



(10) **DE 11 2011 104 759 B4** 2014.08.28

(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2011 104 759.2**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2011/051223**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2012/101739**
(86) PCT-Anmeldetag: **24.01.2011**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **02.08.2012**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **14.11.2013**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **28.08.2014**

(51) Int Cl.: **F02D 41/14 (2006.01)**
F01N 9/00 (2006.01)
F02D 45/00 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA, Toyota-shi, Aichi-ken, JP

(74) Vertreter:
**KUHNEN & WACKER Patent- und
Rechtsanwaltsbüro, 85354, Freising, DE**

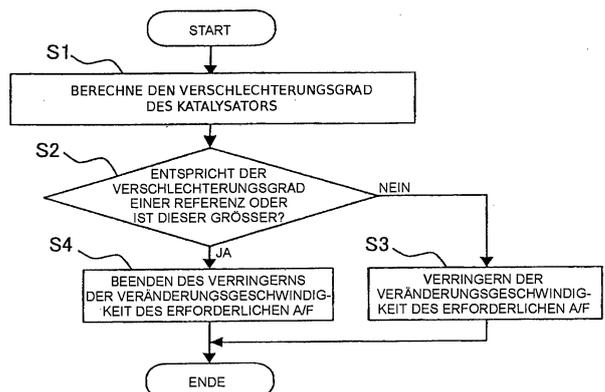
(72) Erfinder:
**Yoshizaki, Satoshi, Toyota-shi, Aichi-ken, JP;
Okazaki, Shuntaro, Toyota-shi, Aichi-ken, JP;
Shibayama, Masashi, Toyota-shi, Aichi-ken, JP;
Shokatsu, Kaoru, Toyota-shi, Aichi-ken, JP;
Kawakami, Hajime, Toyota-shi, Aichi-ken, JP**

(56) Ermittelter Stand der Technik:
JP 2009- 299 667 A

(54) Bezeichnung: **Steuerungsvorrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine**

(57) Hauptanspruch: Steuerungsvorrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine, mit:
einer Anforderungs-Erlangungs-Einrichtung, die ein erforderliches Drehmoment und ein erforderliches Luft-Kraftstoff-Verhältnis der Verbrennungskraftmaschine erlangt;
einer Erzeugungseinrichtung (28) für ein Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis, welche ein Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis durch Verringern einer Veränderungsgeschwindigkeit des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses erzeugt;
einer Berechnungseinrichtung (14) für eine Ziel-Luftmenge, welche eine Ziel-Luftmenge zum Realisieren des erforderlichen Drehmoments unter dem Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis, basierend auf Daten, bei denen eine Beziehung zwischen durch die Verbrennungskraftmaschine erzeugtem Drehmoment und einer Luftmenge, welche in einen Zylinder geführt wird, durch Bezugnahme auf ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis fest eingestellt ist, berechnet;
einer Luftmengen-Steuerungseinrichtung, welche ein Stellglied (4) für eine Luftmengen-Steuerung gemäß der Ziel-Luftmenge betätigt;
einer Kraftstoff-Einspritzmengen-Steuerungseinrichtung, welche ein Stellglied (8) zur Kraftstoff-Einspritzmengen-Steuerung gemäß dem Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis betätigt; und
einer Ermittlungseinrichtung (32), welche Informationen bezüglich eines Verschlechterungs-Grades eines Katalysators erlangt, welcher in einem Abgas-Durchlass der Verbrennungskraftmaschine angeordnet ist, und den Ver-

schlechterungs-Grad des Katalysators basierend auf den erlangten Informationen ermittelt, wobei die Erzeugungseinrichtung (28) für ein Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis die Verringerung der Veränderungsgeschwindigkeit des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses stoppt, oder einen Verringerungs-Grad der Veränderungsgeschwindigkeit des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses verringert, wenn der Verschlechterungs-Grad des Katalysators eine vorbestimmte Referenz oder größer ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Steuerungsvorrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine und betrifft insbesondere eine Steuerungsvorrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine, welche Drehmoment und ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis als Steuervariablen anwendet.

[0002] Als eines der Steuerverfahren von Verbrennungskraftmaschinen ist eine Drehmoment-Anforderungs-Steuerung bekannt, welche eine Stellgröße jedes Stellglieds mit Drehmoment als eine Steuervariable ermittelt. Die JP 2009-299667 A beschreibt ein Beispiel der Steuerungsvorrichtung, welche die Drehmoment-Anforderungs-Steuerung durchführt. Die in der JP 2009-299667 A beschriebene Steuerungsvorrichtung (nachfolgend als eine herkömmliche Steuerungsvorrichtung bezeichnet) ist eine Steuerungsvorrichtung, welche eine Drehmomentsteuerung durch Steuern einer Luftmenge durch eine Drosselklappe, Steuern eines Zündzeitpunkts durch eine Zündvorrichtung, und Steuern einer Kraftstoff-Einspritzmenge durch ein Kraftstoff-Zuführsystem durchführt.

[0003] Im Übrigen steht zusätzlich zu der Luftmenge, welche in einen Zylinder gebracht wird, ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis eng mit dem Drehmoment, welches durch eine Verbrennungskraftmaschine erzeugt wird, in Beziehung. Entsprechend wird bei der herkömmlichen Steuerungsvorrichtung das Luft-Kraftstoff-Verhältnis, welches aus den vorliegenden Betriebs-Zustandsinformationen gewonnen wird, in dem Prozess der Umwandlung des erforderlichen Drehmoments in einen Zielwert der Luftmenge genannt. Das Luft-Kraftstoff-Verhältnis steht in diesem Fall nicht für das Luft-Kraftstoff-Verhältnis des Abgases, welches durch einen Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Sensor gemessen wird, sondern für das Luft-Kraftstoff-Verhältnis des Gasgemisches in dem Zylinder, d. h., ein erforderliches Luft-Kraftstoff-Verhältnis.

[0004] Das erforderliche Luft-Kraftstoff-Verhältnis ist nicht immer konstant und wird gelegentlich positiv verändert, um die Emmissionsleistung aufrecht zu erhalten. In solch einem Fall verändert sich gemäß der herkömmlichen Steuerungsvorrichtung die Ziel-Luftmenge entsprechend der Veränderung des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses und eine Drosselklappenöffnung wird ebenso entsprechend der Ziel-Luftmenge gesteuert. Die Bewegung der Drosselklappe wird zu diesem Zeitpunkt eine Bewegung, um die Drehmoment-Variation, welche die Veränderung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses begleitet, durch Erhöhen und Verringern der Luftmenge auszugleichen. Das heißt, wenn sich das Luft-Kraftstoff-Verhältnis hin zu einer fetten Seite verändert, bewegt sich die Drosselklappe zur Verschlussseite, um den Anstieg des Drehmoments aufgrund dessen durch Verringern der Luftmenge auszugleichen. Umgekehrt be-

wegt sich die Drosselklappe zu einer Öffnungsseite, wenn sich das Luft-Kraftstoff-Verhältnis hin zu einer mageren Seite verändert, um die Drehmomentabnahme durch Erhöhen der Luftmenge auszugleichen.

[0005] Jedoch besteht eine Verzögerung im Ansprechen der Luftmenge auf die Bewegung der Drosselklappe, und die tatsächliche Luftmenge verändert sich bezüglich der Veränderung der Ziel-Luftmenge verspätet. Die Verzögerung wird mit einer höheren Veränderungsgeschwindigkeit der Ziel-Luftmenge deutlicher wahrnehmbar. Entsprechend ist es bei der herkömmlichen Steuerungsvorrichtung unwahrscheinlich, dass die Veränderung der Luftmenge eine plötzliche Veränderung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses aufholt, wenn eine plötzliche Veränderung des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses stattfindet. In diesem Fall tritt zwischen dem von der Verbrennungskraftmaschine erzeugten Drehmoment und dem erforderlichen Drehmoment eine Abweichung auf, und als Ergebnis kann nicht nur die Drehmomentsteuerung mit hoher Präzision nicht realisiert werden, sondern es kann ebenso eine Verschlechterung der Emissionsleistung aufgrund der ungewollten Variation des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses hervorgerufen werden.

[0006] Wie aus dem Vorstehenden bekannt ist, kann festgestellt werden, dass die herkömmliche Steuerungsvorrichtung Raum für weitere Verbesserungen bezüglich der Präzision der Realisierung des erforderlichen Drehmoments, in der Situation, bei der sich das erforderliche Luft-Kraftstoff-Verhältnis verändern kann, aufweist.

[0007] Als Lösung des vorgenannten Problems ist es denkbar, das erforderliche Luft-Kraftstoff-Verhältnis mit verringerter Veränderungsgeschwindigkeit bei der Berechnung der Ziel-Luftmenge zu verwenden. Als Einrichtung, welche die Veränderungsgeschwindigkeit des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses verringert, kann ein Tiefenpassfilter, wie ein Verzögerungsfilter erster Ordnung, eine gemäßigte Bearbeitung, wie ein gewichteter Durchschnitt, oder eine Prüf- bzw. Überwachungs-Bearbeitung für eine Veränderungsrate angeführt werden. Durch Verringern der Veränderungsgeschwindigkeit des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses kann eine Verzögerung der Veränderung der Luftmenge bezüglich der Veränderung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses beseitigt werden. Alternativ kann, obwohl die Verzögerung der Veränderung der Luftmenge bezüglich der Veränderung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses nicht vollständig beseitigt werden kann, die Verzögerung auf ein Ausmaß ausreichend reduziert werden, dass eine Drehmomentvariation nicht auftritt.

[0008] Im Übrigen ist in dem Abgasdurchlass einer Verbrennungskraftmaschine ein Katalysator (Drei-

Wege-Katalysator) zum Reinigen des Abgases vorgesehen. Wenn das Luft-Kraftstoff-Verhältnis des Abgases, welches in den Katalysator strömt, fett ist, werden HC und CO durch in dem Katalysator gespeicherten Sauerstoff oxidiert und unschädlich gemacht. Währenddessen wird, wenn das Luft-Kraftstoff-Verhältnis des Abgases, welches einströmt, mager ist, NO_x durch in dem Katalysator enthaltene Edelmetalle reduziert und unschädlich gemacht, und Sauerstoff, welcher durch die Reduktion von NO_x erhalten wird, wird innerhalb des Katalysators gespeichert. Der gespeicherte Sauerstoff wird für die Oxidation von HC und CO verwendet, wenn das Luft-Kraftstoff-Verhältnis des Abgases erneut fett wird. Der Katalysator reinigt das Abgas insbesondere durch die Funktion des Speicherns von Sauerstoff innerhalb des Katalysators wirkungsvoll. Entsprechend sollte der Speicherbetrag von Sauerstoff nicht vermindert oder gesättigt sein, so dass der Katalysator die Reinigungsfähigkeit aufweisen kann.

[0009] Beeinflussend auf den Sauerstoff-Speicherbetrag eines Katalysators wirkt das Luft-Kraftstoff-Verhältnis des Abgases, welches in den Katalysator strömt. Das vorgenannte erforderliche Luft-Kraftstoff-Verhältnis ist derart eingestellt, dass der Sauerstoff-Speicherbetrag des Katalysators geeignet gehalten wird. Entsprechend tritt zwischen dem Luft-Kraftstoff-Verhältnis des in den Katalysator strömenden Abgases und dem ursprünglichen erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnis, das heißt, dem Luft-Kraftstoff-Verhältnis zum Aufrechterhalten des Sauerstoff-Speicherbetrages des Katalysators auf einen geeigneten Wert, eine Abweichung auf, und der Sauerstoff-Speicherbetrag des Katalysators verändert sich in einer erschöpfenden Richtung oder in einer gesättigten Richtung, wenn die Veränderungsgeschwindigkeit des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses verringert wird. Die Abweichung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses, welche zu diesem Zeitpunkt zugelassen ist, wird durch den Verschlechterungs-Zustand des Katalysators ermittelt. Der Katalysator wird durch Vergiften durch in einem Kraftstoff enthaltene Schwefelkomponenten, oder durch auf den Katalysator aufgebrauchte Hitze, während der Katalysator kontinuierlich verwendet wird, verschlechtert, und der Sauerstoff-Speicherbetrag wird entsprechend des Grades der Verschlechterung gesenkt. Entsprechend wird bei dem Katalysator, welcher sich nicht in einem fortgeschrittenen Zustand der Verschlechterung befindet, die Sauerstoff-Speicherfähigkeit davon hoch gehalten und dadurch wird, selbst wenn die Veränderungsgeschwindigkeit des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses verringert ist, der Sauerstoff-Speicherbetrag nicht unmittelbar dadurch vermindert oder gesättigt. Jedoch wird in dem Fall, wenn sich der Katalysator in einem fortgeschrittenen Zustand der Verschlechterung befindet, die Sauerstoff-Speicherfähigkeit davon niedrig, und dadurch kann der Sauerstoff-Speicherbetrag durch Verringern der Verände-

rungsgeschwindigkeit des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses vermindert oder gesättigt werden. Entsprechend ist es nicht immer vorzuziehen, die Veränderungsgeschwindigkeit des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses wahllos ohne Ausnahme aus Sicht der Emissionsleistung zu verringern.

[0010] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Präzision der Realisierung eines erforderlichen Drehmoments zu erhöhen, während ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis verändert wird, um die Emissionsleistung aufrecht zu erhalten. Um solch eine Aufgabe zu lösen, sieht die vorliegende Erfindung eine Steuerungsvorrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine, wie folgt, vor.

[0011] Die durch die vorliegende Erfindung vorgesehene Steuerungsvorrichtung erfasst bzw. erlangt das erforderliche Drehmoment einer Verbrennungskraftmaschine und ein erforderliches Luft-Kraftstoff-Verhältnis und erzeugt durch Verringern der Veränderungsgeschwindigkeit des erlangten Luft-Kraftstoff-Verhältnisses ein Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis. Jedoch wird infolgedessen, dass Informationen bezüglich eines Verschlechterungs-Grades eines Katalysators erhalten werden, und eine Ermittlung basierend auf den erlangten Informationen durchgeführt wird, die Verringerung der Veränderungsgeschwindigkeit des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses gestoppt oder eine Verringerungs-Grad der Veränderungsgeschwindigkeit des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses gesenkt, falls der Verschlechterungs-Grad des Katalysators eine vorbestimmte Referenz oder größer ist. Die vorliegende Steuerungsvorrichtung berechnet eine Ziel-Luftmenge zum Realisieren des erforderlichen Drehmoments unter dem Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis. Zur Berechnung der Ziel-Luftmenge können Daten verwendet werden, bei denen eine Beziehung von dem durch die Verbrennungskraftmaschine erzeugten Drehmoment und einer Luftmenge, welche in einen Zylinder geführt wird, durch Bezugnahme auf ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis fest eingestellt ist. Die vorliegende Steuerungsvorrichtung betätigt ein Stellglied für eine Luftmengen-Steuerung gemäß der Ziel-Luftmenge, und betätigt ein Stellglied zur Kraftstoff-Einspritzmengen-Steuerung gemäß dem Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis.

[0012] Gemäß der Steuerungsvorrichtung, welche wie vorstehend gestaltet ist, wird zur Berechnung der Ziel-Luftmenge das erforderliche Luft-Kraftstoff-Verhältnis mit dessen verringerter Veränderungsgeschwindigkeit verwendet, und dadurch kann eine Ansprechverzögerung der tatsächlichen Luftmenge bezüglich der Ziel-Luftmenge beseitigt oder ausreichend reduziert werden. Folglich kann, gemäß der vorliegenden Steuerungsvorrichtung, eine Verzögerung der Veränderung der Luftmenge bezüglich der Veränderung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses besei-

tigt oder ausreichend reduziert werden, und Realisierungs-Präzision von hohem Drehmoment kann aufrechterhalten werden.

[0013] Dabei wird, wenn der Verschlechterungs-Grad des Katalysators die vorbestimmte Referenz oder größer ist, das Verringern der Veränderungsgeschwindigkeit des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses beendet oder der Verringerungs-Grad der Veränderungsgeschwindigkeit des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses wird gesenkt, und dadurch kann die Abweichung zwischen dem Luft-Kraftstoff-Verhältnis des Abgases, welches in den Katalysator strömt, und dem ursprünglichen erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnis gesenkt werden. Dadurch kann selbst bei dem Katalysator, dessen Sauerstoff-Speicherfähigkeit gesenkt ist, der Sauerstoff-Speicherbetrag davon geeignet gehalten werden und die Emissionsleistung wird auf einem hohen Zustand gehalten. In diesem Fall ist es wahrscheinlich, dass zwischen dem durch die Verbrennungskraftmaschine erzeugten Drehmoment und dem erforderlichen Drehmoment eine Abweichung auftritt, jedoch kann die Abweichung durch Regulieren des Zündzeitpunktes beseitigt werden. Beispielsweise kann, wenn das durch die Verbrennungskraftmaschine erzeugte Drehmoment höher als das erforderliche Drehmoment aus der Beziehung der Veränderungsgeschwindigkeit des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses und der Veränderungsgeschwindigkeit der Luftmenge erwartet wird, die Variation des Drehmoments mit der Veränderung des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses durch Verzögern des Zündzeitpunktes unterdrückt werden.

[0014] Fig. 1 ist ein Blockdiagramm, das eine Konfiguration einer Steuerungsvorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0015] Fig. 2 ist ein Flussdiagramm, das die in der Steuerungsvorrichtung der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgeführte Bearbeitung zeigt.

[0016] Fig. 3 ist ein Diagramm zum Erläutern eines Inhaltes einer Maschinensteuerung gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und eines Steuerungsergebnisses davon.

[0017] Fig. 4 ist ein Diagramm zum Erläutern eines Inhaltes einer Maschinensteuerung als ein Vergleichsbeispiel und eines Steuerungsergebnisses davon.

[0018] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird mit Bezug auf die Abbildungen beschrieben.

[0019] Eine Verbrennungskraftmaschine (nachfolgend eine Maschine), welche ein in der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zu steuernder Gegenstand ist, ist eine Viertakt-Kolbenmaschine vom

Funkenzündungstyp. In einem Abgasdurchlass der Maschine ist ein Katalysator (Drei-Wege-Katalysator) mit einer Sauerstoff-Speicherfunktion vorgesehen. Eine Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Sensor ist in dem Abgasdurchlass stromaufwärts des Katalysators angeordnet und ein O₂-Sensor ist stromabwärts des Katalysators angeordnet. Ferner ist in dem Abgasdurchlass der Maschine ein Luft-Durchflussmessgerät angeordnet. Eine Steuerungsvorrichtung steuert einen Betrieb der Maschine durch Betätigen von Stellgliedern, die in der Maschine enthalten sind. Die Stellglieder, welche durch die Steuerungsvorrichtung betätigt werden können, enthalten eine Zündvorrichtung, eine Drosselklappe, eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung, einen variablen Ventilsteuerungsmechanismus, eine AGR-Vorrichtung und dergleichen. Jedoch betätigt die Steuerungsvorrichtung in der vorliegenden Ausführungsform eine Drosselklappe, eine Zündvorrichtung und eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung, und die Steuerungsvorrichtung betätigt die drei Stellglieder, um den Betrieb der Maschine zu steuern.

[0020] Die Steuerungsvorrichtung der vorliegenden Ausführungsform verwendet Drehmoment, ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis und einen Wirkungsgrad als Steuervariablen der Maschine. Genauer gesagt steht das hier erwähnte Drehmoment für ein angegebene Drehmoment und das Luft-Kraftstoff-Verhältnis steht für das Luft-Kraftstoff-Verhältnis eines Gasgemisches, welches zur Verbrennung vorgesehen ist. Der Wirkungsgrad in der vorliegenden Spezifikation steht für das Verhältnis des Drehmoments, welches tatsächlich ausgegeben wird, zu dem potentiellen Drehmoment, welches die Maschine ausgeben kann. Der Maximalwert des Wirkungsgrades ist 1, und zu diesem Zeitpunkt wird das potentielle Drehmoment, welches die Maschine ausgeben kann, tatsächlich direkt ausgegeben. Wenn der Wirkungsgrad kleiner als 1 ist, ist das Drehmoment, welches tatsächlich ausgegeben wird, kleiner als das potentielle Drehmoment, welches die Maschine ausgeben kann, und die Differenz davon wird hauptsächlich zu Wärme und wird von der Maschine abgegeben.

[0021] Eine Steuerungsvorrichtung 2, die in einem Blockdiagramm von Fig. 1 gezeigt ist, zeigt eine Konfiguration der Steuerungsvorrichtung der vorliegenden Ausführungsform. Die Steuerungsvorrichtung 2 kann in einen Verbrennungssicherung-Überwachungsabschnitt 10, einen Luftmengen-Steuerung-Drehmoment-Berechnungsabschnitt 12, einen Ziel-Luftmengen-Berechnungsabschnitt 14, einen Drosselklappenöffnungs-Berechnungsabschnitt 16, einen Berechnungsabschnitt 18 für eine bestimmte bzw. kalkulierte Luftmenge, einen Berechnungsabschnitt 20 für ein bestimmtes bzw. kalkuliertes Drehmoment, einen Zündzeitpunkt-Steuerung-Wirkungsgrad-Berechnungsabschnitt 22, einen Verbrennungssicherung-Überwachungsabschnitt 24, einen Zündzeitpunkt-Berechnungsabschnitt 26, einen Erzeugungs-

abschnitt **28** für ein Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis, einen Verbrennungssicherung-Überwachungsabschnitt **30** und einen Katalysator-Verschlechteungs-Ermittlungsabschnitt **32** gemäß den Funktionen, welche diese Abschnitte aufweisen, aufgeteilt werden. Diese Elemente **10** bis **32** sind ein Ergebnis von speziellen Ausdrücken lediglich der Elemente in dem Diagramm, welche sich auf eine Drehmoment-Steuerung und eine Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Steuerung durch Betrieb der drei Stellglieder, d. h., der Drosselklappe **4**, der Zündvorrichtung **6** und der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (INJ) **8** aus verschiedenen funktionellen Elementen, welche die Steuerungsvorrichtung **2** aufweist, beziehen. Entsprechend bedeutet **Fig. 1** nicht, dass die Steuerungsvorrichtung **2** lediglich durch diese Elemente gebildet ist. Jedes der Elemente kann durch exklusive Hardware gestaltet sein, oder kann durch Software, mit der Hardware, die von allen Elementen gemeinsam genutzt wird, virtuell gestaltet sein. Nachfolgend wird die Konfiguration der Steuerungsvorrichtung **2** mit besonderem Schwerpunkt auf den Funktionen der Elemente **10** bis **32** beschrieben.

[0022] Zunächst werden ein erforderliches Drehmoment, ein erforderlicher Wirkungsgrad und ein erforderliches Luft-Kraftstoff-Verhältnis (erforderliches A/F) in die vorliegende Steuerungsvorrichtung, als Erfordernisse für die Steuervariablen der Maschine, eingegeben. Diese Erfordernisse werden von einem Antriebsstrang-Manager, welcher auf einer höheren Ordnung als die vorliegende Steuerungsvorrichtung angeordnet ist, zugeführt. Das erforderliche Drehmoment wird gemäß den Betriebsbedingungen und dem Betriebs-Zustand der Maschine eingestellt, insbesondere basierend auf der Stellgröße eines durch einen Fahrer betätigten Gaspedals, und Signalen von den Steuersystemen des Fahrzeugs, wie VSC und TRC. Der erforderliche Wirkungsgrad wird auf einen Wert kleiner als 1 eingestellt, wenn die Temperatur des Abgases erhöht werden soll und wenn eine Drehmomentreserve geschaffen werden soll. Jedoch wird in der vorliegenden Ausführungsform angenommen, dass der erforderliche Wirkungsgrad auf 1 eingestellt ist, was den Maximalwert darstellt. Das erforderliche Luft-Kraftstoff-Verhältnis wird derart verändert, dass der Sauerstoff-Speicherbetrag des Katalysators mit Stöchiometrie als einem Mittelpunkt geeignet gehalten wird. Das erforderliche Luft-Kraftstoff-Verhältnis wird insbesondere durch eine Steuerung ohne Rückkopplung (open-loop-Steuerung) positiv verändert und das erforderliche Luft-Kraftstoff-Verhältnis wird durch eine Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Rückführsteuerung verändert.

[0023] Das erforderliche Drehmoment und der erforderliche Wirkungsgrad, welche durch die Steuerungsvorrichtung **2** aufgenommen werden, werden in den Luftmengen-Steuerungs-Drehmoment-Berechnungsabschnitt **12** eingegeben. Der Luftmengen-

Steuerungs-Drehmoment-Berechnungsabschnitt **12** berechnet ein Luftmengen-Steuerungs-Drehmoment durch Teilen des erforderlichen Drehmoments durch den erforderlichen Wirkungsgrad. Wenn der erforderliche Wirkungsgrad kleiner als 1 ist, wird das Luftmengen-Steuerungs-Drehmoment stärker erhöht als das erforderliche Drehmoment. Dies bedeutet, dass die Drosselklappe unter Umständen in der Lage sein soll, ein Drehmoment auszugeben, welches größer als das erforderliche Drehmoment ist. Jedoch wird in Hinblick auf den erforderlichen Wirkungsgrad das, was durch den Verbrennungssicherung-Überwachungsabschnitt **10** passiert, in den Luftmengen-Steuerungs-Drehmoment-Berechnungsabschnitt **12** eingegeben. Der Verbrennungssicherung-Überwachungsabschnitt **10** beschränkt den Minimalwert des erforderlichen Wirkungsgrades, welcher zur Berechnung des Luftmengen-Steuerungs-Drehmoments verwendet wird, durch den Überwachungswert zum Sicherstellen einer einwandfreien Verbrennung. In der vorliegenden Ausführungsform ist der erforderliche Wirkungsgrad gleich 1 und dadurch wird das erforderliche Drehmoment direkt als das Luftmengen-Steuerungs-Drehmoment berechnet.

[0024] Das Luftmengen-Steuerungs-Drehmoment wird in den Ziel-Luftmengen-Berechnungsabschnitt **14** eingegeben. Der Ziel-Luftmengen-Berechnungsabschnitt **14** wandelt unter Verwendung eines Luftmengen-Kennfeldes ein Luftmengen-Steuerungs-Drehmoment (TRQ) in eine Ziel-Luftmenge (KL) um. Die hier erwähnte Luftmenge steht für eine Luftmenge, welche in den Zylinder geführt wird (Ladungs-Wirkungsgrad, welcher das Ergebnis davon ist, die Luftmenge dimensionslos zu machen, oder ein Lastfaktor können stattdessen verwendet werden). Das Luftmengen-Kennfeld ist ein Kennfeld, in welchem Drehmoment und eine Luftmenge mit verschiedenen Maschinen-Zustandsgrößen, enthaltend eine Maschinendrehzahl und ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis, als Schlüsselwerte, miteinander in Beziehung stehen, unter der Annahme, dass der Zündzeitpunkt der optimale Zündzeitpunkt (des MBT und des Verfolgungs-Klopff-Zündzeitpunktes, welcher auch immer verzögerter ist) ist, als eine Grundvoraussetzung. Für die Suche des Luftmengen-Kennfeldes werden die tatsächlichen Werte und die Zielwerte der Maschinen-Zustandsgrößen verwendet. Bezüglich des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses wird das Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis, welches später beschrieben ist, zur Kennfeldsuche verwendet. Entsprechend wird in dem Ziel-Luftmengen-Berechnungsabschnitt **14** die für die Realisierung des Luftmengen-Steuerungs-Drehmoments erforderliche Luftmenge unter dem Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis, welches später beschrieben ist, als die Ziel-Luftmenge der Maschine berechnet.

[0025] Die Ziel-Luftmenge wird in den Drosselklappenöffnungs-Berechnungsabschnitt **16** eingegeben. Der Drosselklappenöffnungs-Berechnungsabschnitt

16 wandelt die Ziel-Luftmenge (KL) unter Verwendung eines inversen Modells eines Luftmodells in eine Drosselklappenöffnung (TA) um. Das Luftmodell ist ein physikalisches Modell, welches durch Modellieren der Ansprecheigenschaften der Luftmenge auf die Bewegung der Drosselklappe **4** erstellt wird, und dadurch kann unter Verwendung des inversen Modells des Luftmodells die Drosselklappenöffnung, welche zum Erreichen der Ziel-Luftmenge benötigt wird, umgekehrt berechnet werden.

[0026] Die Steuerungsvorrichtung **2** führt eine Betätigung der Drosselklappe **4** gemäß der Drosselklappenöffnung, welche in dem Drosselklappenöffnungs-Berechnungsabschnitt **16** berechnet wird, durch. Wenn eine Verzögerungssteuerung durchgeführt wird, tritt eine Abweichung gemäß einer Verzögerungszeit zwischen der Drosselklappenöffnung (Ziel-Drosselklappenöffnung), welche in dem Drosselklappenöffnungs-Berechnungsabschnitt **16** berechnet wird, und der tatsächlichen Drosselklappenöffnung, welche durch Bewegung der Drosselklappe **4** realisiert wird, auf.

[0027] Die Steuerungsvorrichtung **2** führt eine Berechnung einer bestimmten bzw. kalkulierten Luftmenge basierend auf der tatsächlichen Drosselklappenöffnung in dem Berechnungsabschnitt **18** für eine bestimmte bzw. kalkulierte Luftmenge, parallel zu der vorstehend beschriebenen Bearbeitung, aus. Der Berechnungsabschnitt **18** für eine bestimmte bzw. kalkulierte Luftmenge wandelt die Drosselklappenöffnung (TA) unter Verwendung eines Vorwärtsmodells des vorgenannten Luftmodells in die Luftmenge (KL) um. Die bestimmte bzw. kalkulierte Luftmenge ist eine Luftmenge, von der angenommen wird, dass diese durch Betätigung der Drosselklappe **4** durch die Steuerungsvorrichtung **2** realisiert wird.

[0028] Die bestimmte bzw. kalkulierte Luftmenge wird durch den Berechnungsabschnitt **20** für ein bestimmtes bzw. kalkuliertes Drehmoment zur Berechnung des bestimmten bzw. kalkulierten Drehmoments verwendet. Das bestimmte bzw. kalkulierte Drehmoment ist in der vorliegenden Beschreibung ein bestimmter bzw. kalkulierter Wert des Drehmoments, welches ausgegeben werden kann, wenn unter der vorliegenden Drosselklappenöffnung der Zündzeitpunkt auf einen optimalen Zündzeitpunkt eingestellt ist, d. h., das Drehmoment, welches potentiell von der Maschine ausgegeben werden kann. Der Berechnungsabschnitt **20** für ein bestimmtes bzw. kalkuliertes Drehmoment wandelt die bestimmte bzw. kalkulierte Luftmenge unter Verwendung eines Drehmoment-Kennfeldes in das bestimmte bzw. kalkulierte Drehmoment um. Das Drehmoment-Kennfeld ist ein inverses Kennfeld des vorgenannten Luftmengen-Kennfeldes und ist ein Kennfeld, bei dem die Luftmenge und das Drehmoment mit verschiedenen Maschinen-Zustandsgrößen als die Schlüsselwerte,

unter der Grundvoraussetzung, dass der Zündzeitpunkt ein optimaler Zündzeitpunkt ist, in Beziehung stehen. Bei der Suche des Drehmoment-Kennfeldes wird das Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis, welches später beschrieben ist, für die Kennfeldsuche verwendet. Entsprechend wird in dem Berechnungsabschnitt **20** für ein bestimmtes bzw. kalkuliertes Drehmoment das Drehmoment berechnet, von dem angenommen wird, dass dieses durch die bestimmte bzw. kalkulierte Luftmenge unter dem Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis, welches später beschrieben ist, realisiert wird.

[0029] Das bestimmte bzw. kalkulierte Drehmoment wird in den Zündzeitpunkt-Steuerungs-Wirkungsgrad-Berechnungsabschnitt **22**, zusammen mit dem duplizierten Ziel-Drehmoment, eingegeben. Der Zündzeitpunkt-Steuerungs-Wirkungsgrad-Berechnungsabschnitt **22** berechnet das Verhältnis des Ziel-Drehmoments zu dem bestimmten bzw. kalkulierten Drehmoment als einen Zündzeitpunkt-Steuerungs-Wirkungsgrad. Der Maximalwert des Zündzeitpunkt-Steuerungs-Wirkungsgrades ist jedoch auf 1 beschränkt. Der berechnete Zündzeitpunkt-Steuerungs-Wirkungsgrad wird nach dem Durchlaufen des Verbrennungssicherung-Überwachungsabschnitts **24** in den Zündzeitpunkt-Berechnungsabschnitt **26** eingegeben. Der Verbrennungssicherung-Überwachungsabschnitt **24** beschränkt den Minimalwert des Zündzeitpunkt-Steuerungs-Wirkungsgrades durch den Überwachungswert, welcher eine Verbrennung sicherstellt.

[0030] Der Zündzeitpunkt-Berechnungsabschnitt **26** berechnet einen Zündzeitpunkt (SA) aus dem eingegebenen Zündzeitpunkt-Steuerungs-Wirkungsgrad (η_{TRQ}). Genauer gesagt wird der optimale Zündzeitpunkt basierend auf den Maschinen-Zustandsgrößen, wie der Maschinendrehzahl, dem erforderlichen Drehmoment und dem Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis, berechnet, und ein Verzögerungsbetrag bezüglich des optimalen Zündzeitpunktes wird aus dem Zündzeitpunkt-Steuerungs-Wirkungsgrad, welcher eingegeben wird, berechnet. Infolgedessen wird dies, was durch Addieren des Verzögerungsbetrags zu dem optimalen Zündzeitpunkt gewonnen wird, als ein endgültiger Zündzeitpunkt berechnet. Zur Berechnung des optimalen Zündzeitpunktes kann beispielsweise ein Kennfeld verwendet werden, bei dem der optimale Zündzeitpunkt und die verschiedenen Maschinen-Zustandsgrößen miteinander in Beziehung stehen. Zur Berechnung des Verzögerungsbetrags kann beispielsweise ein Kennfeld verwendet werden, bei dem der Verzögerungsbetrag und der Zündzeitpunkt-Steuerungs-Wirkungsgrad, und verschiedene Maschinen-Zustandsgrößen miteinander in Beziehung stehen. Wenn der Zündzeitpunkt-Steuerungs-Wirkungsgrad gleich 1 ist, wird der Verzögerungsbetrag auf null eingestellt, und wenn der Zündzeitpunkt-Steuerungs-Wirkungsgrad kleiner als 1 ist, wird der Verzögerungsbetrag erhöht.

[0031] Die Steuerungsvorrichtung **2** führt gemäß des in dem Zündzeitpunkt-Berechnungsabschnitt **26** berechneten Zündzeitpunkts eine Betätigung der Zündvorrichtung **6** durch.

[0032] Ferner führt die Steuerungsvorrichtung **2** in dem Erzeugungsabschnitt **28** für ein Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis eine Bearbeitung zum Erzeugen des Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnisses der Maschine aus dem erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnis, parallel mit der vorstehend beschriebenen Bearbeitung, aus. Der Erzeugungsabschnitt **28** für ein Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis enthält einen Tiefenpassfilter (beispielsweise einen Verzögerungsfilter erster Ordnung). Der Erzeugungsabschnitt **28** für ein Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis gibt das Signal des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses, welches in die Steuerungsvorrichtung **2** eingegeben wird, durch den Tiefenpassfilter, und gibt das Signal, welches den Tiefenpassfilter durchläuft, als das Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis aus. Der Erzeugungsabschnitt **28** für ein Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis erzeugt insbesondere durch Verringern der Veränderungsgeschwindigkeit des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses durch den Tiefenpassfilter das Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis. Jedoch wird in Abhängigkeit des Ermittlungsergebnisses durch den Katalysator-Verschlechterungs-Ermittlungsabschnitt **32**, welcher später beschrieben ist, eine Verringerung der Veränderungsgeschwindigkeit des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses nicht durchgeführt. In solch einem Fall gibt der Erzeugungsabschnitt **28** für ein Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis das erforderliche Luft-Kraftstoff-Verhältnis, welches nicht durch den Tiefenpassfilter gegeben wird, als das Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis aus.

[0033] Der Katalysator-Verschlechterungs-Ermittlungsabschnitt **32** besitzt die Funktion des Erlangens von Informationen bezüglich des Verschlechterungs-Grades des Katalysators und des Ermitteln des Verschlechterungs-Grades des Katalysators basierend auf den erlangten Informationen. Das konkrete Verfahren zum Ermitteln des Verschlechterungs-Grades des Katalysators ist nicht beschränkt. Beispielsweise kann ein bekanntes Verfahren, wie ein Cmax-Verfahren und ein Ortskurven-Verfahren, verwendet werden. Bei einem Cmax-Verfahren wird das Luft-Kraftstoff-Verhältnis kräftig oszilliert, um fett/mager zu sein, um Sauerstoff in dem Katalysator kräftig zu adsorbieren/desorbieren. Anschließend wird die Veränderungen des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses des Abgases, welches zu diesem Zeitpunkt aus dem Katalysator strömt, durch einen O₂-Sensor gemessen und die Sauerstoff-Speicherkapazität (OSC) des Katalysators wird basierend auf dem Ausgangssignal des O₂-Sensors berechnet. Die OSC ist ein Parameter, welcher den Verschlechterungs-Grad des Katalysators zeigt, und wenn die OSC größer ist, kann der Verschlechterungs-Grad des Katalysators als niedri-

ger ermittelt werden, während, wenn die OSC kleiner ist, der Verschlechterungs-Grad des Katalysators als höher ermittelt werden kann. Bei dem Ortskurven-Verfahren werden das Verhältnis der Ortskurven-Länge des Ausgangssignals des Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Sensors und die Ortskurven-Länge des Ausgangssignals des O₂-Sensors, oder das Bereichs-Verhältnis der Wellenformen der Ausgangssignale der beiden Sensoren als die Parameter berechnet, welche den Verschlechterungs-Grad des Katalysators zeigen. Als die weiteren Beispiele des Parameters, welcher den Verschlechterungs-Grad des Katalysators zeigt, können der integrierte Wert der Fahrstrecke eines Fahrzeugs, welche von dem Ausgangssignal eines Fahrstrecken-Sensors erhalten wird, und der integrierte Wert der Einlass-Luftmenge, welche von dem Ausgangssignal eines Luft-Durchflussmessgeräts erhalten wird, angeführt werden.

[0034] Fig. 2 ist ein Diagramm, das die in dem Erzeugungsabschnitt **28** für ein Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis und dem Katalysator-Verschlechterungs-Ermittlungsabschnitt **32** durchgeführte Bearbeitung in einem Flussdiagramm ausdrückt. Die Bearbeitung der beiden Schritte S1 und S2 in dem Flussdiagramm ist die Bearbeitung, welche durch den Katalysator-Verschlechterungs-Ermittlungsabschnitt **32** durchgeführt wird. In dem ersten Schritt S1 wird der Wert des Parameters berechnet, welcher den Verschlechterungs-Grad des Katalysators zeigt. Anschließend wird in dem nachfolgenden Schritt S2 basierend auf dem Wert des vorgenannten Parameters ermittelt, ob der Verschlechterungs-Grad des Katalysators eine vorbestimmte Referenz oder größer ist. Beispielsweise wird, wenn der Parameter die OSC eines Cmax-Verfahrens ist, der Verschlechterungs-Grad des Katalysators als die Referenz oder größer ermittelt, falls die OSC ein vorbestimmter Referenzwert oder kleiner ist. Während der Verschlechterungs-Grad des Katalysators als die Referenz nicht überschreitend ermittelt wird, falls die OSC größer als der Referenzwert ist. Die Ermittlungs-Referenz des Verschlechterungs-Grades ist die Sache, welche gemäß den Spezifikationen der Maschine ermittelt wird, und wird durch eine Anpassung des Gestaltungs-Zustandes ermittelt.

[0035] Die Bearbeitung der beiden Schritte S3 und S4 ist die Bearbeitung, welche durch den Erzeugungsabschnitt **28** für ein Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis durchgeführt wird. Die Bearbeitung von Schritt S3 wird ausgewählt, wenn das Ermittlungsergebnis von Schritt S2 negativ ist. In Schritt S3 wird das erforderliche Luft-Kraftstoff-Verhältnis mit der durch den Tiefenpassfilter verringerten Veränderungsgeschwindigkeit als das Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis ausgegeben. Währenddessen wird die Bearbeitung von Schritt S4 ausgewählt, wenn das Ermittlungsergebnis von Schritt S2 positiv ist. In Schritt S4 wird die Verringerung der Veränderungsgeschwindigkeit des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses been-

det und das erforderliche Luft-Kraftstoff-Verhältnis wird direkt als das Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis ausgegeben.

[0036] Das Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis, welches in dem Erzeugungsabschnitt **28** für ein Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis erzeugt wird, läuft durch den Verbrennungssicherung-Überwachungsabschnitt **30**, und wird danach zu dem Ziel-Luftmengen-Berechnungsabschnitt **14**, dem Berechnungsabschnitt **20** für ein bestimmtes bzw. kalkuliertes Drehmoment, dem Zündzeitpunkt-Berechnungsabschnitt **26** und der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung **8** geführt. Der Verbrennungssicherung-Überwachungsabschnitt **30** beschränkt den Maximalwert und den Minimalwert des Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnisses durch den Überwachungswert zum Sicherstellen einer einwandfreien Verbrennung.

[0037] Die Steuerungsvorrichtung **2** führt eine Betätigung der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung **8** gemäß dem Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis durch. Genauer gesagt berechnet die Steuerungsvorrichtung **2** die Kraftstoff-Einspritzmenge aus dem Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis und der bestimmten bzw. kalkulierten Luftmenge, und betätigt die Kraftstoff-Einspritzvorrichtung **8** derart, um die Kraftstoff-Einspritzmenge zu realisieren.

[0038] Fig. 3 ist ein Diagramm, das ein Ergebnis einer Maschinensteuerung zeigt, welche durch die Steuerungsvorrichtung **2** in der vorliegenden Ausführungsform realisiert wird. Fig. 4 ist währenddessen ein Diagramm, das ein Ergebnis des Ausführens einer Maschinensteuerung, als ein Vergleichsbeispiel, zeigt. In dem Vergleichsbeispiel wird die Verringerungsbearbeitung der Veränderungsgeschwindigkeit des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses durch den Tiefenpassfilter stets ausgeführt. Nachfolgend wird der Effekt bei der Maschinensteuerung, welcher in der vorliegenden Ausführungsform erhalten wird, durch Vergleichen mit dem Vergleichsbeispiel beschrieben.

[0039] Schaubilder auf den entsprechenden Ebenen jeder der Fig. 3 und Fig. 4 zeigen Veränderungen der Steuervariablen und der Zustandsgrößen in einer Situation, bei der die Verschlechterung des Katalysators voranschreitet, wenn das erforderliche Luft-Kraftstoff-Verhältnis verändert wird, um von mager aus fett zu werden, im Zeitverlauf. In dem Schaubild auf der jeweils obersten Ebene ist eine Veränderung des erforderlichen Drehmoments im Zeitverlauf durch die punktierte Linie gezeigt, und eine Veränderung des Drehmoments, welches durch die Maschine tatsächlich erzeugt wird, ist im Zeitverlauf durch die durchgehende Linie gezeigt. In dem Schaubild auf der jeweils zweiten Ebene ist eine Veränderung der Ziel-Maschinendrehzahl im Zeitverlauf durch die gepunktete Linie gezeigt und eine Veränderung der tatsäch-

lichen Maschinendrehzahl im Zeitverlauf ist durch die durchgehende Linie gezeigt. In dem Schaubild auf der jeweils dritten Ebene ist eine Veränderung des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses im Zeitverlauf durch die punktierte Linie gezeigt, eine Veränderung des Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnisses im Zeitverlauf ist durch die unterbrochene Linie gezeigt und eine Veränderung des tatsächlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses im Zeitverlauf ist durch die durchgehende Linie gezeigt. In dem Schaubild auf der jeweils vierten Ebene ist eine Veränderung der Ziel-Kraftstoff-Einspritzmenge, welche aus dem Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis berechnet wird, im Zeitverlauf durch die punktierte Linie gezeigt und eine Veränderung der tatsächlichen Kraftstoff-Einspritzmenge im Zeitverlauf ist durch die durchgehende Linie gezeigt. In dem Schaubild auf der jeweils fünften Ebene ist eine Veränderung der Ziel-Luftmenge im Zeitverlauf durch die punktierte Linie gezeigt und eine Veränderung der tatsächlichen Luftmenge, die in den Zylinder gebracht wird, ist im Zeitverlauf durch die durchgehende Linie gezeigt. In dem Schaubild auf der jeweils sechsten Ebene ist eine Veränderung der Ziel-Drosselklappenöffnung im Zeitverlauf durch die punktierte Linie gezeigt und eine Veränderung der tatsächlichen Drosselklappenöffnung im Zeitverlauf ist durch die durchgehende Linie gezeigt. In dem Schaubild auf der jeweils untersten Ebene ist eine Veränderung der NO_x-Konzentration in dem von der katalytischen Vorrichtung abgegebenen Abgas im Zeitverlauf durch die durchgehende Linie gezeigt.

[0040] Wie in dem Schaubild auf der dritten Ebene jeder der Abbildungen gezeigt ist, nimmt das erforderliche Luft-Kraftstoff-Verhältnis in einigen Fällen die Gestalt eines Impulssignals an und wird von mager hin zu fett verändert. In solch einem Fall wird in dem in Fig. 4 gezeigten Vergleichsbeispiel das Impulssignal durch den Tiefenpassfilter verarbeitet und dadurch wird das Signal des Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnisses, welches sich allmählich hin zu dem fetten Bereich verändert, erzeugt. Das Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis, welches sich allmählich verändert, wird zur Berechnung der Ziel-Luftmenge verwendet, wodurch sich, wie in dem Schaubild auf der fünften Ebene von Fig. 4 gezeigt ist, die Veränderung der Ziel-Luftmenge verlangsamt, und die Ansprechverzögerung der tatsächlichen Luftmenge bezüglich der Ziel-Luftmenge wird ausreichend reduziert. Folglich wird eine Verzögerung der Veränderung der Luftmenge bezüglich der Veränderung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses ebenso ausreichend gesenkt und sowohl Drehmoment als auch Maschinendrehzahl können als die Zielvorgabe gesteuert werden. Dabei steigt jedoch, wie in dem Schaubild auf der untersten Ebene von Fig. 4 gezeigt ist, die NO_x-Konzentration in dem Abgas, welches von der katalytischen Vorrichtung abgegeben wird, vorübergehend an. Dies liegt daran, da infolgedessen, dass das tatsächliche Luft-Kraftstoff-Verhältnis bezüglich dem ursprünglich erforderlichen

Luft-Kraftstoff-Verhältnis zu der mageren Seite wesentlich abweicht, wie in dem Schaubild auf der dritten Ebene von **Fig. 4** gezeigt ist, der Sauerstoff-Speicherbetrag des Katalysators gesättigt ist und die Reduktion-Reaktion von NO_x nicht voranschreitet.

[0041] Im Gegensatz dazu wird in der in **Fig. 3** gezeigten vorliegenden Ausführungsform das Impulssignal des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses direkt als das Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis ausgegeben. Entsprechend weicht das tatsächliche Luft-Kraftstoff-Verhältnis, wie in dem Schaubild auf der dritten Ebene von **Fig. 3** gezeigt ist, bezüglich dem ursprünglichen erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnis nicht wesentlich zu der mageren Seite ab, und ein Anstieg des Sauerstoff-Speicherbetrags des Katalysators kann unterdrückt werden. Folglich wird der Sauerstoff-Speicherbetrag des Katalysators daran gehindert, gesättigt zu sein, und ein Anstieg der NO_x-Konzentration in dem Abgas, welches von dem Katalysator abgegeben wird, wird verhindert, wie in dem Schaubild auf der untersten Ebene von **Fig. 3** gezeigt ist.

[0042] Ferner nimmt infolgedessen, dass bei der in **Fig. 3** gezeigten vorliegenden Ausführungsform das Impulssignal des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses direkt als das Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis ausgegeben wird, die Ziel-Luftmenge, welche aus dem Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis berechnet wird, ebenso die Gestalt eines Impulssignals an und nimmt ab. Entsprechend wird die Ansprechverzögerung der tatsächlichen Luftmenge zu der Ziel-Luftmenge erkennbar und eine Abnahme der Luftmenge bezüglich der Veränderung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses zu der fetten Seite wird verzögert. Jedoch wird, gemäß der Konfiguration der Steuerungsvorrichtung **2**, das bestimmte bzw. kalkulierte Drehmoment, welches basierend auf der tatsächlichen Drosselklappenöffnung berechnet wird, größer als das Ziel-Drehmoment, wodurch der Zündzeitpunkt-Steuerungs-Wirkungsgrad einen Wert kleiner als 1 annimmt, und eine Verzögerung des Zündzeitpunktes bezüglich des optimalen Zündzeitpunktes wird durchgeführt. Folglich wird das tatsächliche Drehmoment daran gehindert, zuzunehmen, um größer als das erforderliche Drehmoment zu sein, und sowohl das Drehmoment als auch die Drehzahl werden im Wesentlichen als die Zielwerte gesteuert.

[0043] Die Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist vorstehend beschrieben, jedoch ist die vorliegende Erfindung nicht auf die vorstehenden Ausführungsformen beschränkt und kann durch verschiedenartiges Modifizieren in dem Bereich ausgeführt werden, ohne von dem Kern der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Beispielsweise wird in der vorstehenden Ausführungsform die Drosselklappe als das Stellglied für die Luftmengen-Steuerung verwen-

det, jedoch kann ein Einlassventil mit einem variablen Hub oder Arbeitswinkel verwendet werden.

[0044] Ferner wird in der vorstehenden Ausführungsform die Veränderungsgeschwindigkeit des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses durch den Tiefenpassfilter verringert, jedoch kann eine sogenannte regulierende Bearbeitung verwendet werden. Als ein Beispiel der regulierenden Bearbeitung kann ein gewichteter Durchschnitt angeführt werden. Alternativ wird eine Überwachungs-Bearbeitung auf die Veränderungsrate des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses angewendet, wodurch die Veränderungsgeschwindigkeit ebenso verringert werden kann.

[0045] Ferner wird in der vorstehenden Ausführungsform, wenn der Verschlechterungs-Grad des Katalysators die Referenz oder größer ist, die Verringerung der Veränderungsgeschwindigkeit des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses vollständig beendet, jedoch kann der Verringerungs-Grad der Veränderungsgeschwindigkeit gesenkt werden. Beispielsweise kann in dem Fall einer Verwendung eines Verzögerungsfilters erster Ordnung als das Mittel zum Verringern der Veränderungsgeschwindigkeit des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses die Zeitkonstante klein gemacht werden. Im Falle des Verwendens von gewichtetem Durchschnitt kann die auf den Wert dieser Zeit angewandte Gewichtung groß gemacht werden. Im Falle des Verwendens einer Überwachungs-Bearbeitung kann der Überwachungswert der Veränderungsrate groß gemacht werden. Ferner kann der Verringerungs-Grad der Veränderungsgeschwindigkeit des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses gemäß des Verschlechterungs-Grades des Katalysators verändert werden. Insbesondere kann der Verringerungs-Grad der Veränderungsgeschwindigkeit des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses größer gemacht werden, während der Verschlechterungs-Grad des Katalysators kleiner ist, wohingegen der Verringerungs-Grad der Veränderungsgeschwindigkeit des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses kleiner gemacht werden kann, während der Verschlechterungs-Grad des Katalysators größer ist.

[0046] Ferner werden in der vorstehenden Ausführungsform ein Drehmoment, ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis und ein Wirkungsgrad als die Steuervariablen der Maschine verwendet, jedoch können lediglich Drehmoment und ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis als die Steuervariablen der Maschine verwendet werden. Insbesondere kann der Wirkungsgrad stets auf 1 fest eingestellt sein. In solch einem Fall wird das Ziel-Drehmoment direkt als das Drehmoment für eine Luftmengen-Steuerung berechnet.

Bezugszeichenliste

2	Steuerung
4	Drosselklappe
6	Zündvorrichtung
8	Kraftstoff-Einspritzvorrichtung
10	Verbrennungssicherung-Überwachungsabschnitt
12	Luftmengen-Steuerungs-Drehmoment-Berechnungsabschnitt
14	Ziel-Luftmengen-Berechnungsabschnitt
16	Drosselklappenöffnungs-Berechnungsabschnitt
18	Berechnungsabschnitt für eine bestimmte bzw. kalkulierte Luftmenge
20	Berechnungsabschnitt für ein bestimmtes bzw. kalkuliertes Drehmoment
22	Zündzeitpunkt-Steuerungs-Wirkungsgrad-Berechnungsabschnitt
24	Verbrennungssicherung-Überwachungsabschnitt
26	Zündzeitpunkt-Berechnungsabschnitt
28	Erzeugungsabschnitt für ein Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis
30	Verbrennungssicherung-Überwachungsabschnitt
32	Katalysator-Verschlechterungs-Ermittlungsabschnitt

nes Katalysators erlangt, welcher in einem Abgas-Durchlass der Verbrennungskraftmaschine angeordnet ist, und den Verschlechterungs-Grad des Katalysators basierend auf den erlangten Informationen ermittelt,

wobei die Erzeugungseinrichtung (28) für ein Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis die Verringerung der Veränderungsgeschwindigkeit des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses stoppt, oder einen Verringerungs-Grad der Veränderungsgeschwindigkeit des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses verringert, wenn der Verschlechterungs-Grad des Katalysators eine vorbestimmte Referenz oder größer ist.

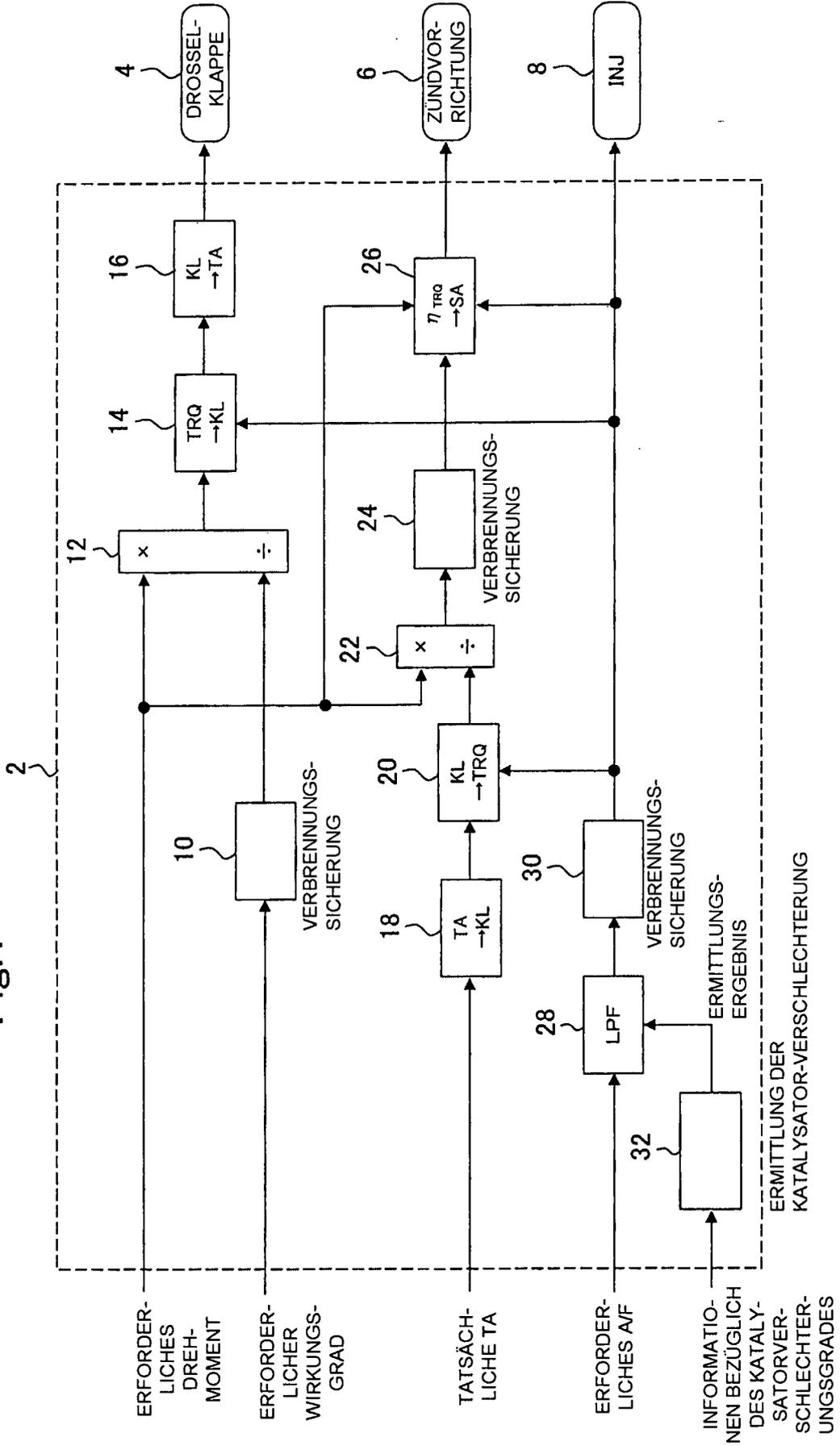
Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Patentansprüche

1. Steuerungsvorrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine, mit:
 einer Anforderungs-Erlangungs-Einrichtung, die ein erforderliches Drehmoment und ein erforderliches Luft-Kraftstoff-Verhältnis der Verbrennungskraftmaschine erlangt;
 einer Erzeugungseinrichtung (28) für ein Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis, welche ein Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis durch Verringern einer Veränderungsgeschwindigkeit des erforderlichen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses erzeugt;
 einer Berechnungseinrichtung (14) für eine Ziel-Luftmenge, welche eine Ziel-Luftmenge zum Realisieren des erforderlichen Drehmoments unter dem Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis, basierend auf Daten, bei denen eine Beziehung zwischen durch die Verbrennungskraftmaschine erzeugtem Drehmoment und einer Luftmenge, welche in einen Zylinder geführt wird, durch Bezugnahme auf ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis fest eingestellt ist, berechnet;
 einer Luftmengen-Steuerungseinrichtung, welche ein Stellglied (4) für eine Luftmengen-Steuerung gemäß der Ziel-Luftmenge betätigt;
 einer Kraftstoff-Einspritzmengen-Steuerungseinrichtung, welche ein Stellglied (8) zur Kraftstoff-Einspritzmengen-Steuerung gemäß dem Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis betätigt; und
 einer Ermittlungseinrichtung (32), welche Informationen bezüglich eines Verschlechterungs-Grades ei-

Anhängende Zeichnungen

Fig.1



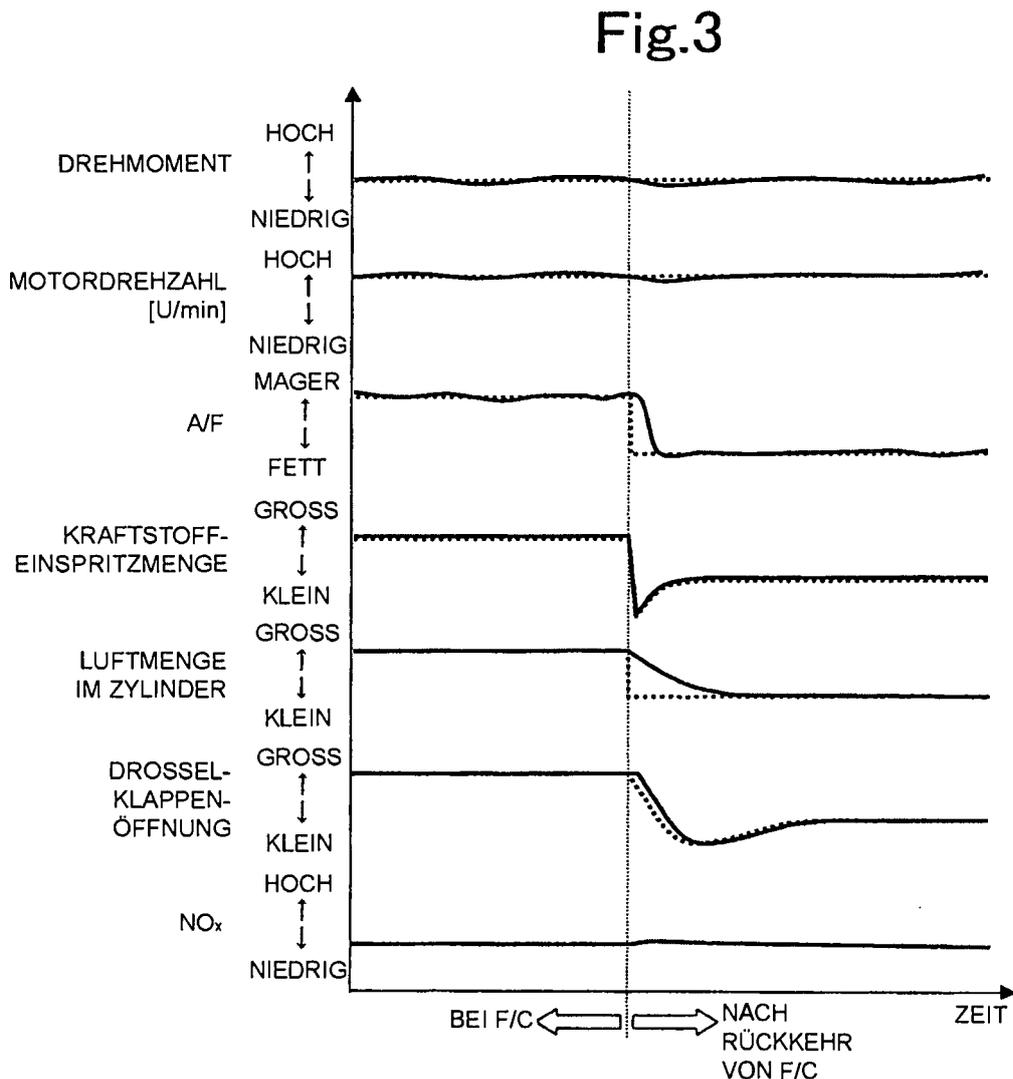
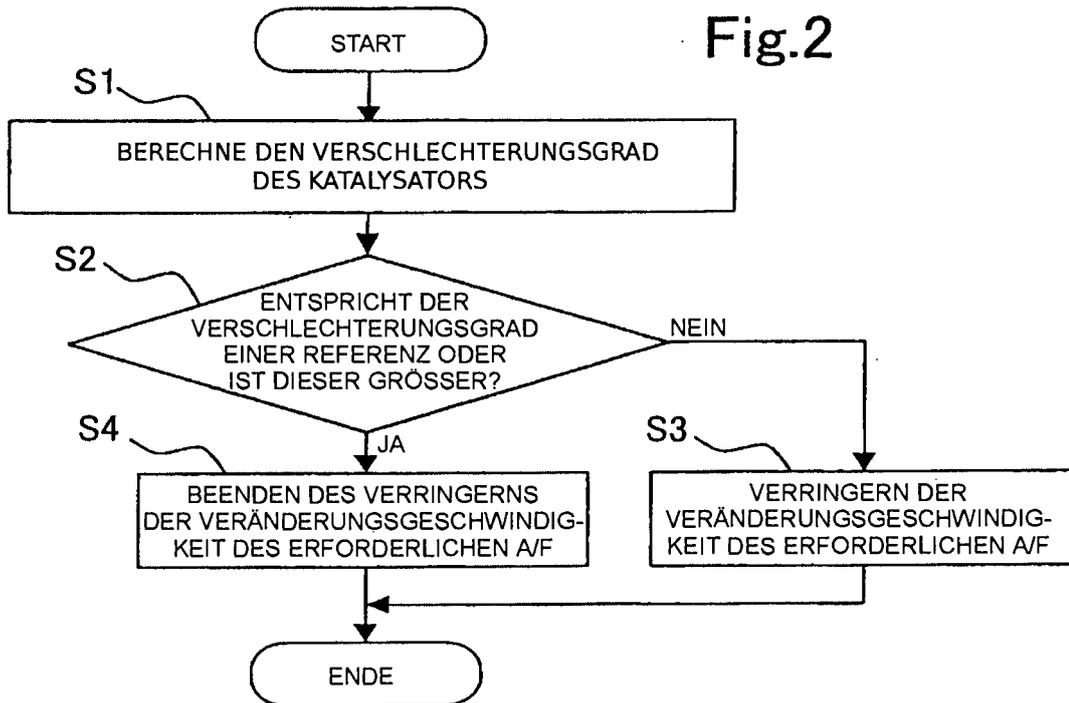


Fig.4

