbrennungszylinder ist, relativ zu dem stöchiometrischen Luft-Kraftstoff-Verhältnis groß ist, als wenn der Grad der Magerkeit klein ist. Da-

her kann, unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Verbrennung instabiler wird, wenn der Grad der Magerkeit in dem mageren Verbrennungszyylinder groß ist, als wenn die Magerkeit bzw. der Grad der Magerkeit nur gering ist, die Destabilisierung der Verbrennung aufgrund der großen AGR-Rate reduziert werden. Das heißt, die Reduktion der Reduktionsflussrate ΔA_{Fe} reduziert die Destabilisierung der Verbrennung und beschränkt gleichzeitig die Verschlechterung der Temperaturerhöhlungsleistung der Dither-Steuerung.

(2) Es wird ein Verfahren, welches dazu ausgelegt ist, die Veränderungsrate des Korrekturanforderungswert α zu beschränken, durchgeführt. In anderen Worten wird ein Verfahren durchgeführt, welches dazu ausgelegt ist, die Veränderungsrate des Grads der Magerkeit in dem mageren Verbrennungszyylinder zu beschränken. Dies beschränkt bzw. verhindert abrupte Veränderungen in dem Verbrennungszustand. Weiterhin wird das vorstehende Beschränkungsverfahren zusammen mit dem Verfahren durchgeführt, welches dazu ausgelegt ist, die Reduktionsflussrate ΔA_{Fe} auf einen größeren Wert einzustellen, wenn der Grad der Magerkeit, welcher anzeigt, wie mager das Soll-Luft-Kraftstoff-Verhältnis in dem mageren Verbrennungszyylinder relativ zu dem stöchiometrischen Luft-Kraftstoff-Verhältnis ist, groß ist, als wenn der Grad der Magerkeit nur gering ist. Dies beschränkt bzw. verhindert abrupte Veränderungen der AGR-Rate.

Zweite Ausführungsform

[0057] Im Folgenden wird mit Bezugnahme auf die Figuren eine zweite Ausführungsform beschrieben. Es werden hauptsächlich die Unterschiede von der ersten Ausführungsform ausgeführt.

[0058] Fig. 6 zeigt den Verfahrensfluss des durch den AGR-Flussraten-Einstellabschnitt M32 durchgeführten Verfahrens. Das in Fig. 6 gezeigte Verfahren wird durch die CPU 72 durchgeführt, welche in dem ROM 74 gespeicherte Programme wiederholt zu einem vorbestimmten Zeitintervall ausführt. In Fig. 6 wird ein Verfahren, welches den in Fig. 4 gezeigten Verfahren entspricht, aus Gründen der vereinfachten Beschreibung mit derselben Schrittziffer beziffert und eine Erklärung hiervon wird weggelassen.

[0059] Bei der dem Verfahrensfluss des Verfahrens, welches in Fig. 6 gezeigt ist, führt die CPU 72, wenn das Verfahren des Schritts S42 vollendet ist, ein Verfahren durch, welches dazu ausgelegt ist, die AGR-Grundflussrate A_{Feb} zu korrigieren (S43). Wenn die Kühlmitteltemperatur THW niedrig ist, wird die AGR-Grundflussrate A_{Feb} auf Null eingestellt, und wenn die Kühlmitteltemperatur THW zunimmt, konvergiert die AGR-Grundflussrate A_{Feb} mit einem in Schritt

S42 berechneten Wert bzw. nähert sich diesem an. Wenn das Verfahren des Schritts S43 vollendet ist, rückt die CPU 72 zu dem Verfahren des Schritts S44 vor.

[0060] Wenn bestimmt wird, dass die Dither-Steuerung durchgeführt wird (S44: JA) berechnet die CPU 72 einen oberen Grenzwert F_{th} des AGR-Flussratenbefehls werts A_{Fe}^* auf der Grundlage der Motordrehzahl NE, der Ladeeffizienz η_c , und des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses in dem mageren Verbrennungszyylinder (S46a). Die Absicht der Verwendung der Motordrehzahl NE, der Ladeeffizienz η_c und des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses in dem mageren Verbrennungszyylinder ist jeweils dieselbe wie bei dem Verfahren des Schritts S46. Insbesondere wird, je größer der Grad der Magerkeit in dem mageren Verbrennungszyylinder wird, desto instabiler die Verbrennung. Unter Berücksichtigung dessen stellt die CPU 42, sogar wenn der Betriebspunkt des Verbrennungsmotors 10, welcher durch die Motordrehzahl NE und die Ladeeffizienz η_c definiert ist, derselbe ist, den oberen Grenzwert F_{th} auf einen kleineren Wert ein, wenn der Grad der Magerkeit groß ist, als wenn der Grad der Magerkeit klein ist. Daher wird in einem Fall, in dem der Betriebspunkt, welcher die AGR-Grundflussrate A_{Feb} bestimmt, derselbe ist, die AGR-Rate auf einen kleineren Wert beschränkt, wenn der Grad der Magerkeit groß ist, als wenn der Grad der Magerkeit klein ist.

[0061] Wenn im Gegensatz dazu bestimmt wird, dass die Dither-Steuerung nicht durchgeführt wird (S44: NEIN), stellt die CPU 72 den oberen Grenzwert F_{th} auf einen Maximalwert A_{FeMAX} ein (S50a). Der Maximalwert A_{FeMAX} wird auf einen Wert eingestellt, welcher größer als der Maximalwert ist, welchen die AGR-Grundflussrate A_{Feb} annehmen kann. Wenn die Verfahren der Schritte S46a und S50a vollendet sind, setzt die CPU 72 den kleineren Wert der AGR-Grundflussrate A_{Feb} und des oberen Grenzwerts F_{th} als AGR-Flussratenbefehls wert A_{Fe}^* ein (S48a).

[0062] Wenn das Verfahren des Schritts S48a vollendet ist, unterbricht die CPU 72 vorübergehend die Abfolge des in Fig. 6 gezeigten Verfahrens.

[0063] Nun wird der Betrieb der vorliegenden Ausführungsform beschrieben.

[0064] Auf der Grundlage des Betriebspunkts des Verbrennungsmotors 10, welcher durch die Motordrehzahl NE und die Ladeeffizienz η_c bestimmt wird, berechnet die CPU 72 die AGR-Grundflussrate A_{Feb} und korrigiert dann den berechneten Wert auf der Grundlage der Kühlmitteltemperatur THW. Daher kann sogar bei demselben Betriebspunkt die AGR-Grundflussrate A_{Feb} in Übereinstimmung mit der Kühlmitteltemperatur THW verschiedene Werte annehmen. Daher kann, wenn das Soll-Luft-Kraftstoff-

Verhältnis in dem mageren Verbrennungszylinder bei der Dither-Steuerung ein vorbestimmtes Luft-Kraftstoff-Verhältnis ist, die Stabilität der Verbrennung sichergestellt werden, indem die AGR-Grundflussrate AFeb bei dem Verfahren des Schritts S43 korrigiert wird.

[0065] Demgemäß verändert die CPU **72** den oberen Grenzwert Fth bei einem oberer-Grenzwert-Verfahren für die AGR-Grundflussrate AFeb in Übereinstimmung mit dem Soll-Luft-Kraftstoff-Verhältnis in dem mageren Verbrennungszylinder. Daher wird in einem Zustand, in dem die Dither-Steuerung durchgeführt wird, trotz der Tatsache, dass die AGR-Grundflussrate AFeb, welche bei dem Verfahren des Schritts S43 korrigiert worden ist, ein Wert ist, welcher die Verbrennungsstabilität sicherstellt, verhindert, dass die AGR-Grundflussrate AFeb aufgrund der Durchführung der Dither-Steuerung reduziert wird.

Dritte Ausführungsform

[0066] Im Folgenden wird mit Bezugnahme auf die Figuren eine dritte Ausführungsform beschrieben. Hauptsächlich werden die Unterschiede von der ersten Ausführungsform erläutert.

[0067] Bei der vorliegenden Ausführungsform werden die AGR-Passage **60** und der AGR-Ventilaktuator **62** weggelassen. Bei den in **Fig. 2** gezeigten Verfahren sind die Programme bezüglich der Verfahren des AGR-Flussrateneinstellungsabschnitts M32 und des Öffnungsgradbetätigungsabschnitts M34 nicht in dem ROM **74** gespeichert. Stattdessen wird bei der vorliegenden Ausführungsform die interne-AGR-Menge durch die Überlappungsmenge OV zwischen der Ventilöffnungsperiode des Einlassventils **16** und der Ventilöffnungsperiode des Auslassventils **30** angepasst.

[0068] **Fig. 7** zeigt das Verfahren, welches durch den einlassseitigen Befehlswert-Einstellungsabschnitt M36 und den auslassseitigen Befehlswert-Einstellungsabschnitt M42 durchgeführt wird. Das in **Fig. 7** gezeigte Verfahren wird dadurch durchgeführt bzw. umgesetzt, dass die CPU **72** in dem ROM **74** gespeicherte Programme durchführt.

[0069] Bei der Abfolge der Verfahrensschritte, welche in **Fig. 7** gezeigt sind, erfasst die CPU **72** zuerst die Motordrehzahl NE und eine Ladeeffizienz η_c (S60). Dann bestimmt die CPU **72** auf dieselbe Weise wie bei dem Verfahren des Schritts S44, ob die Dither-Steuerung durchgeführt wird (S62). Wenn bestimmt wird, dass die Dither-Steuerung nicht durchgeführt wird (S62: NEIN), berechnet die CPU **72** den einlassseitigen Befehlswert INVVT* auf der Grundlage der Motordrehzahl NE und der Ladeeffizienz η_c (S64). Wenn beispielsweise die Ladeeffizienz η_c

groß ist, stellt die CPU **72** den einlassseitigen Befehlswert INVVT* auf einen weiter vorgerückten Wert ein, als wenn die Ladeeffizienz klein ist. Insbesondere ist in dem ROM **74** ein zweidimensionales Kennfeld gespeichert, welches die Beziehung zwischen den Eingangsvariablen, welche die Motordrehzahl NE und die Ladeeffizienz η_c sind, und einer Ausgangsvariable definiert, welche der einlassseitige Befehlswert INVVT* ist. Die CPU **72** berechnet den einlassseitigen Befehlswert INVVT* unter Verwendung des zweidimensionalen Kennfelds.

[0070] Als Nächstes berechnet die CPU **72** einen Überlappungsbefehlswert OV*, welcher der Befehlswert für die Überlappungsmenge OV ist, auf der Grundlage der Motordrehzahl NE und der Ladeeffizienz η_c (S66). Insbesondere ist in dem ROM **74** ein zweidimensionales Kennfeld gespeichert, welches die Beziehung zwischen den Eingangsvariablen, welche die Motordrehzahl und die Ladeeffizienz η_c sind, und einer Ausgangsvariable definiert, welche der Überlappungsbefehlswert OV* ist. Die CPU **72** berechnet den Überlappungsbefehlswert OV* unter Verwendung des zweidimensionalen Kennfelds. Dann berechnet die CPU **72** den auslassseitigen Befehlswert EXVVT* auf der Grundlage des Überlappungsbefehlswerts OV* und des einlassseitigen Befehlswert INVVT* (S68).

[0071] Wenn bestimmt wird, dass die Dither-Steuerung durchgeführt wird (S62: JA), berechnet die CPU **72** den einlassseitigen Befehlswert INVVT* auf der Grundlage der Motordrehzahl NE, der Ladeeffizienz η_c und dem Luft-Kraftstoff-Verhältnis in dem mageren Verbrennungszylinder (S70). Die Absicht bezüglich des Verwendens der Motordrehzahl NE, der Ladeeffizienz η_c , und des Luft-Kraftstoffverhältnisses in dem mageren Verbrennungszylinder ist jeweils dieselbe wie bei dem Verfahren des Schritts S46. Insbesondere, wenn der Betriebspunkt des Verbrennungsmotors **10**, welcher durch die Motordrehzahl NE und die Ladeeffizienz η_c definiert ist, derselbe ist, stellt die CPU **72** den einlassseitigen Befehlswert INVVT* auf einen weiter verzögerten Wert als bei dem Verfahren des Schritts S64 ein. Sogar dann, wenn der Betriebspunkt des Verbrennungsmotors **10**, welcher durch die Motorgeschwindigkeit NE und die Ladeeffizienz η_c definiert ist, derselbe ist, stellt die CPU **72** den einlassseitigen Befehlswert INVVT* auf einen weiter verzögerten Wert ein, wenn der Grad der Magerkeit groß ist, als wenn der Grad der Magerkeit klein ist. Insbesondere ist in dem ROM **74** ein zweidimensionales Kennfeld gespeichert, welches die Beziehung zwischen den Eingangsvariablen, welche die Motordrehzahl NE, die Ladeeffizienz η_c und das Soll-Luft-Kraftstoff-Verhältnis in dem mageren Verbrennungszylinder sind, und einer Ausgangsvariable definiert, welche der einlassseitige Befehlswert INVVT* ist. Die CPU **72** berechnet den einlassseitigen Befehlswert

INVVT* unter Verwendung des zweidimensionalen Kennfelds.

[0072] Als Nächstes berechnet die CPU 72 den Überlappungsbefehlswert OV^* auf der Grundlage der Ladeeffizienz η_c und des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses in dem mageren Verbrennungszylinder (S72). Die Absicht der Verwendung der Motordrehzahl NE, der Ladeeffizienz η_c , und des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses in dem mageren Verbrennungszylinder ist jeweils dieselbe wie bei dem Verfahren von Schritt S46. Insbesondere, wenn der Betriebspunkt des Verbrennungsmotors, welcher durch die Motordrehzahl NE und die Ladeeffizienz η_c definiert wird, derselbe ist, stellt die CPU 72 den Überlappungsbefehlswert OV^* auf einen kleineren Wert als bei dem Verfahrensschritt S66 ein. Sogar dann, wenn der Betriebspunkt des Verbrennungsmotors 10, welcher durch die Motordrehzahl NE und die Ladeeffizienz η_c definiert ist, derselbe ist, stellt die CPU 72 den Überlappungsbefehlswert OV^* auf einen kleineren Wert ein, wenn der Grad der Magerkeit groß ist, als wenn der Grad der Magerkeit klein ist. Daher wird in einem Fall, in dem der Betriebspunkt derselbe ist, die AGR-Rate auf einen kleineren Wert eingestellt, wenn der Grad der Magerkeit groß ist, als wenn der Grad der Magerkeit klein ist. Insbesondere ist in dem ROM 74 ein zweidimensionales Kennfeld gespeichert, welches die Beziehung zwischen den Eingangsvariablen, welche die Motordrehzahl NE, die Ladeeffizienz η_c , und das Soll-Luft-Kraftstoff-Verhältnis in dem mageren Verbrennungszylinder sind, und einer Ausgangsvariablen definiert, welche der Überlappungsbefehlswert OV^* ist. Die CPU 72 berechnet den Überlappungsbefehlswert OV^* unter Verwendung des zweidimensionalen Kennfelds.

[0073] Sobald das Verfahren des Schritts S72 vollendet ist, rückt die CPU 72 zu dem Verfahren des Schritts S68 vor. Wenn Schritt S68 vollendet ist, setzt die CPU 72 vorübergehend die Abfolge des in Fig. 7 gezeigten Verfahrens aus.

[0074] Im Folgenden wird der Betrieb der vorliegenden Ausführungsform beschrieben.

[0075] Fig. 8 zeigt die Bewegungen bzw. Veränderungen der Ansaugluftmenge G_a , das Vorliegen oder Nichtvorliegen einer Anforderung zur Durchführung des Temperaturerhöhungsverfahrens, des Soll-Luft-Kraftstoffverhältnisses in dem fetten Verbrennungszylinder und des Überlappungsbefehlswerts OV^* . In Fig. 8 wird der Überlappungsbefehlswert OV^* bei der vorliegenden Ausführungsform durch eine durchgezogene Linie wiedergegeben und der Überlappungsbefehlswert OV^* in einem Fall, in dem angenommen wird, dass die Dither-Steuerung nicht durchgeführt wird, wird durch eine gestrichelte Linie wiedergegeben. Die Zeitpunkte t_1 bis t_5 in Fig. 8 entsprechen je-

weils den Zeitpunkten t_1 bis t_5 , welche in Fig. 5 gezeigt sind.

[0076] Wie in Fig. 8 gezeigt, reduziert die CPU 72, wenn sie die Dither-Steuerung ausführt, den Überlappungsbefehlswert OV^* im Vergleich zu dem Fall, in welchem die Dither-Steuerung nicht ausgeführt wird. Daher nimmt die Menge des internen AGR-Gases ab. Demgemäß nimmt auch die AGR-Rate ab. Aus diesem Grund reduziert der Überlappungsbefehlswert OV^* , welcher bei dem Verfahren von Schritt S66 bestimmt wird, die AGR-Rate und reduziert die Destabilisierung der Verbrennung, wenn die Möglichkeit besteht, dass die Verbrennung aufgrund der Dither-Steuerung destabilisiert wird.

[0077] Die vorstehend beschriebene vorliegende Ausführungsform erreicht die folgenden Vorteile zusätzlich zu den Vorteilen (1) und (2), welche bereits vorstehend beschrieben wurden.

(3) Wenn der Überlappungsbefehlswert OV^* bei dem Verfahren von Schritt S72 reduziert wird, verzögert die CPU 72 den einlassseitigen Befehlswert INVVT* bei dem Verfahren des Schritts S70. Dies ermöglicht es, den Öffnungszeitpunkt des Einlassventils 16 zu verzögern und gleichzeitig den Öffnungszeitpunkt des Auslassventils 30 vorzurücken. Daher kann im Vergleich zu einem Fall, in dem nur eines davon durchgeführt wird, die Abweichung von dem Öffnungszeitpunkt des Einlassventils 16, welcher bei dem Verfahren von Schritt S64 bestimmt wird, und die Abweichung von dem Öffnungszeitpunkt des Auslassventils 30, welcher bei den Verfahren der Schritte S66, S68 bestimmt wird, minimiert werden.

Entsprechungen

[0078] Die Entsprechung zwischen den Komponenten der vorliegenden Ausführungsform und den in dem vorstehend beschriebenen Abschnitt „Zusammenfassung der Erfindung“ beschriebenen Komponenten ist wie folgt. Im Folgenden wird die Entsprechung einer jeden Bezugsziffer bzw. Zahl aus den Beispielen mit dem vorstehend beschriebenen Abschnitt „Zusammenfassung der Erfindung“ dargelegt.

[1] Der Anpassungsaktuator entspricht dem AGR-Ventilaktuator 62 gemäß den ersten und zweiten Ausführungsformen. Der Anpassungsaktuator entspricht der einlassseitigen variablen Ventilzeitpunktvorrichtung 44 und der auslassseitigen variablen Ventilzeitpunktvorrichtung 54 der dritten Ausführungsform. Der Katalysator entspricht dem Dreiwege-Katalysator 34. Das Dither-Steuerungsverfahren entspricht den Verfahren des Anforderungswert-Ausgabeabschnitts M18, des Korrekturkoeffizienten-Berechnungsabschnitts M20, des Dither-

Korrekturabschnitts M22, des Multiplikationsabschnitts M24, des Korrekturkoeffizienten-Berechnungsabschnitts M26, des Dither-Korrekturabschnitts M28 und des Einspritzmengen-Betriebsabschnitts M30. Das AGR-Steuerungsverfahren entspricht den Verfahren des AGR-Flussraten-Einstellungsabschnitts M32 und des Öffnungsgrad-Betriebsabschnitts M34 gemäß den ersten und zweiten Ausführungsformen. Bei der dritten Ausführungsform entspricht das AGR-Steuerungsverfahren den Verfahren des einlassseitigen Befehlswert-Einstellungsabschnitts M36, des Einlass-WT-Betriebsabschnitts M40, des auslassseitigen Befehlswert-Einstellungsabschnitts M42 und des Auslass-VVT-Betriebsabschnitts M46.

[2] Beispiel 2 entspricht den Verfahren der Schritte S46, S46a und S72.

[3] Das Grundeinstellungsverfahren entspricht dem Verfahren der Schritte S72 und das Überwachungswert-Einstellungsverfahren entspricht dem Verfahren der Schritte S46a.

[4] Beispiel 4 entspricht den ersten und zweiten Ausführungsformen.

[5] Beispiel 5 entspricht der dritten Ausführungsform.

Andere Ausführungsformen

[0079] Zumindest ein Merkmal der vorstehend gezeigten Ausführungsformen kann wie folgt abgewandelt werden.

Bezüglich der Ausführungsbedingung für die Dither-Steuerung

[0080] Die Durchführungsbedingung für das Temperaturerhöhungsverfahren, welches das Durchführungsverfahren für die Dither-Steuerung ist, ist nicht auf die Bedingung bei der vorstehenden Ausführungsform beschränkt. Beispielsweise kann die Durchführungsbedingung eine Bedingung umfassen, dass die Reinigungskonzentration niedriger oder gleich wie eine vorbestimmte Konzentration ist. Die Durchführungsbedingung kann beispielsweise eine Bedingung, dass eine Anforderung zum Aufwärmen des Dreiwege-Katalysators **34** vorliegt, und eine Bedingung umfassen, dass die Durchführungsbedingung des S-Freigabeverfahrens (Schwefel-Freigabeverfahren) des Dreiwege-Katalysators **34** erfüllt ist. Zudem können zwei Dreiwege-Katalysatoren jeweils in den stromaufwärtigen und stromabwärtigen Abschnitten der Auslasspassage **32** vorgesehen sein. In diesem Fall kann die Durchführungsbedingung einen Fall umfassen, bei dem eine Anforderung zum Aufwärmen des stromaufwärtigen Dreiwege-Katalysators vorliegt, oder einen Fall umfassen, bei dem eine Anforderung zum Aufwärmen des stromabwärtigen

Dreiwege-Katalysators vorliegt, oder einen Fall umfassen, bei dem eine Durchführungsbedingung für das S-Freigabeverfahren für den stromaufwärtigen Dreiwege-Katalysator erfüllt ist, oder einen Fall umfassen, bei dem die Durchführungsbedingung für das S-Freigabeverfahren für den stromabwärtigen Dreiwege-Katalysator erfüllt ist. Im Fall der Erhöhung der Temperatur des stromabwärtigen Dreiwege-Katalysators wird durch die Dither-Steuerung ein Verfahren durchgeführt, welches dazu ausgelegt ist, bei dem stromaufwärtigen Dreiwege-Katalysator die Abgastemperatur zu erhöhen.

[0081] Das Ziel der möglichst konstanten Durchführung der Dither-Steuerung, wie bei der vorstehend beschriebenen Ausführungsform, ist nicht auf die vorstehend beschriebene Durchführung beschränkt. Beispielsweise ist im Fall eines Dreiwege-Katalysators, bei dem die Umsetz- bzw. Konversionseffizienz für Stickoxide in einem Bereich hoch ist, in dem Temperatur ausreichend höher als die Aktivierungstemperatur ist, die möglichst konstante Durchführung der Dither-Steuerung dafür hilfreich bzw. effektiv, die Umsetz- bzw. Konversionseffizienz von Stickoxiden zu erhöhen.

Bezüglich des Dither-Steuerungsverfahrens

[0082] Der Grundanforderungswert a_0 kann nicht nur in Abhängigkeit von der Motordrehzahl NE und der Ladeeffizienz η_c , sondern auch in Abhängigkeit von der Kühlmitteltemperatur THW verändert werden. Beispielsweise kann der Grundanforderungswert a_0 auf der Grundlage eines Satzes aus nur zwei Parametern verändert werden. Ein derartiger Satz aus zwei Parametern kann ein Satz aus der Motordrehzahl NE und der Kühlmitteltemperatur THW oder ein Satz aus der Ladeeffizienz η_c und der Kühlmitteltemperatur THW sein. Beispielsweise kann der Grundanforderungswert a_0 auch auf der Grundlage von nur einem der vorstehenden drei Parameter verändert werden. Bei der vorstehend gezeigten Ausführungsform werden die Motordrehzahl NE und die Ladeeffizienz η_c als Parameter zur Bestimmung des Betriebspunkts des Verbrennungsmotors **10** verwendet. Beispielsweise kann anstatt der Ladeeffizienz η_c , welche eine Last ist, auch die Beschleunigerbetätigungs- bzw. -betriebsmenge als eine Last herangezogen werden. Weiterhin kann anstatt in Abhängigkeit von der Motordrehzahl NE und der Last, der Grundanforderungswert a_0 auch in Abhängigkeit von der Ansaugluftmenge G_a verändert werden.

[0083] Es ist nicht wesentlich, den Grundanforderungswert a_0 auf der Grundlage der vorstehenden Parameter zu verändern. Beispielsweise kann der Grundanforderungswert a_0 auch ein feststehender Wert sein. Sogar in diesem Fall kann, wenn die AGR-Rate verringert wird, wenn das Dither-Steuerungsverfahren durchgeführt wird, im Vergleich zu

einem Fall, wenn das Dither-Steuerungsverfahren nicht durchgeführt wird, die Verschlechterung der Temperaturerhöhungsleistung der Dither-Steuerung beschränkt werden, während gleichzeitig die Destabilisierung der Verbrennung reduziert wird.

[0084] Das Dither-Steuerungsverfahren beschränkt sich nicht auf das Einstellen der Korrekturmenge der Einspritzmenge. Beispielsweise kann ein Grundeinspritzmengen-Berechnungsabschnitt M12 für einen jeden von dem fetten Verbrennungszylinder und dem mageren Verbrennungszylinder vorgesehen sein. In diesem Fall berechnet der Grundeinspritzmengen-Berechnungsabschnitt M12 für den fetten Verbrennungszylinder die Grundeinspritzmenge Q_b als Betriebsmenge der Steuerung (offene Steuerschleife bzw. open loop control) zum Erreichen eines fetten Soll-Luft-Kraftstoffverhältnisses. Der Grundeinspritzmengen-Berechnungsabschnitt M12 für den mageren Verbrennungszylinder berechnet die Grundeinspritzmenge Q_b als Betriebsmenge der Steuerung (offene Steuerschleife bzw. open loop control) zum Erreichen eines mageren Soll-Luft-Kraftstoff-Verhältnisses. Zu diesem Zeitpunkt kann der Durchschnittswert der Luft-Kraftstoff-Verhältnisse der Luft-Kraftstoff-Gemische in den Brennkammern **22** der Zylinder auf einen Soll-Wert Af^* eingestellt werden. In diesem Fall kann der Durchschnittswert der Auslass-Luft-Kraftstoff-Verhältnisse von dem Soll-Wert der Auslass-Luft-Kraftstoff-Verhältnisse abweichen, wenn die Zylinder dasselbe Luft-Kraftstoff-Verhältnis haben. Diese Abweichung kann durch die Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Regelung kompensiert werden.

[0085] Das Auslass-Luft-Kraftstoff-Verhältnis des Soll-Auslassgases wird unter Verwendung eines hypothetischen Luft-Kraftstoff-Gemischs definiert. Das hypothetische Luft-Kraftstoff-Gemisch wird als ein Gemisch ausschließlich aus Frischluft und Kraftstoff definiert, welches derart zusammengesetzt ist, dass, wenn es verbrannt wird, das erzeugte Abgas eine Konzentration von unverbranntem Kraftstoff (beispielsweise HC), eine Konzentration einer unvollständig verbrannten Komponente (beispielsweise CO) und eine Sauerstoffkonzentration hat, welche dieselben wie die des Soll-Auslassgases sind. Das Auslass-Luft-Kraftstoff-Verhältnis ist als das Luft-Kraftstoff-Verhältnis des hypothetischen Luft-Kraftstoff-Gemischs definiert. Die Verbrennung des hypothetischen Luft-Kraftstoff-Gemischs ist nicht auf eine Verbrennung beschränkt, bei der zumindest eines von der Sauerstoffkonzentration, der Konzentration des unverbrannten Kraftstoffs und der unvollständig verbrannten Komponente Null ist, oder als Null angesehen werden kann, sondern umfasst auch eine Verbrennung, bei der die Sauerstoffkonzentration, die Konzentration des unverbrannten Kraftstoffes und der unvollständig verbrannten Komponente beide größer als Null sind. Der Soll-Wert

des Auslass-Luft-Kraftstoff-Verhältnisses ist das Auslass-Luft-Kraftstoff-Verhältnis, welches auftritt, wenn das Luft-Kraftstoff-Verhältnis des Luft-Kraftstoff-Gemischs aller Zylinder der Soll-Wert Af^* ist.

[0086] Bei den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen sind der magere Verbrennungszylinder und der fette Verbrennungszylinder bestimmte Zylinder, aber die Erfindung ist nicht darauf beschränkt. Beispielsweise können bei einem jeden Verbrennungszyklus die in der Reihenfolge des Kolbens, welcher den oberen Totpunkt der Kompression erreicht, zweiten und dritten Zylinder abwechselnd als der fette Verbrennungszylinder verwendet werden. Innerhalb eines Verbrennungszyklus müssen der Durchschnittswert des Auslass-Luft-Kraftstoff-Verhältnisses und der Durchschnittswert des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses des Luft-Kraftstoff-Gemisches in den Zylindern nicht notwendigerweise die Soll-Werte sein. Beispielsweise kann im Falle eines Vierzylindermotors, wie bei der vorstehenden Ausführungsform, der Durchschnittswert des Auslass-Luft-Kraftstoff-Verhältnisses und der Durchschnittswert des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses des Luft-Kraftstoff-Gemischs in einem jeden Zylinder über fünf Hübe bzw. Takte als die Sollwerte verwendet werden. Es ist bevorzugt, dass eine Periode, während der in einem einzigen Verbrennungszyklus sowohl der fette Verbrennungszylinder als auch der magere Verbrennungszylinder vorliegen, zumindest einmal pro zwei Verbrennungszyklen auftritt.

Bezüglich des Überwachungsverfahrens
durch die Dither-Steuerung

[0087] In **Fig. 6** wird die AGR-Grundflussrate A_{Feb} als der Grundparameter eingestellt, welcher dem Überwachungsverfahren unterworfen werden soll, aber der Grundparameter ist nicht darauf beschränkt. Beispielsweise kann der Grundparameter auf einen Grundwert der AGR-Rate eingestellt werden. In diesem Fall muss die CPU 72, da der dem Überwachungsverfahren unterworfenen Wert auch die AGR-Rate wird, nur den AGR-Ventilaktuator **62** derart betreiben, sich (bzw. das Ventil) zu einem Grad zu öffnen, welcher der AGR-Rate entspricht. Weiterhin kann auch der Öffnungsgrad des AGR-Ventil-Aktuators **62** als der Grundparameter verwendet werden.

[0088] Bei der dritten Ausführungsform kann der Überwachungswert der Überlappungsmenge durch die Dither-Steuerung eingestellt werden. In diesem Fall kann, wenn der einlassseitige Befehlswert $INVVT^*$ basierend auf dem Überlappungsbefehlswert OV^* nach dem Überwachungsverfahren eingestellt wird, die Abweichung des Zentrums der Überlappungsperiode bezogen auf den Fall reduziert werden, bei dem die Dither-Steuerung nicht durchgeführt wird. Zusätzlich kann, wenn der Anpassungsaktuator dazu ausgelegt ist, nur durch die einlassseitige varia-

ble Ventilzeitpunktvorrichtungen ausgebildet zu sein, wie nachstehend im Abschnitt bezüglich des Anpassungsaktuators beschrieben, der obere Grenzübergangswert der Vorrückmenge durch die Dither-Steuerung eingestellt werden.

Bezüglich des AGR-Steuerungsverfahrens

[0089] Der Betriebspunkt des Verbrennungsmotors **10**, welcher ein Eingangsparameter für das Einstellen der AGR-Rate durch das AGR-Steuerungsverfahren ist, ist nicht auf den Betriebspunkt beschränkt, welcher durch die Motordrehzahl NE und die Ladeeffizienz η_c bestimmt wird. Beispielsweise kann anstatt der Ladeeffizienz η_c als der mit der Last zusammenhängende Parameter eine Beschleunigerbetriebsmenge verwendet werden. Beispielsweise kann anstatt der Motordrehzahl NE und der Last auch die Ansaugluftmenge Ga als ein Eingangsparameter verwendet werden.

[0090] Weiterhin ist der Eingangsparameter für das Erfassen des Grads der Magerkeit in dem mageren Verbrennungszyylinder bei der Dither-Steuerung nicht auf das Soll-Luft-Kraftstoff-Verhältnis in dem mageren Verbrennungszyylinder beschränkt, sondern kann beispielsweise auch der Korrekturanforderungswert α sein. Wenn beispielsweise der Durchschnittswert des Auslass-Luft-Kraftstoff-Verhältnisses und der Durchschnittswert des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses des Luft-Kraftstoff-Gemischs eines jeden Zylinders derart gesteuert werden, dass sie die Soll-Werte werden, liegt eine 1:1-Entsprechung zwischen dem Grad der Fettheit in dem fetten Verbrennungszyylinder und dem Grad der Magerkeit in dem mageren Verbrennungszyylinder vor. Daher kann der Grad der Fettheit in dem fetten Verbrennungszyylinder als ein Eingangsparameter verwendet werden.

Bezüglich des Einstellens der Beziehung zwischen der Dither-Steuerung und der AGR-Steuerung

[0091] Bei der vorstehend beschriebenen zweiten Ausführungsform zeigt das Verfahren des Schritts S43 beispielhaft ein Verfahren, bei dem die AGR-Rate (AGR-Grundflussrate AFeb), wenn der Korrekturanforderungswert α durch die Dither-Steuerung der vorbestimmte Wert wird, verschiedene Werte annehmen kann. Das Verfahren des Schritts S43 ist nicht darauf beschränkt. Wenn beispielsweise die Kühlmitteltemperatur THW niedriger oder gleich wie eine vorbestimmte Temperatur ist, kann die AGR-Steuerung unterbrochen werden, sodass die Berechnung der AGR-Grundflussrate AFeb nicht durchgeführt wird. Wenn in diesem Fall die Kühlmitteltemperatur THW über die vorbestimmte Temperatur hinausgeht, ist es nur notwendig, die AGR-Steuerung zu starten, sodass die AGR-Grundflussrate AFeb allmählich mit der Zunahme der Kühlmitteltemperatur THW dem in dem Verfahren von Schritt S42 berechneten Wert an-

genähert wird. Beispielsweise kann anstatt des Weglassens des Verfahrens bei Schritt S43 bei dem Verfahrenfluss von **Fig. 6** ein oberer Grenzwert Fth2 berechnet werden, welcher auf einen kleineren Wert eingestellt wird, wenn die Kühlmitteltemperatur THW niedrig ist, als wenn die Kühlmitteltemperatur THW hoch ist. Bei dem Verfahren von Schritt S48a können der Minimalwert der AGR-Grundflussrate AFeb und die oberen Grenzwerte Fth, Fth2 durch den AGR-Flussratenbefehlswert AFe* ersetzt werden.

[0092] Die AGR-Rate wird nicht eindeutig in Abhängigkeit von dem Parameter bestimmt, welcher den Grundanforderungswert a0 definiert. Dies rührt von der Ausführung der AGR-Steuerung in Übereinstimmung mit der Kühlmitteltemperatur THW bei den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen her. Jedoch ist die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt. Beispielsweise kann bei einem Verbrennungsmotor, welcher mit einer Auflade- (bzw. Zwangsinduktions-)vorrichtung ausgestattet ist, der Grund die Durchführung eines Verfahrens sein, welches dazu ausgelegt ist, vorübergehend den Öffnungsgrad des AGR-Ventilaktuators **62** zu beschränken, um den Auflade- (bzw. Zwangsinduktions-)druck zu erhöhen.

[0093] Der Grund dafür, dass die AGR-Rate nicht eindeutig in Abhängigkeit von dem Parameter bestimmt wird, welcher den Grundanforderungswert a0 definiert, ist nicht auf den vorstehend beschriebenen Grund beschränkt. Beispielsweise kann der Grund eine Differenz zwischen den Parametern / dem Parameter für das Einstellen des Grundanforderungswerts a0 und dem Parameter für das Einstellen der AGR-Grundflussrate AFeb sein. Alternativ dazu kann der Grund eine Differenz zwischen dem Parameter zum Einstellen des Grundanforderungswerts a0 und dem Parameter zum Einstellen des Überlappungsbefehlswert OV* sein.

[0094] Die Verfahrenseinstellungen bei der Dither-Steuerung, mit denen die AGR-Rate, welche durch die Dither-Steuerung reduziert oder eingeschränkt wird, nicht eindeutig in Bezug auf den Grad der Magerkeit bestimmt wird, beschränken sich nicht auf die Verfahrenseinstellungen, mit denen die AGR-Rate nicht eindeutig in Abhängigkeit von dem Parameter bestimmt wird, welcher den Grundanforderungswert a0 definiert. Dies wird durch das allmähliche Veränderungsverfahren von Schritt S18 bis S26 beispielhaft gezeigt. In jedem Fall ist es, wenn die Verfahrenseinstellung dazu ausgelegt ist, zu verhindern, dass die AGR-Rate bezogen auf den Grad der Magerkeit bei der Dither-Steuerung eindeutig bestimmt wird, effektiv bzw. hilfreich, das Überwachungsverfahren für die Soll-AGR-Rate in Übereinstimmung mit dem Grad der Magerkeit in dem mageren Verbrennungszyylinder der Dither-Steuerung, wie bei der vor-

stehend beschriebenen zweiten Ausführungsform, durchzuführen.

Bezüglich des Anpassungsaktuators

[0095] Bei der dritten Ausführungsform bilden die einlassseitige variable Ventilzeitpunktvorrichtung **44** und die auslassseitige variable Ventilzeitpunktvorrichtung **54** den Anpassungsaktuator, aber die vorliegende Erfindung ist darauf nicht beschränkt. Beispielsweise kann nur die einlassseitige variable Ventilzeitpunktvorrichtung **44** den Anpassungsaktuator ausbilden. In diesem Fall wird die Überlappungsmenge **OV** eindeutig durch die Vorrückmenge des einlassseitigen Zeitpunkts **INVVT** bestimmt.

[0096] Bei der vorstehend beschriebenen dritten Ausführungsform wird ein Aktuator verwendet, welcher den Öffnungszeitpunkt und den Schließzeitpunkt der Ventile verschiebt, während er die Nockenprofile des Einlassnockens **42** und des Auslassnockens **52** gleich hält. Die vorliegende Erfindung ist aber nicht darauf beschränkt. Beispielsweise kann ein Aktuator, welcher zur Veränderung der Überlappungsmenge den Ventilhubbetrag verändert, verwendet werden, wodurch die interne **AGR**-Menge angepasst wird.

[0097] Weiterhin ist die **AGR**-Steuerung nicht auf das ausschließlich Steuern von entweder der internen **AGR**-Menge oder der externen **AGR**-Menge beschränkt, sondern die **AGR**-Steuerung kann auch sowohl die interne **AGR**-Menge als auch die externe **AGR**-Menge steuern. In diesem Fall muss die durch sowohl die interne **AGR**-Menge als auch die externe **AGR**-Menge erhaltene **AGR**-Rate nur derart eingestellt werden, dass die Instabilität der Verbrennung sogar dann, wenn die Dither-Steuerung durchgeführt wird, innerhalb des zulässigen Bereichs bleibt.

Bezüglich der Steuerung

[0098] Die Steuerungsvorrichtung **70** ist nicht auf eine Vorrichtung beschränkt, welche die **CPU 72** und die **ROM 74** aufweist und Softwareprogramme bzw. Verfahren durchführt. Beispielsweise kann zumindest ein Teil der bei der vorstehend beschriebenen Ausführungsform durch Software durchgeführten Verfahren auch durch Hardware-Schaltkreise durchgeführt werden, welche für das Durchführen dieser Verfahren vorgesehen sind (wie beispielsweise **ASIC**). Das heißt, die Steuerungsvorrichtung kann abgewandelt werden, solange sie eine der folgenden Konfigurationen (a) bis (c) hat.

[0099] (a) Eine Konfiguration, welche einen Prozessor, welcher alle vorstehenden Verfahren in Übereinstimmung mit Programmen durchführt, und eine Programmspeichervorrichtung, wie zum Beispiel einen **ROM**, aufweist, welcher die Programme spei-

chert. (b) Eine Konfiguration, welche eine Programmspeichervorrichtung und einen Prozessor, welcher einen Teil der vorstehend beschriebenen Verfahren in Übereinstimmung mit den Programmen durchführt, und einen vorbestimmten Hardware-Schaltkreis aufweist, welcher die verbleibenden Verfahren durchführt. (c) Eine Konfiguration, welche einen vorbestimmten Hardware-Schaltkreis aufweist, welcher alle der vorstehend genannten Verfahren durchführt. Eine Mehrzahl von Software-Verfahrensschaltkreisen, welche jeweils einen Prozessor und eine Programmspeichervorrichtung aufweisen, und eine Mehrzahl von vorbestimmten Hardware-Schaltkreisen können vorgesehen sein. Das heißt, die vorstehenden Verfahren können auf eine beliebige Weise durchgeführt werden, solange die Verfahren durch Verfahrensschaltkreise durchgeführt werden, welche zumindest einen aus einem Satz von einem oder mehreren Softwareverfahrensschaltkreisen und einem Satz von einem oder mehreren vorgesehenen Hardwareschaltkreisen aufweist.

Bezüglich des Katalysators

[0100] Der Katalysator ist nicht auf den Dreiwege-Katalysator **34** beschränkt. Beispielsweise kann ein Kraftstoffpartikelfilter (**GPF**) mit einem Dreiwege-Katalysator verwendet werden. Das heißt, ein beliebiger Typ von Katalysator kann verwendet werden, solange er eine Temperaturerhöhungsanforderung ausgeben kann und die Temperatur des Katalysators unter Verwendung der Oxidationswärme erhöht werden kann, welche erzeugt wird, wenn unverbrannte Kraftstoffkomponenten und unvollständig verbrannte Komponenten in dem Abgas, welches von dem fetten Verbrennungszylinder abgegeben wird, durch Sauerstoff in dem von dem mageren Verbrennungszylinder abgegebenen Abgas oxidiert werden.

Bezüglich des Verbrennungsmotors

[0101] Der Verbrennungsmotor ist nicht auf einen Vierzylindermotor beschränkt. Beispielsweise kann auch ein Sechszylinder-Reihenmotor vorgesehen sein. Alternativ kann ein **V-Motor** verwendet werden, welchen einen ersten und einen zweiten Katalysator aufweist, welche Abgase von verschiedenen Zylindern reinigen.

Sonstiges

[0102] Das Kraftstoffeinspritzventil ist nicht auf ein Kraftstoffeinspritzventil beschränkt, welches Kraftstoff in die Brennkammer **22** einspritzt, sondern kann auch ein Kraftstoffeinspritzventil sein, welches Kraftstoff beispielsweise in die Ansaugpassage **12** einspritzt. Die Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Regelung muss nicht zwingend durchgeführt werden, wenn die Dither-Steuerung durchgeführt wird. Anstatt dass die Temperatur des Dreiwege-Katalysators **34** geschätzt

wird, kann auch ein Sensor vorgesehen und verwendet werden, welcher diese erfasst, und der Erfassungswert des Sensors verwendet werden.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2004068690 A [0002]

Patentansprüche

1. Steuerungsvorrichtung (70), welche dazu ausgelegt ist, einen Verbrennungsmotor (10) zu steuern, welcher einen Katalysator (34), welcher von einer Mehrzahl von Zylindern (18) abgegebenes Abgas reinigt, und einen Anpassungsaktuator (44, 54; 62), welcher eine Abgasrezirkulations(AGR)-Rate anpasst, aufweist, wobei die Zylinder (18) zumindest einen mageren Verbrennungszylinder und zumindest einen fetten Verbrennungszylinder umfassen, welcher ein anderer als der magere Verbrennungszylinder ist, wobei die Steuerungsvorrichtung (70) dazu ausgelegt ist,

ein Dither-Steuerungsverfahren durchzuführen, bei dem, wenn eine Anforderung zur Erhöhung einer Temperatur des Katalysators (34) vorliegt, die Steuerungsvorrichtung (70) den jeweiligen Zylindern (18) entsprechende Kraftstoffeinspritzventile (24) derart ansteuert, dass ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis in dem mageren Verbrennungszylinder derart gesteuert wird, dass es magerer als ein stöchiometrisches Luft-Kraftstoff-Verhältnis wird, und dass ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis in dem fetten Verbrennungszylinder derart gesteuert wird, dass es fetter als das stöchiometrische Luft-Kraftstoff-Verhältnis wird; und ein AGR-Steuerungsverfahren durchzuführen, bei dem die Steuerungsvorrichtung (70) den Anpassungsaktuator (44, 54; 62) zur Steuerung der AGR-Rate betreibt, wobei das AGR-Steuerungsverfahren ein derartiges Betreiben des Anpassungsactuators (44, 54; 62) umfasst, dass die AGR-Rate niedriger ist, wenn das Dither-Steuerungsverfahren durchgeführt wird, als wenn das Dither-Steuerungsverfahren nicht durchgeführt wird.

2. Steuerungsvorrichtung (70) für einen Verbrennungsmotor (10) gemäß Anspruch 1, wobei das Dither-Steuerungsverfahren ein Verfahren umfasst, welches dazu ausgelegt ist, einen Grad der Magerkeit in dem mageren Verbrennungszylinder zu verändern, und das AGR-Steuerungsverfahren ein derartiges Betreiben des Anpassungsactuators (44, 54; 62) umfasst, dass die AGR-Rate kleiner ist, wenn der Grad der Magerkeit in dem mageren Verbrennungszylinder, welcher durch das Dither-Steuerungsverfahren erreicht wird, groß ist, als wenn der Grad der Magerkeit klein ist.

3. Steuerungsvorrichtung (70) für einen Verbrennungsmotor (10) gemäß Anspruch 2, wobei das AGR-Steuerungsverfahren umfasst: ein Grundeinstellungsverfahren, welches dazu ausgelegt ist, einen Grundparameter, welcher ein Parameter zum Einstellen einer Betriebsmenge des Anpassungsactuators (44, 54; 62) ist, auf der Grundlage eines Betriebspunkts des Verbrennungsmotors (10) einzustellen, und

ein Überwachungswerteinstellungsverfahren, welches dazu ausgelegt ist, einen Überwachungswert für den Grundparameter derart einzustellen, dass, wenn das Dither-Steuerungsverfahren durchgeführt wird, die AGR-Rate auf einen kleineren Wert beschränkt ist, wenn der Grad der Magerkeit in dem mageren Verbrennungszylinder groß ist, als wenn der Grad der Magerkeit klein ist, und das AGR-Steuerungsverfahren ein Verfahren ist, welches dazu ausgelegt ist, den Anpassungsaktuator (44, 54; 62) auf der Grundlage eines Wert zu betreiben, welcher erhalten wird, indem der Grundparameter einem Überwachungsprozess mit dem Überwachungswert unterzogen wird.

4. Steuerungsvorrichtung (70) für einen Verbrennungsmotor (10) gemäß einem Ansprüche 1 bis 3, wobei der Verbrennungsmotor (10) aufweist: eine AGR-Passage (60), welche eine Auslasspassage (32) und eine Ansaugpassage (12) miteinander verbindet, und einen AGR-Ventilaktuator (62), welcher eine Strömungsquerschnittsfläche der AGR-Passage (60) anpasst, und der Anpassungsaktuator den AGR-Ventilaktuator (62) umfasst.

5. Steuerungsvorrichtung (70) für einen Verbrennungsmotor (10) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Verbrennungsmotor (10) aufweist: einen einlassseitigen variablen Ventilzeitpunktaktuator (44), welcher dazu ausgelegt ist, einen Öffnungszeitpunkt eines Einlassventils (16) zu verändern, und einen auslassseitigen variablen Ventilzeitpunktaktuator (54), welcher dazu ausgelegt ist, einen Öffnungszeitpunkt eines Auslassventils (30) zu verändern, der Anpassungsaktuator den einlassseitigen variablen Ventilzeitpunktaktuator (44) und den auslassseitigen variablen Ventilzeitpunktaktuator (54) aufweist, und das AGR-Steuerungsverfahren ein Verfahren umfasst, welches dazu ausgelegt ist, zu bewirken, dass, wenn das Dither-Steuerungsverfahren durchgeführt wird, der Öffnungszeitpunkt des Einlassventils (16) weiter verzögert und der Öffnungszeitpunkt des Auslassventils (30) weiter vorgerückt wird, als wenn das Dither-Steuerungsverfahren nicht durchgeführt wird.

6. Verfahren zur Steuerung eines Verbrennungsmotors (10), welcher einen Katalysator (34), welcher von einer Mehrzahl von Zylindern (18) abgegebenes Abgas reinigt, und einen Anpassungsaktuator (44, 54; 62) aufweist, welcher eine Abgasrezirkulations(AGR)-Rate anpasst, wobei die Zylinder (18) zumindest einen mageren Verbrennungszylinder und zumindest einen fetten Verbrennungszylinder umfassen, welcher ein anderer als der magere Verbrennungszylinder ist, wobei das Verfahren die Schritte umfasst:

Durchführen eines Dither-Steuerungsverfahrens, welches dazu ausgelegt ist, wenn eine Anforderung zur Erhöhung der Temperatur des Katalysators (34) vorliegt, die den jeweiligen Zylindern (18) entsprechenden Einspritzventile (24) derart zu steuern, dass ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis in dem mageren Verbrennungszylinder derart gesteuert wird, dass es magerer als ein stöchiometrisches Luft-Kraftstoffverhältnis wird, und, dass ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis in dem fetten Verbrennungszylinder derart gesteuert wird, dass es fetter als das stöchiometrische Luft-Kraftstoff-Verhältnis wird; und

Durchführen eines AGR-Steuerungsverfahrens, welches dazu ausgelegt ist, den Anpassungsaktuator (44, 54; 62) zur Steuerung der AGR-Rate zu betreiben,

wobei das AGR-Steuerungsverfahren ein derartiges Betreiben des Anpassungsactuators (44, 54; 62) umfasst, dass die AGR-Rate niedriger ist, wenn das Dither-Steuerungsverfahren durchgeführt wird, als wenn das Dither-Steuerungsverfahren nicht durchgeführt wird.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

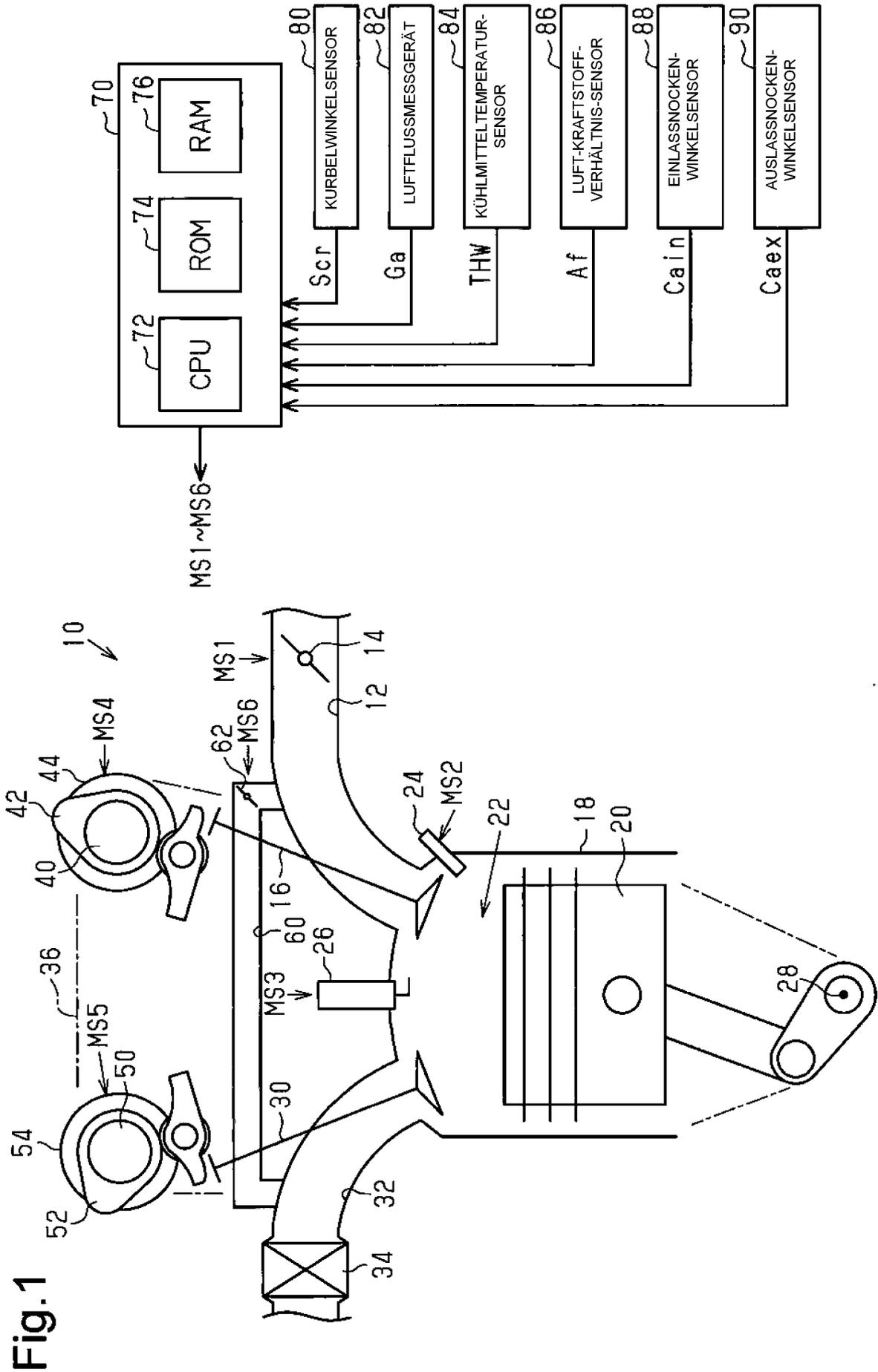


Fig.2

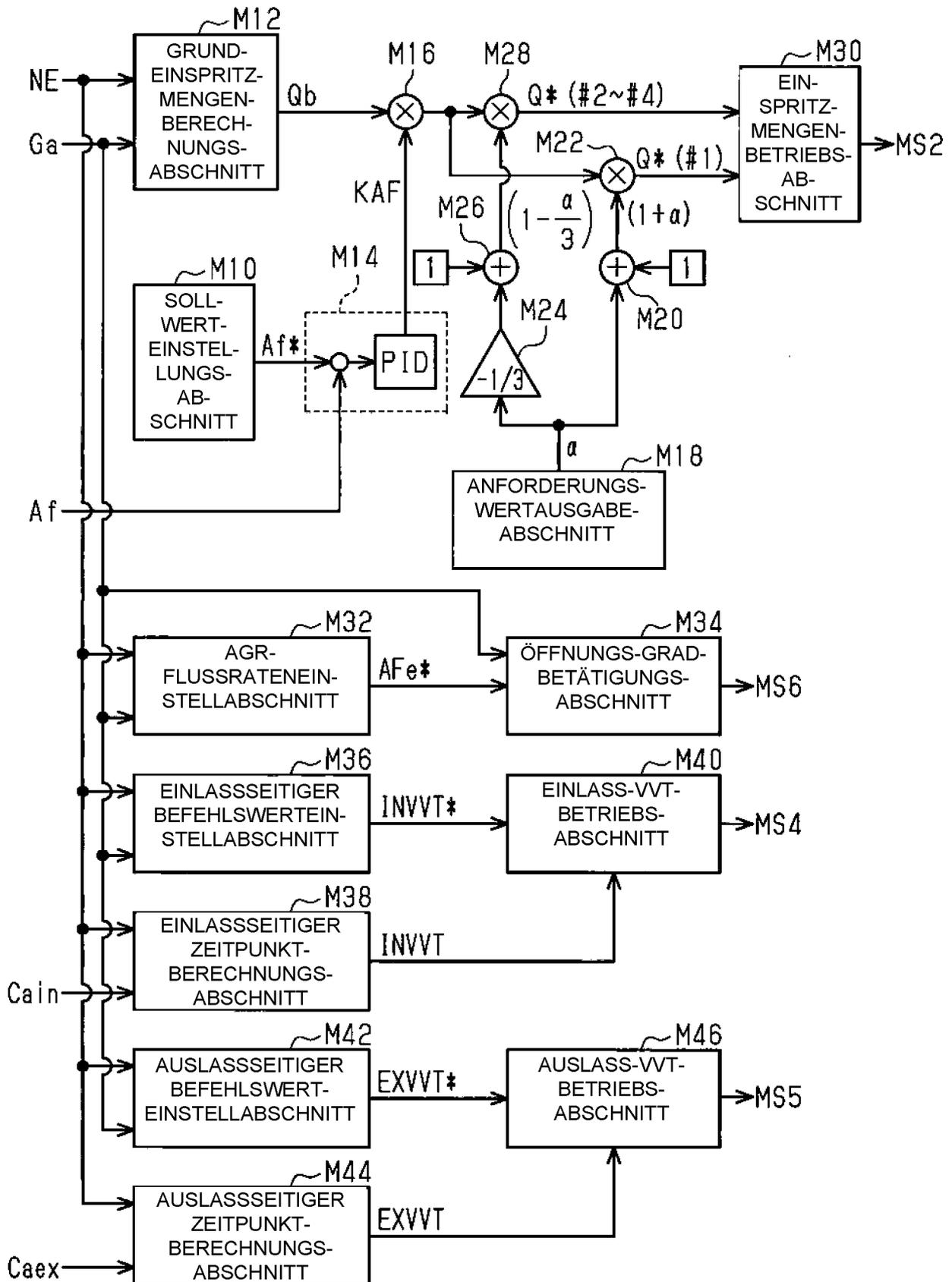


Fig.3

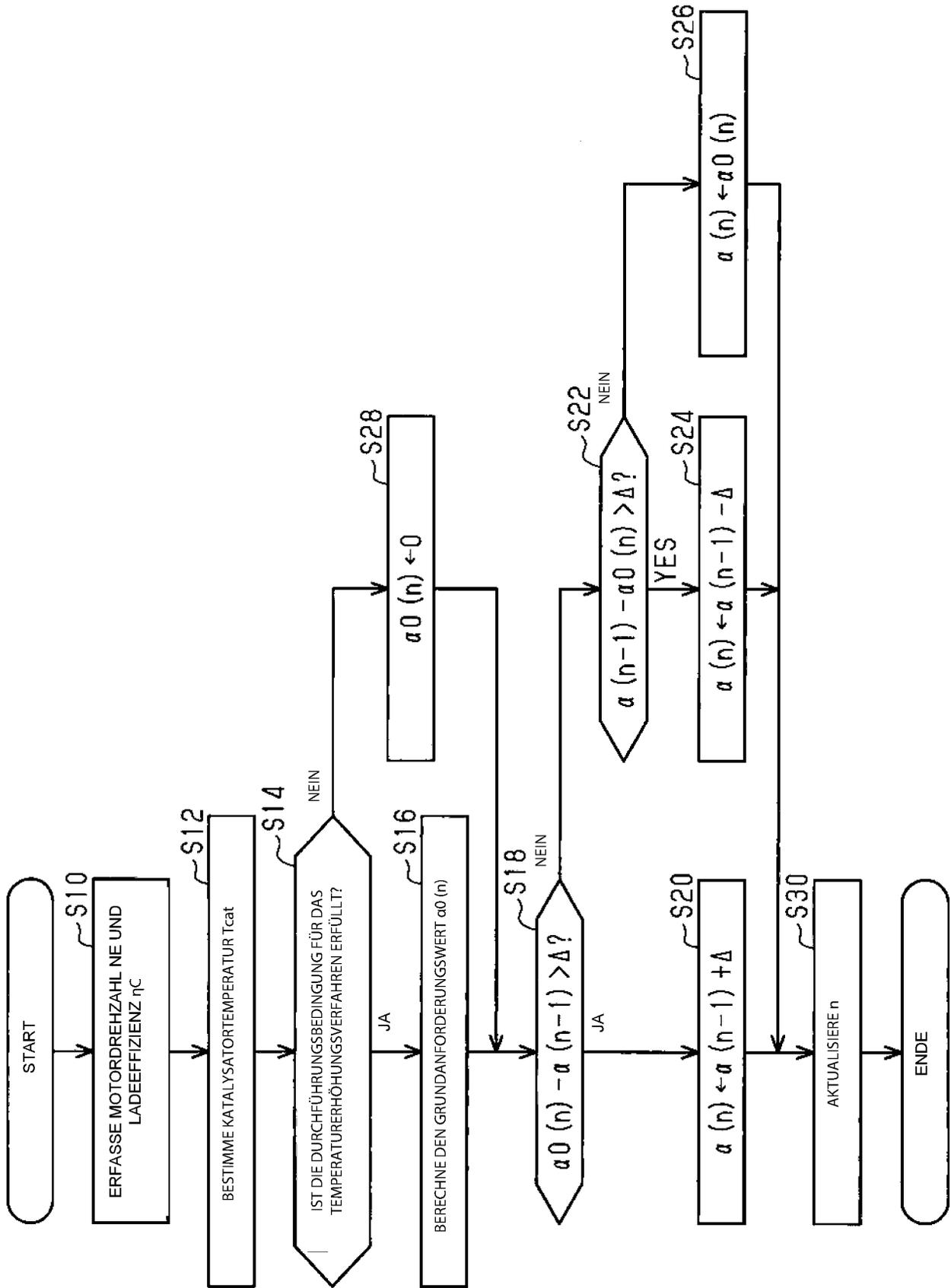
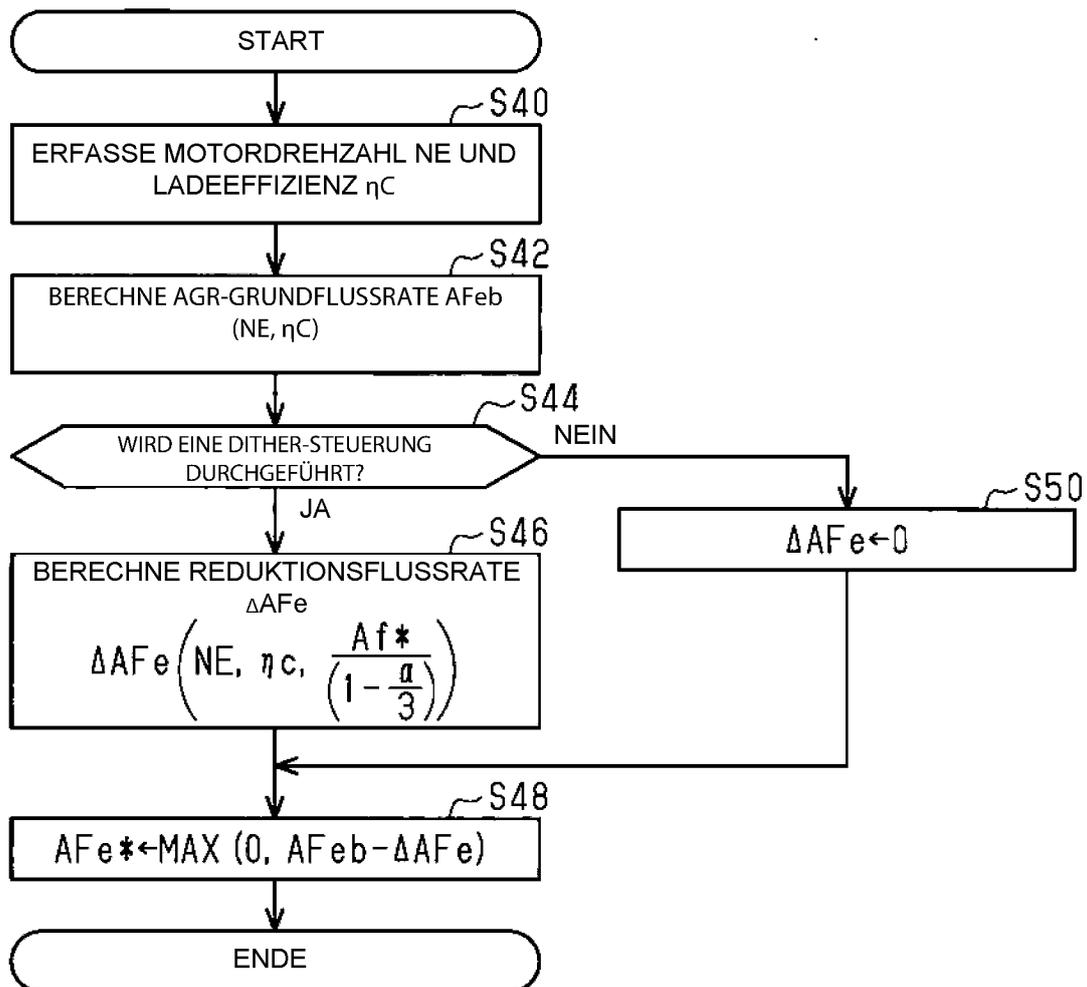


Fig.4



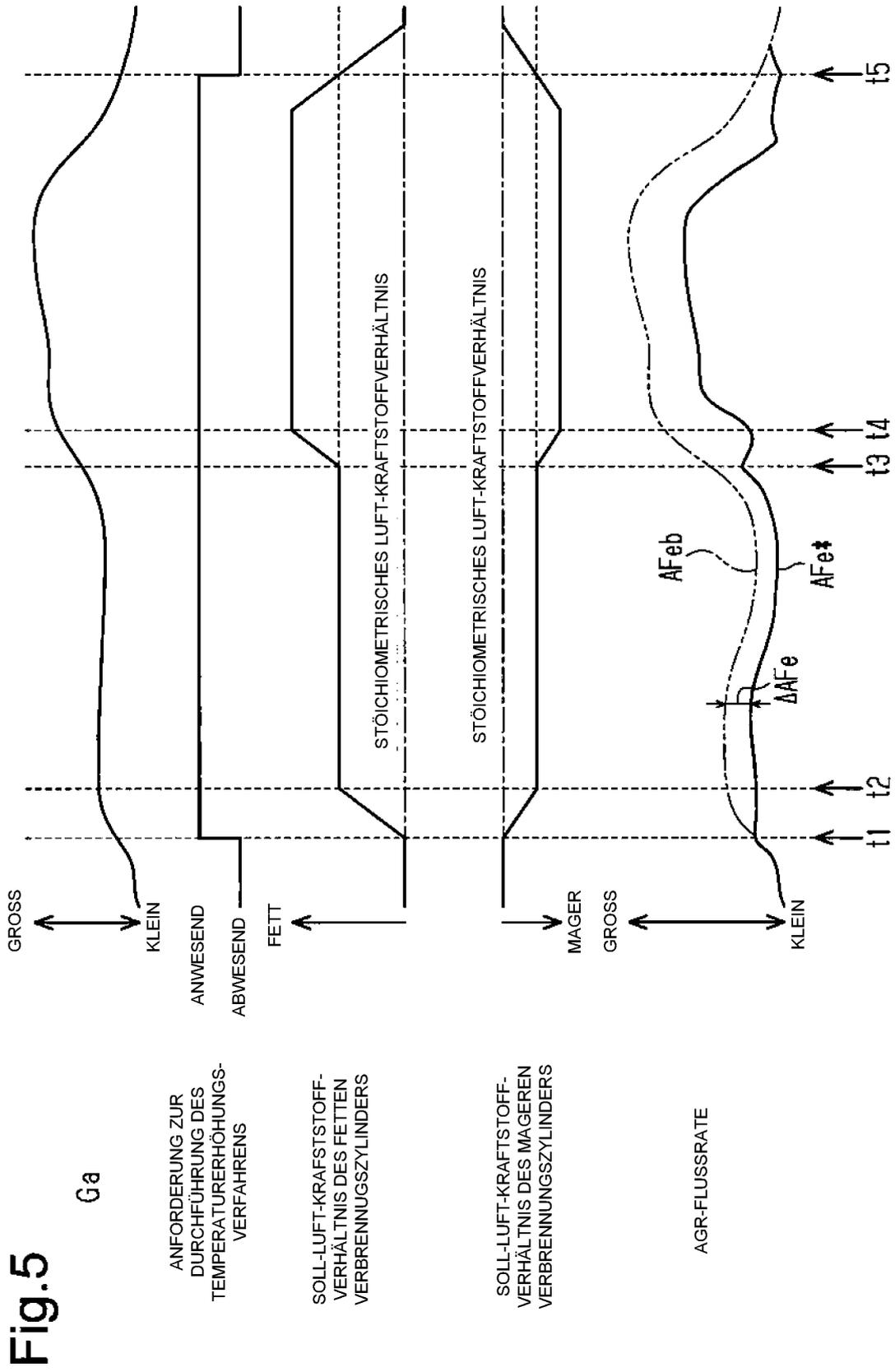


Fig.6

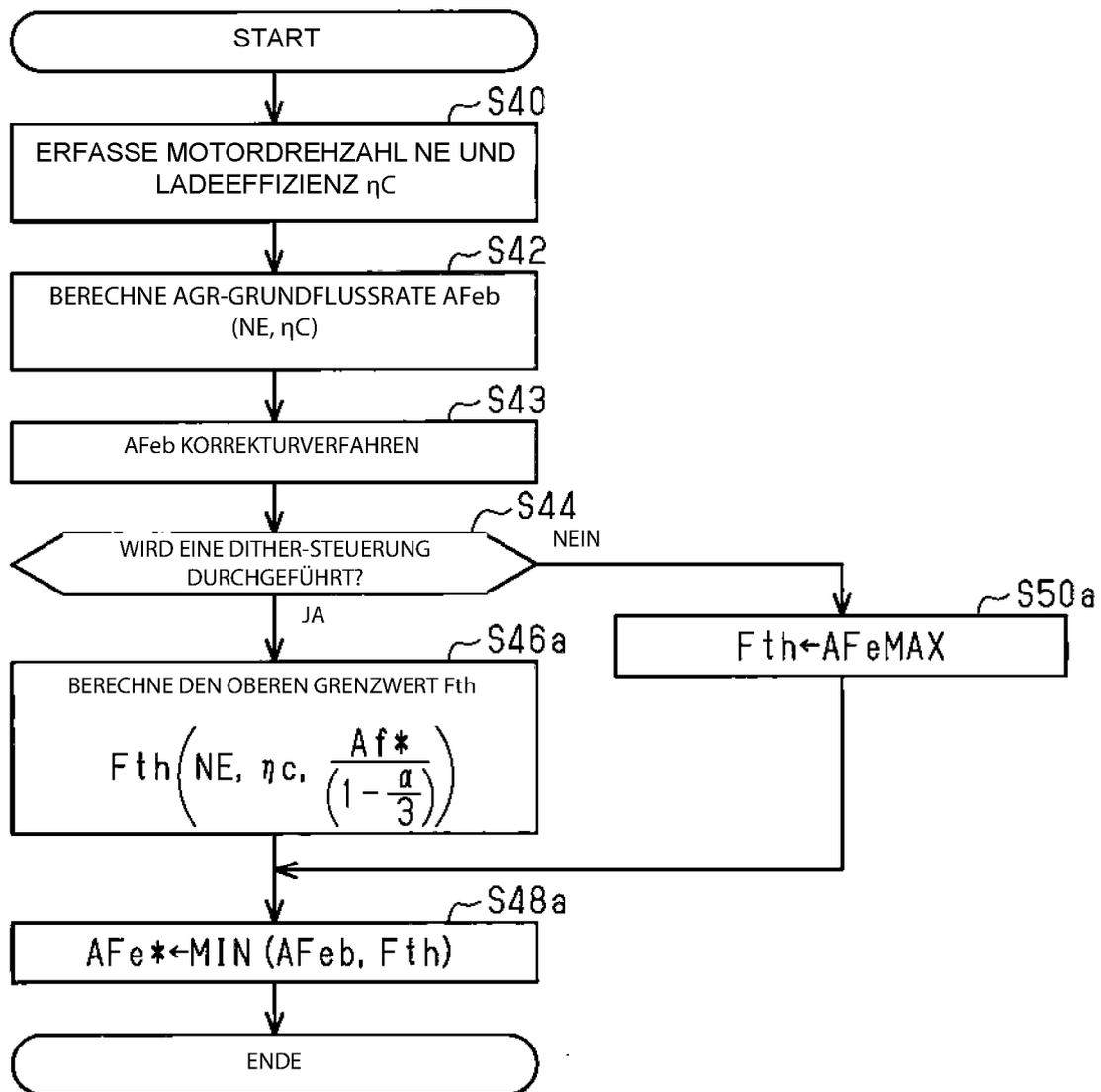


Fig.7

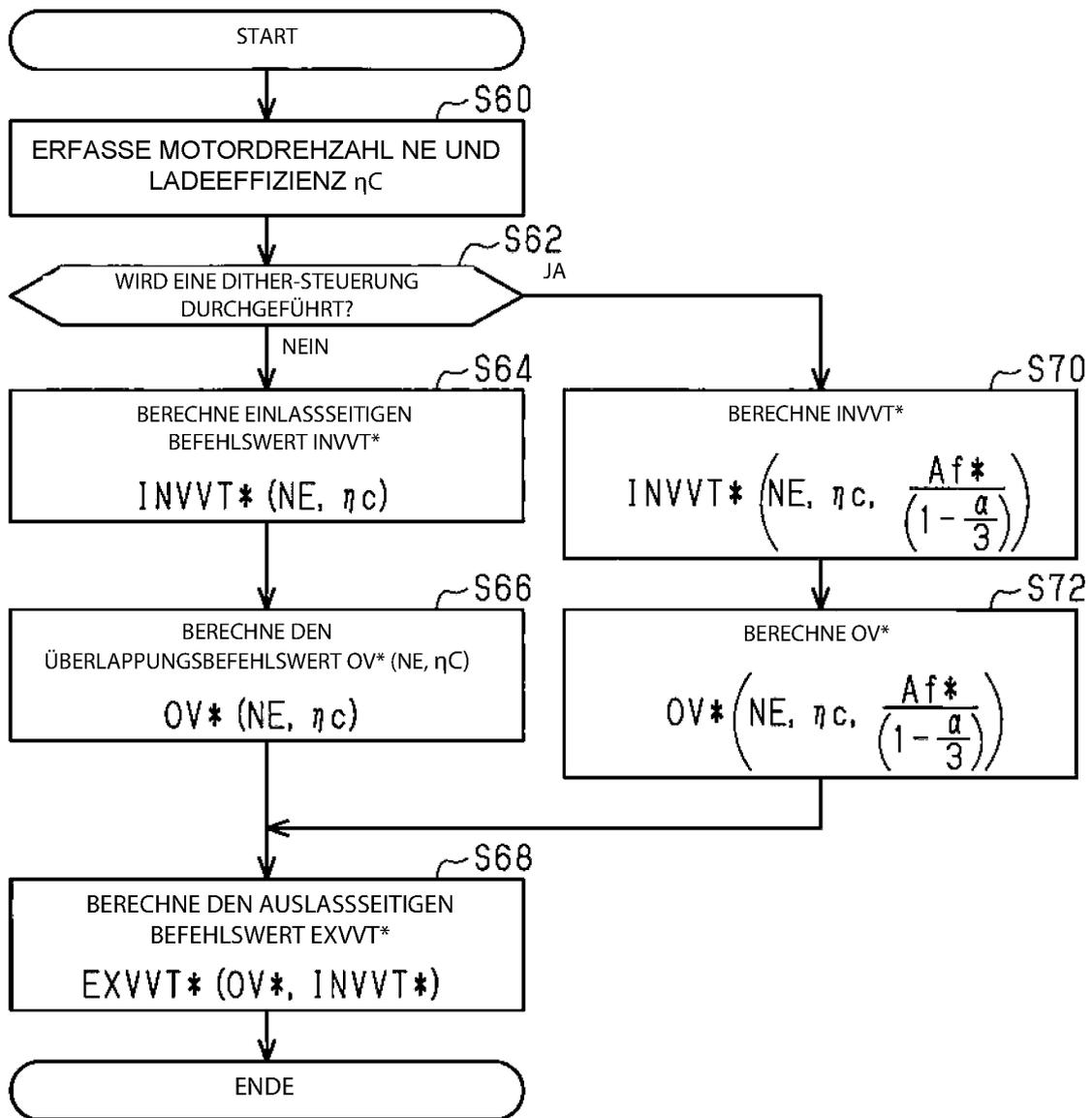


Fig.8

