



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
 (87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2016/157700**
 in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
 (21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2016 001 437.6**
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2016/000913**
 (86) PCT-Anmeldetag: **22.02.2016**
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **06.10.2016**
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
 in deutscher Übersetzung: **14.12.2017**

(51) Int Cl.: **F02D 45/00 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:
2015-067457 **27.03.2015** **JP**

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

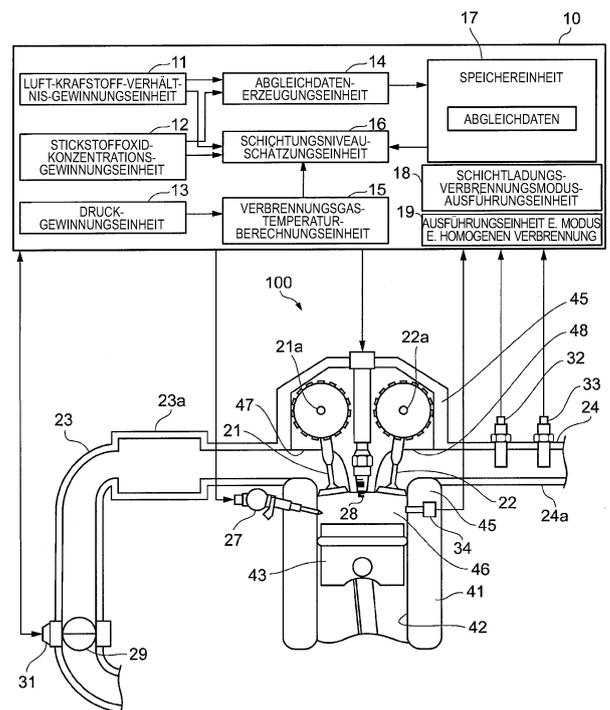
(71) Anmelder:
**DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref.,
 JP**

(72) Erfinder:
Mitsuda, Tetsuji, Kariya-city, Aichi-pref., JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Steuervorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Eine Steuervorrichtung einer Verbrennungsmaschine (100), die einen Injektor (27), der Kraftstoff in eine Verbrennungskammer (46) eines Zylinders (42) direkt einspritzt, und eine Zündkerze (28) hat, die eine Luft-Kraftstoff-Mischung, die den Kraftstoff, der durch den Injektor eingespritzt wird, enthält, zündet, weist eine Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Gewinnungseinheit (11), die ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis der Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer gewinnt, eine Stickstoffoxidkonzentrations-Gewinnungseinheit (12), die eine Konzentration von Stickstoffoxid in einem Verbrennungsgas, das von der Verbrennungsmaschine ausgelassen wird, gewinnt, und eine Schichtungs-niveau-Schätzungseinheit (16) auf, die ein Niveau einer Schichtung als ein Maß eines Niveaus einer Verteilung der Luft-Kraftstoff-Mischung bei einem vorbestimmten Luft-Kraftstoff-Verhältnis oder darunter in einer Nähe der Zündkerze schätzt. Die Schichtungs-niveau-Schätzungseinheit schätzt gemäß dem Luft-Kraftstoff-Verhältnis, das durch die Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Gewinnungseinheit gewonnen wird, und der Konzentration von Stickstoffoxid, die durch die Stickstoffoxidkonzentrations-Gewinnungseinheit gewonnen wird, das Niveau einer Schichtung.



Beschreibung

QUERVERWEIS AUF VERWANDTE ANMELDUNG

[0001] Diese Anmeldung basiert auf der japanischen Patentanmeldung Nr. 2015-67457, eingereicht am 27. März 2015, deren Offenbarung hierin durch Bezugnahme aufgenommen ist.

TECHNISCHES GEBIET

[0002] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf eine Steuervorrichtung einer Verbrennungsmaschine, die einen Injektor, der Kraftstoff in eine Verbrennungskammer eines Zylinders direkt einspritzt, und eine Zündkerze hat, die eine Luft-Kraftstoff-Mischung, die den Kraftstoff, der durch den Injektor eingespritzt wird, enthält, zündet.

HINTERGRUNDTECHNIK

[0003] Eine Verbrennungssteuerung einer Verbrennungsmaschine ist in den letzten Jahren ausgereifter und komplexer geworden. Eine Verbrennungsmaschine verfeuert beispielsweise bei der allgemeinen Verwendung eine Luft-Kraftstoff-Mischung in einem Magerverfeuerungs- bzw. Magermixzustand in einer Verbrennungskammer eines Zylinders. Eine Kraftstoffwirtschaftlichkeit der Verbrennungsmaschine kann durch Beibehalten einer Kraftstoffverbrennung in dem Magermixzustand verbessert werden.

[0004] Eine Schichtladungsverbrennung ist ein Typ einer Verbrennung in dem Magermixzustand. Eine Schichtladungsverbrennung besteht darin, eine Luft-Kraftstoff-Mischung in einem Zustand zu zünden und zu verfeuern, in dem eine fette Luft-Kraftstoff-Mischung in einer Nähe einer Zündkerze verteilt ist, während eine magere Luft-Kraftstoff-Mischung an einer Peripherie der fetten Luft-Kraftstoff-Mischung verteilt ist. Wenn die Luft-Kraftstoff-Mischung wie im Vorhergehenden verteilt ist, ist ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis in der ganzen Verbrennungskammer dafür zu mager, dass die Luft-Kraftstoff-Mischung verfeuert wird, jedoch in der Nähe der Zündkerze ausreichend fett. Obwohl zu einer Verbesserung der Kraftstoffwirtschaftlichkeit ein Beitrag geleistet werden kann, besitzt die Schichtladungsverbrennung ein Problem, dass Stickstoffoxid und ein schwarzes Abgas leicht erzeugt werden, wenn eine Luft-Kraftstoff-Mischung verfeuert wird, während dieselbe ungeeignet verteilt ist.

[0005] Um das vorhergehende Problem zu lösen, beschreibt ein Patentdokument 1 eine Steuervorrichtung, die ein Niveau einer Schichtladungsverbrennung, das eine Verteilungstendenz einer Luft-Kraftstoff-Mischung bei einem verbrennungsfähigen Luft-Kraftstoff-Verhältnis in der Verbrennungskammer darstellt, schätzt. Die Steuervorrichtung erfasst

ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis aus einem Verbrennungsgas, das von der Verbrennungsmaschine während einer Schichtladungsverbrennung ausgelassen wird, und schätzt ferner gemäß einem Kurvenverlauf des erfassten Luft-Kraftstoff-Verhältnisses ein Niveau einer Schichtladungsverbrennung. Die Steuervorrichtung passt zusätzlich gemäß dem geschätzten Niveau einer Schichtladungsverbrennung eine Kraftstoffeinspritzsteuerzeit an und steuert die Verbrennungsmaschine, um ein geeignetes Niveau einer Schichtladungsverbrennung beizubehalten.

DOKUMENTE DES STANDS DER TECHNIK

PATENTDOKUMENT

[0006]

Patentdokument 1: JP2002-54492A

KURZFASSUNG DER ERFINDUNG

[0007] Die Steuervorrichtung, die in dem Patentdokument 1 beschrieben ist, erreicht jedoch lediglich einen niedrigen Grad einer Genauigkeit beim Schätzen einer Verteilung der Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer. Die Steuervorrichtung kann daher darin versagen, eine geeignete Verteilung beizubehalten, wobei in diesem Fall eine größere Menge von Stickstoffoxid oder dergleichen möglicherweise durch die Schichtladungsverbrennung erzeugt werden könnte.

[0008] Eine Aufgabe der vorliegenden Offenbarung besteht darin, eine Steuervorrichtung zu schaffen, die fähig ist, ein Niveau einer Schichtung als ein Maß eines Niveaus einer Verteilung einer Luft-Kraftstoff-Mischung bei oder unter einem vorbestimmten Luft-Kraftstoff-Verhältnis in einer Nähe einer Zündkerze mit einem hohen Grad einer Genauigkeit zu schätzen.

[0009] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung weist die Steuervorrichtung einer Verbrennungsmaschine, die einen Injektor, der Kraftstoff in eine Verbrennungskammer eines Zylinders direkt einspritzt, und eine Zündkerze hat, die eine Luft-Kraftstoff-Mischung, die den Kraftstoff, der durch den Injektor eingespritzt wird, enthält, zündet, eine Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Gewinnungseinheit, eine Stickstoffoxidkonzentrations-Gewinnungseinheit und eine Schichtungsniveau-Schätzungseinheit auf. Die Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Gewinnungseinheit gewinnt ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis der Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer. Die Stickstoffoxidkonzentrations-Gewinnungseinheit gewinnt eine Konzentration von Stickstoffoxid in einem Verbrennungsgas, das von der Verbrennungsmaschine ausgelassen wird. Die Schichtungsniveau-Schätzungseinheit schätzt ein Niveau einer Schichtung als ein Maß eines Niveaus einer Verteilung der Luft-Kraft-

stoff-Mischung bei einem vorbestimmten Luft-Kraftstoff-Verhältnis oder darunter in einer Nähe der Zündkerze. Die Schichtungs-niveau-Schätzungseinheit schätzt gemäß dem Luft-Kraftstoff-Verhältnis, das durch die Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Gewinnungseinheit gewonnen wird, und der Konzentration von Stickstoffoxid, die durch die Stickstoffoxidkonzentrations-Gewinnungseinheit gewonnen wird, das Niveau einer Schichtung.

[0010] Gemäß der vorliegenden Offenbarung schätzt die Steuervorrichtung ein Niveau einer Schichtung gemäß nicht nur einem Luft-Kraftstoff-Verhältnis einer Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer, sondern gemäß ferner einer Konzentration von Stickstoffoxid in einem Verbrennungsgas, das von der Maschine ausgelassen wird. Das heißt, unter einem gegebenen Umstand, dass sich eine Konzentration von Stickstoffoxid in einem Verbrennungsgas als ein Ergebnis der Schichtladungsverbrennung möglicherweise erhöhen könnte, schätzt die Steuervorrichtung ein Niveau einer Schichtung ebenfalls gemäß der Konzentration von Stickstoffoxid in dem Verbrennungsgas. Gemäß der vorliegenden Offenbarung kann daher ein Niveau einer Schichtung mit einem hohen Grad einer Genauigkeit geschätzt werden.

[0011] Gemäß der vorliegenden Offenbarung kann eine Steuervorrichtung geschaffen werden, die fähig ist, ein Niveau einer Schichtung als ein Maß eines Niveaus einer Verteilung eines Luft-Kraftstoff-Verhältnisses bei oder unter einem vorbestimmten Luft-Kraftstoff-Verhältnis in einer Nähe einer Zündkerze mit einem hohen Grad einer Genauigkeit zu schätzen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0012] Die vorhergehenden und anderen Ziele, Eigenschaften und Vorteile der vorliegenden Offenbarung sind aus der folgenden detaillierten Beschreibung, die unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen vorgenommen ist, offensichtlicher. Es zeigen:

[0013] Fig. 1 eine schematische Ansicht einer ECU gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung und einer Maschine als ein gesteuertes Objekt;

[0014] Fig. 2(A) bis Fig. 2(C) schematische Ansichten, die Verteilungen einer Luft-Kraftstoff-Mischung in einer Verbrennungskammer von Fig. 1 zeigen:

[0015] Fig. 3 eine grafische Darstellung, die eine Beziehung eines Luft-Kraftstoff-Verhältnisses einer Luft-Kraftstoff-Mischung bei einer homogenen Verbrennung und einer Konzentration von Stickstoffoxid in

einem Verbrennungsgas, das durch die homogene Verbrennung erzeugt wird, zeigt;

[0016] Fig. 4 eine Ansicht, die verwendet wird, um eine Konzentration von Stickstoffoxid, die durch eine Stickstoffoxidkonzentrations-Gewinnungseinheit von Fig. 1 gewonnen wird, und jeweilige Faktoren, die Einflüsse auf die Konzentration von Stickstoffoxid haben, zu beschreiben;

[0017] Fig. 5 ein Flussdiagramm, das einen Fluss einer Verarbeitung, die durch die ECU von Fig. 1 ausgeführt wird, zeigt;

[0018] Fig. 6 eine Ansicht, die verwendet wird, um ein Berechnungsverfahren eines Niveaus einer Schichtung einer Luft-Kraftstoff-Mischung zu beschreiben; und

[0019] Fig. 7 eine grafische Darstellung, die eine Beziehung eines Unterschieds der Konzentration von Stickstoffoxid in einem Verbrennungsgas und eines Niveaus einer Schichtung einer Luft-Kraftstoff-Mischung zeigt.

BESCHREIBUNG VON AUSFÜHRUNGSBEISPIELEN

[0020] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Offenbarung sind im Folgenden Bezug nehmend auf die Zeichnungen beschrieben. In den Ausführungsbeispielen kann einem Teil, der einer Sache entspricht, die bei einem vorausgehenden Ausführungsbeispiel beschrieben ist, das gleiche Bezugszeichen zugewiesen sein, und eine redundante Erläuterung für diesen Teil kann weggelassen sein.

[0021] Eine ECU **10** gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung ist unter Bezugnahme auf Fig. 1 beschrieben. Die ECU **10** steuert eine Maschine mit zylinderinterner Einspritzung (Verbrennungsmaschine bzw. Maschine mit interner Verbrennung) **100**, die an einem nicht dargestellten Fahrzeug installiert ist. Eine schematische Konfiguration der Maschine **100** ist zuerst beschrieben.

[0022] Die Maschine **100** hat einen Zylinderblock **41**, der aus einem Gusseisenmaterial hergestellt ist. Ein Zylinder **42**, der eine röhrenförmige Form hat, ist innerhalb des Zylinderblocks **41** vorgesehen. Die Maschine **100** soll eine Mehrzylinder-Funkenzündungs-Hin-und-her-Bewegungsmaschine darstellen, und lediglich ein Zylinder **42** ist in Fig. 1 für eine Erleichterung der Beschreibung gezeigt.

[0023] Ein Kolben **43** ist in dem Zylinder **42** gehäust. Dem Kolben **43** ist ermöglicht, sich in dem Zylinder **42** hin und her zu bewegen. Eine nicht dargestellte Kurbelwelle, die als eine Ausgangswelle funktioniert, ist konfiguriert, um sich mit einer hin und her gehen-

den Bewegung des Kolbens **43** in dem Zylinder **42** zu drehen.

[0024] Ein Zylinderkopf **45** ist an einer oberen Endfläche des Zylinderblocks **41** fixiert. Eine Verbrennungskammer **46** ist zwischen dem Zylinderkopf **45** und einer oberen Oberfläche des Kolbens **43** definiert.

[0025] Der Zylinderkopf **45** ist mit einer Einlasspforte **47** und einer Auslasspforte **48**, die sich beide in der Verbrennungskammer **46** öffnen, versehen. Die Einlasspforte **47** und die Auslasspforte **48** sind konfiguriert, um durch ein Einlassventil **21** und ein Auslassventil **22** jeweils geöffnet und geschlossen zu werden, die durch Nocken **21a** und **22a** jeweils angetrieben werden.

[0026] Eine nicht dargestellte Einrichtung für eine variable Ventilsteuerzeit ist an sowohl dem Einlassventil **21** als auch dem Auslassventil **22** befestigt, um eine Öffnungs- und Schließsteuerzeit jedes Ventils anpassbar zu machen.

[0027] Eine Einlassröhre **23** ist mit der Einlasspforte **47** verbunden. Die Einlassröhre **23** leitet Luft, die von außerhalb des Fahrzeugs eingelassen wird, in die Einlasspforte **47** der Maschine **100**. Eine Auslassröhre **24** ist ferner mit der Auslasspforte **48** verbunden. Die Auslassröhre **34** leitet ein Verbrennungsgas, das von jedem Zylinder **42** ausgelassen wird, zu einem Äußeren des Fahrzeugs.

[0028] Die Einlassröhre **23** ist mit einem Drosselventil **29** und einem Drosselöffnungsgradsensor **31** versehen. Das Drosselventil **29** ist ein elektronisch gesteuertes EIN-AUS-Ventil, wobei ein Öffnungsgrad desselben durch einen Aktuator, wie zum Beispiel einen Gleichstrommotor, angepasst wird. Durch Ändern eines Öffnungsgrads des Drosselventils **29** kann eine Strömungsrate von Luft, die in die Einlasspforte **47** geleitet wird, geregelt werden. Der Drosselöffnungsgradsensor **31** erfasst einen Öffnungsgrad und eine Öffnungsbewegung (Varianz des Öffnungsgrads) des Drosselventils **29**. Der Drosselöffnungsgradsensor **31** ist mit der ECU **10** elektrisch verbunden und sendet ein Signal, das einem Erfassungswert entspricht, zu der ECU **10**. Die Wendung „elektrisch verbunden“, auf die in der vorliegenden Offenbarung Bezug genommen wird, ist nicht auf einen Zustand begrenzt, in dem eine Verbindung durch ein Kabel eingerichtet ist, und umfasst ferner einen Zustand, in dem Zweizeige-Kommunikationen durch Funk ermöglicht sind.

[0029] Ein Ausgleichsbehälter **23a** ist an der Einlassröhre **23** stromabwärts von dem Drosselventil **29** gelegen vorgesehen. Ein Durchtrittsquerschnitt des Ausgleichsbehälters **23a** erhöht sich im Vergleich zu der Einlassröhre **23**, die vor und nach dem Aus-

gleichsbehälter **23a** installiert ist. Durch Vorsehen des Ausgleichsbehälters **23a** an der Einlassröhre **23** können eine Einlasspulsation und eine Einlassbeeinträchtigung verhindert werden.

[0030] Eine Sammlereinheit **24a** der Auslassröhre **24**, die eine Einheit ist, in der ein Verbrennungsgas, das von jedem Zylinder **42** ausgelassen wird, gesammelt wird, ist mit einem Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Sensor **32** und einem NOx-Sensor **33** versehen. Der Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Sensor **32** ist eine Vorrichtung, die eine Konzentration von Sauerstoff in einem Verbrennungsgas, das in der Auslassröhre **24** strömt, erfasst. Der NOx-Sensor **33** ist eine Vorrichtung, die eine Konzentration von Stickstoffoxid in dem Verbrennungsgas, das in der Auslassröhre **24** strömt, erfasst. Sowohl der Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Sensor **32** als auch der NOx-Sensor **33** senden ein Signal, das einem Erfassungswert entspricht, zu der ECU **10**.

[0031] Ein Injektor **27** ist an der Verbrennungskammer **46** in dem Zylinder **42** befestigt. Der Injektor **27** ist ein elektromagnetisch angetriebener Aktuator, der durch eine direkte Einspritzung die Verbrennungskammer **46** mit Kraftstoff, das heißt Benzin, versorgt. Fig. 1 zeigt den Injektor **27**, der innerhalb eines Zylinders **42** alleine für eine Erleichterung der Beschreibung vorgesehen ist. Der Injektor **27**, der wie im Vorhergehenden konfiguriert ist, ist jedoch an jedem Zylinder **42** vorgesehen.

[0032] Ein Zylinderinnendrucksensor **34** und eine Zündkerze **28** sind ebenfalls an der Verbrennungskammer **46** befestigt. Der Zylinderinnendrucksensor **34** ist eine Vorrichtung, die einen Innendruck der Verbrennungskammer **46** erfasst. Die Zündkerze **28** ist eine Vorrichtung, die eine Luft-Kraftstoff-Mischung zündet, wenn eine hohe Spannung zu einer vorbestimmten Zündungssteuerzeit gemäß einer Anweisung von der ECU **10** angelegt wird.

[0033] Bei einem Ansaugtakt der Maschine **100**, die wie im Vorhergehenden konfiguriert ist, wird das Einlassventil **21** geöffnet, und ein Innendruck der Verbrennungskammer **46** fällt, sowie sich der Kolben **43** nach unten bewegt, um durch die Einlassröhre **23** Luft in die Verbrennungskammer **46** zu lassen. Wenn Luft eingelassen wird, wird Kraftstoff von dem Injektor **27** in die Verbrennungskammer **46** eingespritzt. Eingespritzter Kraftstoff wird mit Luft, die in die Verbrennungskammer **46** eingelassen wird, gemischt und bildet eine Luft-Kraftstoff-Mischung.

[0034] Bei einem Verdichtungstakt der Maschine **100** wird das Einlassventil **21** geschlossen, und die Luft-Kraftstoff-Mischung wird verdichtet, sowie sich der Kolben **43** nach oben bewegt. Wenn die Luft-Kraftstoff-Mischung verdichtet wird, wird Kraftstoff in die Verbrennungskammer **46** von dem Injektor **27** eingespritzt. Eine Menge von Kraftstoff, der von dem

Injektor **27** bei dem Verdichtungstakt eingespritzt wird, ist kleiner als eine Menge von Kraftstoff, der bei dem Ansaugtakt eingespritzt wird. Die Luft-Kraftstoff-Mischung wird durch die Zündkerze **28** gezündet und wird bei einem Verdichtungstakt der Maschine **100** verfeuert. Ein Verbrennungsgas, das durch eine Verbrennung der Luft-Kraftstoff-Mischung erzeugt wird, wird zu der Auslassröhre **24** von der Verbrennungskammer **46** ausgelassen, sowie das Auslassventil **22** bei einem Auslasstakt der Maschine **100** geöffnet wird.

[0035] Die ECU **10** ist im Folgenden beschrieben. Die ECU **10** ist teilweise oder gänzlich aus einer analogen Schaltung gebildet oder als ein digitaler Prozessor gebildet. In jedem Fall ist ein Funktionssteuerblock in der ECU **10** gebildet, da die ECU **10** funktioniert, um gemäß einem empfangenen Signal ein Steuersignal auszugeben.

[0036] Fig. 1 zeigt die ECU **10** in einem Funktionssteuerblockdiagramm. Eine analoge Schaltung oder ein Modul von Software, die in einem digitalen Prozessor installiert ist, ganz gleich was die ECU **10** bildet, ist nicht notwendigerweise in Steuerblöcke, die in Fig. 1 gezeigt sind, unterteilt. Die analoge Schaltung oder das Modul von Software in einem einzelnen Körper kann als mehrere Steuerblöcke in Betrieb sein oder kann in eine größere Zahl von Steuerblöcken unterteilt sein. Fachleute können eine tatsächliche Innenkonfiguration der ECU **10**, wie benötigt, ändern, solange die ECU **10** konfiguriert ist, um eine Verarbeitung durchzuführen.

[0037] Die ECU **10** ist mit verschiedenen Sensoren, wie zum Beispiel dem Drosselöffnungsgradsensor **31**, verschiedenen Aktuatoren, wie zum Beispiel dem Injektor **27**, elektrisch verbunden. Die ECU **10** hat eine Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Gewinnungseinheit **11**, eine Stickstoffoxidkonzentrations-Gewinnungseinheit **12**, eine Druckgewinnungseinheit **13**, eine Abgleichdaten-Erzeugungseinheit **14**, eine Verbrennungsgastemperatur-Berechnungseinheit **15**, eine Schichtungs-niveau-Schätzungseinheit **16**, eine Speichereinheit **17**, eine Schichtladungsverbrennungsmodus-Ausführungseinheit **18** und eine Ausführungseinheit **19** eines Modus einer homogen Verbrennung.

[0038] Die Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Gewinnungseinheit **11** ist eine Einheit, die durch Durchführen einer vorbestimmten Kalkulation unter Verwendung eines Signals, das von dem Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Sensor **32** empfangen wird, ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis einer Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer **46** gewinnt. Die Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Gewinnungseinheit **11** gewinnt genauer gesagt gemäß einer Konzentration von Sauerstoff in einem Verbrennungsgas, das durch eine Verbrennung in der Verbrennungskammer **46** er-

zeugt wird, ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis einer Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer **46**. Die Stickstoffoxidkonzentrations-Gewinnungseinheit **12** gewinnt durch Durchführen einer vorbestimmten Kalkulation unter Verwendung eines Signals, das von dem NOx-Sensor **33** empfangen wird, eine Konzentration von Stickstoffoxid in einem Verbrennungsgas, das durch die Auslassröhre **24** strömt. Die Druckgewinnungseinheit **13** gewinnt durch Durchführen einer vorbestimmten Kalkulation unter Verwendung eines Signals, das von dem Zylinderinnendrucksensor **34** empfangen wird, einen Innendruck der Verbrennungskammer **46**.

[0039] Die Abgleichdaten-Erzeugungseinheit ist eine Einheit, die gemäß einem Luft-Kraftstoff-Verhältnis einer Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer **46**, das durch die Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Gewinnungseinheit **11** gewonnen wird, und einer Konzentration von Stickstoffoxid in einem Verbrennungsgas, die durch die Stickstoffoxidkonzentrations-Gewinnungseinheit **12** gewonnen wird, Abgleichdaten erzeugt. Die Verbrennungsgastemperatur-Berechnungseinheit **15** ist eine Einheit, die gemäß einem Innendruck der Verbrennungskammer **46**, der durch die Druckgewinnungseinheit **13** gewonnen wird, eine Temperatur eines Verbrennungsgases in der Verbrennungskammer **46** berechnet. Die Schichtungs-niveau-Schätzungseinheit **16** ist eine Einheit, die gemäß einem Luft-Kraftstoff-Verhältnis einer Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer **46**, das durch die Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Gewinnungseinheit **11** gewonnen wird, einer Konzentration von Stickstoffoxid in einem Verbrennungsgas, die durch die Stickstoffoxidkonzentrations-Gewinnungseinheit **12** gewonnen wird, und einer Temperatur eines Verbrennungsgases in der Verbrennungskammer **46**, die durch die Verbrennungsgastemperatur-Berechnungseinheit **15** berechnet wird, ein Niveau einer Schichtung einer Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer **46** schätzt. Die Speichereinheit **17** ist eine Einheit, in der Daten, wie zum Beispiel Abgleichdaten, die durch die Abgleichdaten-Erzeugungseinheit **14** erzeugt werden, gespeichert sind.

[0040] Die Schichtladungsverbrennungsmodus-Ausführungseinheit **18** ist eine Einheit, die einen Schichtladungsverbrennungsmodus ausführt, der ein Typ einer Verbrennung einer Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer **46** ist. Bei dem Schichtladungsverbrennungsmodus wird eine Luft-Kraftstoff-Mischung verfeuert, während ein Niveau einer Schichtung einer Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer **46** bei oder über einer Schwelle ist. Die Schichtladungsverbrennungsmodus-Ausführungseinheit **18** liefert genauer gesagt durch Anpassen einer Menge von Kraftstoff, der durch den Injektor **27** einzuspritzen ist, einer Einspritzsteuerzeit, der Zahl von Einspritzungen, des In-

nendricks, der Zündungsenergie der Zündkerze **28**, der Zündungssteuerzeit, der Zahl von Zündungen und so weiter, wie benötigt, einen Zustand, in dem ein Niveau einer Schichtung einer Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer **46** bei oder über der Schwelle ist, und löst eine Verbrennung der Luft-Kraftstoff-Mischung aus.

[0041] Die Ausführungseinheit **19** eines Modus einer homogenen Verbrennung ist eine Einheit, die einen Modus einer homogenen Verbrennung ausführt, der ein anderer Typ einer Verbrennung einer Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer **46** ist. Bei dem Modus einer homogenen Verbrennung wird eine Luft-Kraftstoff-Mischung verfeuert, während ein Niveau einer Schichtung einer Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer **46** unter der Schwelle ist. Die Ausführungseinheit **19** eines Modus einer homogenen Verbrennung liefert genauer gesagt durch Anpassen einer Menge von Kraftstoff, der durch den Injektor **27** einzuspritzen ist, einer Einspritzsteuerzeit, der Zahl von Einspritzungen, eines Drucks, einer Zündungsenergie der Zündkerze **28**, einer Zündungssteuerzeit, der Zahl von Zündungen und so weiter, wie benötigt, einen Zustand, in dem ein Niveau einer Schichtung einer Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer **46** unter der Schwelle ist, und löst eine homogene Verbrennung der Luft-Kraftstoff-Mischung aus.

[0042] Ein Niveau einer Schichtung einer Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer **46**, eine homogene Verbrennung und eine Schichtladungsverbrennung sind im Folgenden unter Bezugnahme auf **Fig. 2(A)** bis **Fig. 2(C)** und **Fig. 3** beschrieben. **Fig. 2(A)** bis **Fig. 2(C)** zeigen drei Zustände einer Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer **46** auf unterschiedlichen Niveaus einer Schichtung.

[0043] **Fig. 2(A)** zeigt einen Zustand der Verbrennungskammer **46**, in dem ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis einer Luft-Kraftstoff-Mischung im Wesentlichen konstant ist. Auf eine Verbrennung, die durch ein Zünden einer Luft-Kraftstoff-Mischung in dem im Vorhergehenden spezifizierten Zustand durch die Zündkerze **28** ausgelöst wird, ist als eine homogene Verbrennung Bezug genommen.

[0044] **Fig. 3** ist ein Beispiel einer grafischen Darstellung, die eine Beziehung eines Luft-Kraftstoff-Verhältnisses einer Luft-Kraftstoff-Mischung bei einer homogenen Verbrennung und einer Konzentration von Stickstoffoxid in einem Verbrennungsgas, das durch eine homogene Verbrennung, die den Abgleichdaten entspricht, erzeugt wird, zeigt. Eine Konzentration von Stickstoffoxid in dem Verbrennungsgas erreicht ein Maximum, wenn ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis einer Luft-Kraftstoff-Mischung ein stöchiometrisches Luft-Kraftstoff-Verhältnis von etwa 14,7

ist. Eine Konzentration von Stickstoffoxid in einem Verbrennungsgas tendiert dazu, sich mit einer Erhöhung oder einer Verringerung eines Luft-Kraftstoff-Verhältnisses einer Luft-Kraftstoff-Mischung von dem stöchiometrischen Luft-Kraftstoff-Verhältnis zu verringern.

[0045] **Fig. 2(B)** zeigt einen Zustand der Verbrennungskammer **46**, in dem eine Luft-Kraftstoff-Mischung mit einem niedrigen Luft-Kraftstoff-Verhältnis in einer ersten Region **461** in einer Nähe der Zündkerze verteilt ist, und eine Luft-Kraftstoff-Mischung mit einem hohen Luft-Kraftstoff-Verhältnis in einer zweiten Region **462** an einer Peripherie der ersten Region **461** verteilt ist. In dem vorhergehenden Zustand ist ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis einer Luft-Kraftstoff-Mischung in der ersten Region **461** etwa **13**, und ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis einer Luft-Kraftstoff-Mischung in der zweiten Region **462** ist etwa **18**.

[0046] **Fig. 2(C)** zeigt einen Zustand der Verbrennungskammer **46**, in dem eine Luft-Kraftstoff-Mischung mit einem niedrigen Luft-Kraftstoff-Verhältnis in der ersten Region **461** in der Nähe der Zündkerze **28** verteilt ist, und eine Luft-Kraftstoff-Mischung mit einem hohen Luft-Kraftstoff-Verhältnis in der zweiten Region **462** an der Peripherie der ersten Region **461** verteilt ist. In dem vorhergehenden Zustand ist ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis einer Luft-Kraftstoff-Mischung in der ersten Region **461** etwa **12**, und ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis einer Luft-Kraftstoff-Mischung in der zweiten Region **462** ist etwa **20**.

[0047] Auf eine Verbrennung, die durch ein Zünden einer Luft-Kraftstoff-Mischung ausgelöst wird, während eine fette Luft-Kraftstoff-Mischung (mit einem niedrigen Luft-Kraftstoff-Verhältnis) in der Nähe der Zündkerze **28** verteilt ist, und eine magere Luft-Kraftstoff-Mischung (mit einem hohen Luft-Kraftstoff-Verhältnis) an der Peripherie der fetten Luft-Kraftstoff-Mischung verteilt ist, wie es in **Fig. 2(B)** und **Fig. 2(C)** gezeigt ist, ist als eine Schichtladungsverbrennung Bezug genommen. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist eine Verbrennung, die stattfindet, während eine Luft-Kraftstoff-Mischung mit einem Luft-Kraftstoff-Verhältnis von **14** oder darunter in der ersten Region **461** verteilt ist, als die Schichtladungsverbrennung definiert. Die vorliegende Offenbarung ist jedoch nicht auf die vorhergehende Definition begrenzt.

[0048] Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist ferner ein Niveau einer Verteilung einer Luft-Kraftstoff-Mischung mit einem Luft-Kraftstoff-Verhältnis von **14** oder darunter in der Nähe der Zündkerze **28** als ein Niveau einer Schichtung definiert. Ein Niveau einer Schichtung wird mit anderen Worten höher, sowie ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis einer Luft-Kraftstoff-Mischung, die in der Nähe der Zündkerze **28** verteilt ist, niedriger wird. Ein Niveau einer Schicht-

tung wird ferner höher, sowie eine größere Menge einer Luft-Kraftstoff-Mischung mit einem Luft-Kraftstoff-Verhältnis von **14** oder darunter in der Nähe der Zündkerze **28** verteilt ist. Ein Niveau einer Schichtung wird außerdem höher, sowie ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis der Luft-Kraftstoff-Mischung, die in der ersten Region **461** verteilt ist, niedriger als ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis der Luft-Kraftstoff-Mischung wird, die in der zweiten Region **462** in der Verbrennungskammer **46** verteilt ist. Von den drei Zuständen, die in **Fig. 2(A)** bis **Fig. 2(C)** gezeigt sind, wird ein Niveau einer Schichtung in dem Zustand von **Fig. 2(A)** am niedrigsten, und ein Niveau einer Schichtung wird in dem Zustand von **Fig. 2(C)** am höchsten.

[0049] Eine Beziehung einer Konzentration von Stickstoffoxid, die durch die Stickstoffoxidkonzentrations-Gewinnungseinheit **12** (siehe **Fig. 1**) gewonnen wird, und jeweiliger Faktoren, die Einflüsse auf die Konzentration von Stickstoffoxid haben, ist im Folgenden unter Bezugnahme auf **Fig. 4** beschrieben. Wie in **Fig. 4** gezeigt ist, können eine Konzentration eines Einlass-N₂, eine Konzentration eines Einlass-O₂, ein zylinderinternes mittleres Luft-Kraftstoff-Verhältnis, eine zylinderinterne Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Verteilung und eine höchste Verbrennungsgastemperatur möglicherweise Einflüsse auf eine Konzentration von Stickstoffoxid, die durch die Stickstoffoxidkonzentrations-Gewinnungseinheit **12** gewonnen wird, haben.

[0050] Von den im Vorhergehenden spezifizierten Faktoren sind eine Konzentration eines Einlass-N₂ und eine Konzentration eines Einlass-O₂ eine Konzentration von Stickstoff bzw. eine Konzentration von Sauerstoff in Luft, die von außerhalb des Fahrzeugs eingelassen wird. Ein Wert jeder Konzentration kann als unabhängig von Umgebungen, in denen das Fahrzeug fährt, als im Wesentlichen konstant bleibend erachtet werden. Die zylinderinterne Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Verteilung ist ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis einer Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer **46**, die durch die Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Gewinnungseinheit **11** (siehe **Fig. 1**) gewonnen wird. Die höchste Verbrennungsgastemperatur ist ein höchster Wert einer Temperatur eines Verbrennungsgases in der Verbrennungskammer **46**, die durch die Verbrennungsgastemperatur-Berechnungseinheit **15** (siehe **Fig. 1**) berechnet wird. Das heißt, Werte einer Konzentration eines Einlass-N₂ und einer Konzentration eines Einlass-O₂ sind bekannt, und die zylinderinterne Luft-Kraftstoff-Verteilung und die höchste Verbrennungsgastemperatur nehmen Werte an, die durch die Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Gewinnungseinheit **11** bzw. die Verbrennungsgastemperatur-Berechnungseinheit **15** gewonnen werden können.

[0051] Die zylinderinterne Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Verteilung dient daher als ein verbleibender Faktor

unter den Faktoren, die Einflüsse auf eine Konzentration von Stickstoffoxid haben, als ein Index, der mit einem Niveau einer Schichtung einer Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer **46** korreliert ist. Ein Niveau einer Schichtung einer Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer **46** kann mit anderen Worten durch Beseitigen von Einflüssen von jeweiligen Faktoren, nämlich einer Konzentration eines Einlass-N₂, einer Konzentration eines Einlass-O₂, einer zylinderinternen Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Verteilung und einer höchsten Verbrennungsgastemperatur, aus einer Konzentration von Stickstoffoxid, die durch die Stickstoffoxidkonzentrations-Gewinnungseinheit **12** gewonnen wird, geschätzt werden.

[0052] Eine Verarbeitung, die durch die ECU **10** gemäß einem Konzept eines Niveaus einer Schichtung wie im Vorhergehenden ausgeführt wird, ist im Folgenden unter Bezugnahme auf **Fig. 5** bis **Fig. 7** beschrieben. Die Verarbeitung wird tatsächlich durch die jeweiligen Einheiten der ECU **10**, wie zum Beispiel die Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Gewinnungseinheit **11**, durchgeführt. Das Folgende beschreibt jedoch für eine Erleichterung der Beschreibung, dass die Verarbeitung durch die ECU **10** durchgeführt wird.

[0053] Die ECU **10** beginnt zuerst damit, den Modus einer homogenen Verbrennung bei S11 von **Fig. 5** auszuführen. Das heißt, wie in **Fig. 2(A)** gezeigt ist, dass durch eine Anpassung einer Menge von Kraftstoff, der durch den Injektor **27** einzuspritzen ist, einer Einspritzsteuerzeit, der Zahl von Einspritzungen, eines Drucks, einer Zündungsenergie der Zündkerze **28**, einer Zündungssteuerzeit, der Zahl von Zündungen und so weiter eine homogene Verbrennung einer Luft-Kraftstoff-Mischung ausgelöst wird, um ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis einer Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer **46** im Wesentlichen konstant zu machen.

[0054] Die ECU **10** gewinnt anschließend bei S12 ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis einer Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer **46**. Die Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Gewinnungseinheit **11** gewinnt durch Durchführen einer vorbestimmten Kalkulation unter Verwendung eines Signals, das von dem Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Sensor **32** empfangen wird, während die homogene Verbrennung der Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer **46** stattfindet, das Luft-Kraftstoff-Verhältnis.

[0055] Die ECU **10** gewinnt anschließend bei S13 eine Konzentration von Stickstoffoxid in einem Verbrennungsgas, das in der Auslassröhre **24** strömt. Die Stickstoffoxidkonzentrations-Gewinnungseinheit **12** gewinnt durch Durchführen einer vorbestimmten Kalkulation unter Verwendung eines Signals, das von dem NOx-Sensor **33** empfangen wird, während die homogene Verbrennung der Luft-Kraftstoff-Mischung

in der Verbrennungskammer **46** stattfindet, eine Konzentration von Stickstoffoxid.

[0056] Die ECU **10** erzeugt anschließend bei S14 die Abgleichdaten und speichert die erzeugten Abgleichdaten in der Speichereinheit **17** (siehe **Fig. 1**). Die Abgleichdaten sind Daten, die in **Fig. 3** grafisch gezeigt sind, wie es im Vorhergehenden beschrieben ist, und zeigen eine Beziehung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses der Luft-Kraftstoff-Mischung, das bei S12 gewonnen wird, und der Konzentration von Stickstoffoxid in dem Verbrennungsgas, die bei S13 berechnet wird. Eine Beziehung eines Luft-Kraftstoff-Verhältnisses einer Luft-Kraftstoff-Mischung und einer Konzentration von Stickstoffoxid in einem Verbrennungsgas der Maschine **100** variiert von Erzeugnis zu Erzeugnis. Durch Erzeugen der Abgleichdaten gemäß einem tatsächlichen Verhalten der Maschine **100** bei S14 können jedoch Einflüsse einer solchen Varianz eliminiert werden.

[0057] Die ECU **10** beginnt bei S15 anschließend damit, den Schichtladungsverbrennungsmodus auszuführen. Das heißt, ein Typ einer Verbrennung einer Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer **46** wird von dem Modus einer homogenen Verbrennung, der in Ausführung ist, zu dem Schichtladungsverbrennungsmodus gewechselt. Der Schichtladungsverbrennungsmodus wird ermöglicht, nachdem die Abgleichdatenerzeugungseinheit **14** die Abgleichdaten erzeugt hat. Um eine Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer **46** zu verteilen, wie es in **Fig. 2(B)** oder **Fig. 2(C)** gezeigt ist, passt die ECU **10** eine Menge von Kraftstoff, der durch den Injektor **27** einzuspritzen ist, eine Einspritzsteuerzeit, die Zahl von Einspritzungen, einen Druck, eine Zündungsenergie der Zündkerze **28**, eine Zündungssteuerzeit, die Zahl von Einspritzungen und so weiter gemäß einer Fahrbedingung des Fahrzeugs an und löst eine Verbrennung von Kraftstoff aus.

[0058] Die ECU **10** gewinnt anschließend bei S16 ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis einer Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer **46**. Die Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Gewinnungseinheit **11** gewinnt durch Durchführen einer vorbestimmten Kalkulation unter Verwendung eines Signals, das von dem Luft-Kraftstoff-Verhältnis Sensor **32** empfangen wird, während die Schichtladungsverbrennung der Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer **46** stattfindet, ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis.

[0059] Die ECU **10** gewinnt anschließend bei S17 eine Konzentration von Stickstoffoxid in einem Verbrennungsgas, das in der Auslassröhre **24** strömt. Die Stickstoffoxidkonzentrations-Gewinnungseinheit **12** gewinnt durch Durchführen einer vorbestimmten Kalkulation unter Verwendung eines Signals, das von dem NOx-Sensor **33** empfangen wird, während die Schichtladungsverbrennung der Luft-Kraftstoff-

Mischung in der Verbrennungskammer **46** stattfindet, eine Konzentration von Stickstoffoxid.

[0060] Die ECU **10** berechnet anschließend bei S18 ein Niveau einer Schichtung einer Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer **46**. Ein Niveau einer Schichtung wird gemäß dem Luft-Kraftstoff-Verhältnis der Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer **46**, das bei S16 gewonnen wird, und der Konzentration von Stickstoffoxid in dem Verbrennungsgas, das in der Auslassröhre **24** strömt, die bei S17 gewonnen wird, berechnet.

[0061] Ein Berechnungsverfahren eines Niveaus einer Schichtung einer Luft-Kraftstoff-Mischung bei S18 ist im Folgenden im Detail unter Bezugnahme auf **Fig. 6** und **Fig. 7** beschrieben.

[0062] Wie in **Fig. 6** gezeigt ist, vergleicht die ECU **10** ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis einer Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer **46**, das während einer Ausführung des Schichtladungsverbrennungsmodus gewonnen wird, mit einer Tabelle. Die Tabelle stellt die Abgleichdaten, die bei S14, der im Vorhergehenden beschrieben ist, erzeugt werden, dar. Durch Vergleichen des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses der Luft-Kraftstoff-Mischung mit der Tabelle kann eine Konzentration von Stickstoffoxid in einem Verbrennungsgas während einer Ausführung des Modus einer homogenen Verbrennung bei dem gewonnenen Luft-Kraftstoff-Verhältnis gewonnen werden. Ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis einer Luft-Kraftstoff-Mischung, das während einer Ausführung des Schichtladungsverbrennungsmodus gewonnen wird, wird mit anderen Worten mit der Tabelle verglichen, um eine Konzentration von Stickstoffoxid in einem Verbrennungsgas unter einer Bedingung zu schätzen, dass der Modus einer homogenen Verbrennung bei dem gewonnenen Luft-Kraftstoff-Verhältnis ausgeführt wird. Die ECU **10** berechnet einen Unterschied (einen Unterschied der NOx-Konzentration) zwischen einer Konzentration von Stickstoffoxid in einem Verbrennungsgas während einer Ausführung des Modus einer homogenen Verbrennung und einer Konzentration von Stickstoffoxid in einem Verbrennungsgas während einer Ausführung des Schichtladungsverbrennungsmodus.

[0063] Die ECU **10** gewinnt ferner durch Vergleichen einer Temperatur des Verbrennungsgases in dem Zylinder **42** mit einer anderen Tabelle einen Korrekturkoeffizienten. Die ECU **10** berechnet durch Multiplizieren des Unterschiedes der NOx-Konzentration mit dem Korrekturkoeffizienten einen Korrelationsindex.

[0064] Die ECU **10** ist ferner fähig, durch Vergleichen des Korrelationsindex mit noch einer anderen Tabelle ein Niveau einer Schichtung einer Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer **46** zu

berechnen. Wie in **Fig. 7** gezeigt ist, hat die Tabelle bzw. Abbildung, mit der der Korrelationsindex verglichen wird, einen Unterschied der NO_x-Konzentration und ein Niveau einer Schichtung. **Fig. 7** lässt eine Tendenz erkennen, dass ein Niveau einer Schichtung einer Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer **46** steigt, sowie ein Unterschied einer NO_x-Konzentration größer wird, das heißt, sowie ein Unterschied zwischen einer Konzentration von Stickstoffoxid in einem Verbrennungsgas während einer Ausführung des Modus einer homogenen Verbrennung und einer Konzentration von Stickstoffoxid in einem Verbrennungsgas während einer Ausführung des Schichtladungsverbrennungsmodus größer wird.

[0065] Auf **Fig. 5** ist wieder im Folgenden Bezug genommen. Die ECU **10** passt bei S19, nachdem ein Niveau einer Schichtung bei S18 von **Fig. 5** berechnet wurde, eine Kraftstoffeinspritzung an. Das heißt, die ECU **10** passt gemäß dem Niveau einer Schichtung, das bei S18 berechnet wird, eine Menge von Kraftstoff, der durch den Injektor **27** einzuspritzen ist, eine Einspritzsteuerzeit, die Zahl von Einspritzungen und einen Druck an.

[0066] Die ECU **10** passt anschließend bei S20 eine Zündung von Kraftstoff an. Das heißt, die ECU **10** passt gemäß dem Niveau einer Schichtung, das die ECU **10** bei S18 berechnet hat, eine Zündungsenergie der Zündkerze **28**, eine Zündungssteuerzeit, die Zahl von Zündungen und so weiter an.

[0067] Wie im Vorhergehenden beschrieben ist, schätzt die ECU **10** des vorliegenden Ausführungsbeispiels gemäß nicht nur einem Luft-Kraftstoff-Verhältnis einer Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer **46**, sondern ferner gemäß einer Konzentration von Stickstoffoxid in einem Verbrennungsgas, das von der Maschine **100** ausgelassen wird, ein Niveau einer Schichtung. Das heißt, einen Umstand vorausgesetzt, dass sich eine Konzentration von Stickstoffoxid in einem Verbrennungsgas möglicherweise als ein Ergebnis der Schichtladungsverbrennung erhöht, schätzt die ECU **10** ein Niveau einer Schichtung ferner gemäß der Konzentration von Stickstoffoxid in dem Verbrennungsgas. Gemäß der vorliegenden Offenbarung kann daher ein Niveau einer Schichtung mit einem hohen Grad einer Genauigkeit geschätzt werden.

[0068] Die ECU **10** weist die Druckgewinnungseinheit **13**, die einen Innendruck der Verbrennungskammer **46** gewinnt, und die Verbrennungsgastemperatur-Berechnungseinheit **15** auf, die gemäß einem Innendruck der Verbrennungskammer **46** eine Temperatur eines Verbrennungsgases berechnet. Die Schichtungs-niveau-Schätzungseinheit **16** schätzt gemäß einer Temperatur eines Verbrennungsgases, die durch die Verbrennungsgastemperatur-Berechnungseinheit **15** berechnet wird, ein Niveau einer

Schichtung. Wie unter Bezugnahme auf **Fig. 4** im Vorhergehenden beschrieben ist, ist eine höchste Verbrennungsgastemperatur einer der Faktoren, die Einflüsse auf eine Konzentration von Stickstoffoxid in einem Verbrennungsgas haben. Ein Niveau einer Schichtung kann daher durch Beseitigen von Einflüssen einer höchsten Verbrennungsgastemperatur zusätzlich zu Einflüssen der anderen Faktoren, nämlich einer Konzentration eines Einlass-N₂, einer Konzentration eines Einlass-O₂ und einer zylinderinternen Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Verteilung, aus einer Konzentration von Stickstoffoxid, die durch die Stickstoffoxidkonzentrations-Gewinnungseinheit **12** gewonnen wird, mit einem höheren Grad einer Genauigkeit geschätzt werden.

[0069] Die ECU **10** weist ferner die Schichtladungsverbrennungsmodus-Ausführungseinheit **18**, die den Schichtladungsverbrennungsmodus ausführt, bei dem eine Luft-Kraftstoff-Mischung verfeuert wird, während ein Niveau einer Schichtung bei oder über der Schwelle ist, und die Ausführungseinheit **19** eines Modus einer homogenen Verbrennung auf, die den Modus einer homogenen Verbrennung ausführt, bei dem eine Luft-Kraftstoff-Mischung verfeuert wird, während ein Niveau einer Schichtung unter der Schwelle ist. Die ECU **10** weist ferner die Abgleichdaten-Erzeugungseinheit **14** auf, die Abgleichdaten, die eine Beziehung eines Luft-Kraftstoff-Verhältnisses, das durch die Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Gewinnungseinheit **11** gewonnen wird, und einer Konzentration von Stickstoffoxid, die durch die Stickstoffoxidkonzentrations-Gewinnungseinheit **12** gewonnen wird, während einer Ausführung des Modus einer homogenen Verbrennung darstellen, erzeugt und die so erzeugten Abgleichdaten in der Speichereinheit **17** speichert. Die Schichtungs-niveau-Schätzungseinheit **16** schätzt gemäß einem Unterschied zwischen einer Konzentration von Stickstoffoxid, die durch Vergleichen eines Luft-Kraftstoff-Verhältnisses, das durch die Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Gewinnungseinheit **11** während der Ausführung des Schichtladungsverbrennungsmodus gewonnen wird, mit den Abgleichdaten gewonnen wird, und einer Konzentration von Stickstoffoxid, die durch die Stickstoffoxidkonzentrations-Gewinnungseinheit **12** während einer Ausführung des Schichtladungsverbrennungsmodus gewonnen wird, ein Niveau einer Schichtung. Die ECU **10** wird daher durch Erzeugen der Abgleichdaten während der homogenen Verbrennung, die in der Verbrennungskammer **46** relativ leicht ausgelöst werden kann, und durch Schätzen eines Niveaus einer Schichtung unter Verwendung der Abgleichdaten fähig, ein Niveau einer Schichtung mit einem höheren Grad einer Genauigkeit zu schätzen.

[0070] Der Schichtladungsverbrennungsmodus-Ausführungseinheit **18** ist ermöglicht, den Schichtladungsverbrennungsmodus auszuführen, nachdem die Abgleichdaten-Erzeugungseinheit **14** die Ab-

gleichdaten erzeugt hat. Das heißt, der Schichtladungsverbrennungsmodus wird in einem Zustand ausgeführt, in dem die Abgleichdaten erzeugt wurden, und daher kann ein Niveau einer Schichtung einer Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer **46** präzise geschätzt werden. Ein Niveau einer Schichtung kann daher auf einem geeigneten Wert beibehalten werden.

[0071] Obwohl das Vorhergehende ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung durch ein Bezugnehmen auf spezifische Beispiele beschreibt, ist es offensichtlich, dass die vorliegende Offenbarung nicht auf die vorhergehenden spezifischen Beispiele begrenzt ist. Irgendwelche Fachleute können den vorhergehenden spezifischen Beispielen Entwurfsmodifikationen, wie benötigt, hinzufügen, und modifizierte spezifische Beispiele sind in dem Schutzbereich der vorliegenden Offenbarung umfasst, solange die modifizierten spezifischen Beispiele Charakteristiken der vorliegenden Offenbarung haben. Elemente, die die vorhergehenden jeweiligen spezifischen Beispiele aufweisen, sowie Orte, Materialien, Bedingungen, Formen und Größen der Elemente sind nicht darauf begrenzt, was im Vorhergehenden als Beispiele beschrieben ist, und können wie benötigt modifiziert sein.

[0072] Obwohl die vorliegende Offenbarung unter Bezugnahme auf Ausführungsbeispiele derselben beschrieben ist, versteht es sich von selbst, dass die Offenbarung nicht auf die Ausführungsbeispiele und den Aufbau begrenzt ist. Die vorliegende Offenbarung soll verschiedene Modifikationen und äquivalente Anordnungen abdecken. Trotz der verschiedenen Kombinationen und Konfigurationen sind zusätzlich andere Kombinationen und Konfigurationen, die mehr, weniger oder lediglich ein einzelnes Element aufweisen, ebenfalls innerhalb des Geistes und Schutzbereichs der vorliegenden Offenbarung.

Patentansprüche

1. Steuervorrichtung (**10**) einer Verbrennungsmaschine (**100**), die einen Injektor (**27**), der Kraftstoff in eine Verbrennungskammer (**46**) eines Zylinders (**42**) direkt einspritzt, und eine Zündkerze (**28**) hat, die eine Luft-Kraftstoff-Mischung, die den Kraftstoff, der durch den Injektor eingespritzt wird, enthält, zündet, mit:
einer Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Gewinnungseinheit (**11**), die ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis der Luft-Kraftstoff-Mischung in der Verbrennungskammer gewinnt;
einer Stickstoffoxidkonzentrations-Gewinnungseinheit (**12**), die eine Konzentration von Stickstoffoxid in einem Verbrennungsgas, das von der Verbrennungsmaschine ausgelassen wird, gewinnt; und
einer Schichtungs-niveau-Schätzungseinheit (**16**), die ein Niveau einer Schichtung als ein Maß eines Niveaus einer Verteilung der Luft-Kraftstoff-Mischung

bei einem vorbestimmten Luft-Kraftstoff-Verhältnis oder darunter in einer Nähe der Zündkerze schätzt, wobei die Schichtungs-niveau-Schätzungseinheit gemäß dem Luft-Kraftstoff-Verhältnis, das durch die Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Gewinnungseinheit gewonnen wird, und der Konzentration von Stickstoffoxid, die durch die Stickstoffoxidkonzentrations-Gewinnungseinheit gewonnen wird, das Niveau einer Schichtung schätzt.

2. Steuervorrichtung nach Anspruch 1, mit ferner:
einer Druckgewinnungseinheit (**13**), die einen Innendruck der Verbrennungskammer gewinnt; und
einer Verbrennungsgastemperatur-Berechnungseinheit (**50**), die gemäß dem Innendruck der Verbrennungskammer eine Temperatur des Verbrennungsgases berechnet,
wobei die Schichtungs-niveau-Schätzungseinheit gemäß der Temperatur des Verbrennungsgases, die durch die Verbrennungsgastemperatur-Berechnungseinheit berechnet wird, das Niveau einer Schichtung schätzt.

3. Steuervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, mit ferner:
einer Schichtladungsverbrennungsmodus-Ausführungseinheit (**18**), die einen Schichtladungsverbrennungsmodus ausführt, bei dem die Luft-Kraftstoff-Mischung verfeuert wird, während das Niveau einer Schichtung auf oder über einer Schwelle ist;
einer Ausführungseinheit (**19**) eines Modus einer homogenen Verbrennung, die einen Modus einer homogenen Verbrennung ausführt, bei dem die Luft-Kraftstoff-Mischung verfeuert wird, während das Niveau einer Schichtung unter der Schwelle ist; und
einer Abgleichdaten-Erzeugungseinheit (**14**), die Abgleichdaten, die eine Beziehung eines Luft-Kraftstoff-Verhältnisses, das durch die Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Gewinnungseinheit gewonnen wird, und einer Konzentration von Stickstoffoxid, die durch die Stickstoffoxidkonzentrations-Gewinnungseinheit gewonnen wird, während einer Ausführung des Modus einer homogenen Verbrennung darstellen, erzeugt, wobei die Schichtungs-niveau-Schätzungseinheit gemäß einem Unterschied zwischen einer Konzentration von Stickstoffoxid, die durch Vergleichen eines Luft-Kraftstoff-Verhältnisses, das durch die Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Gewinnungseinheit während einer Ausführung des Schichtladungsverbrennungsmodus gewonnen wird, mit den Abgleichdaten gewonnen wird, und einer Konzentration von Stickstoffoxid, die durch die Stickstoffoxidkonzentrations-Gewinnungseinheit während einer Ausführung des Schichtladungsverbrennungsmodus gewonnen wird, das Niveau einer Schichtung schätzt.

4. Steuervorrichtung nach Anspruch 3, bei der der Schichtladungsverbrennungsmodus-Ausführungseinheit ermöglicht ist, den Schichtladungsverbrennungsmodus auszuführen, nachdem die Ab-

gleichdaten-Erzeugungseinheit die Abgleichdaten erzeugt hat.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

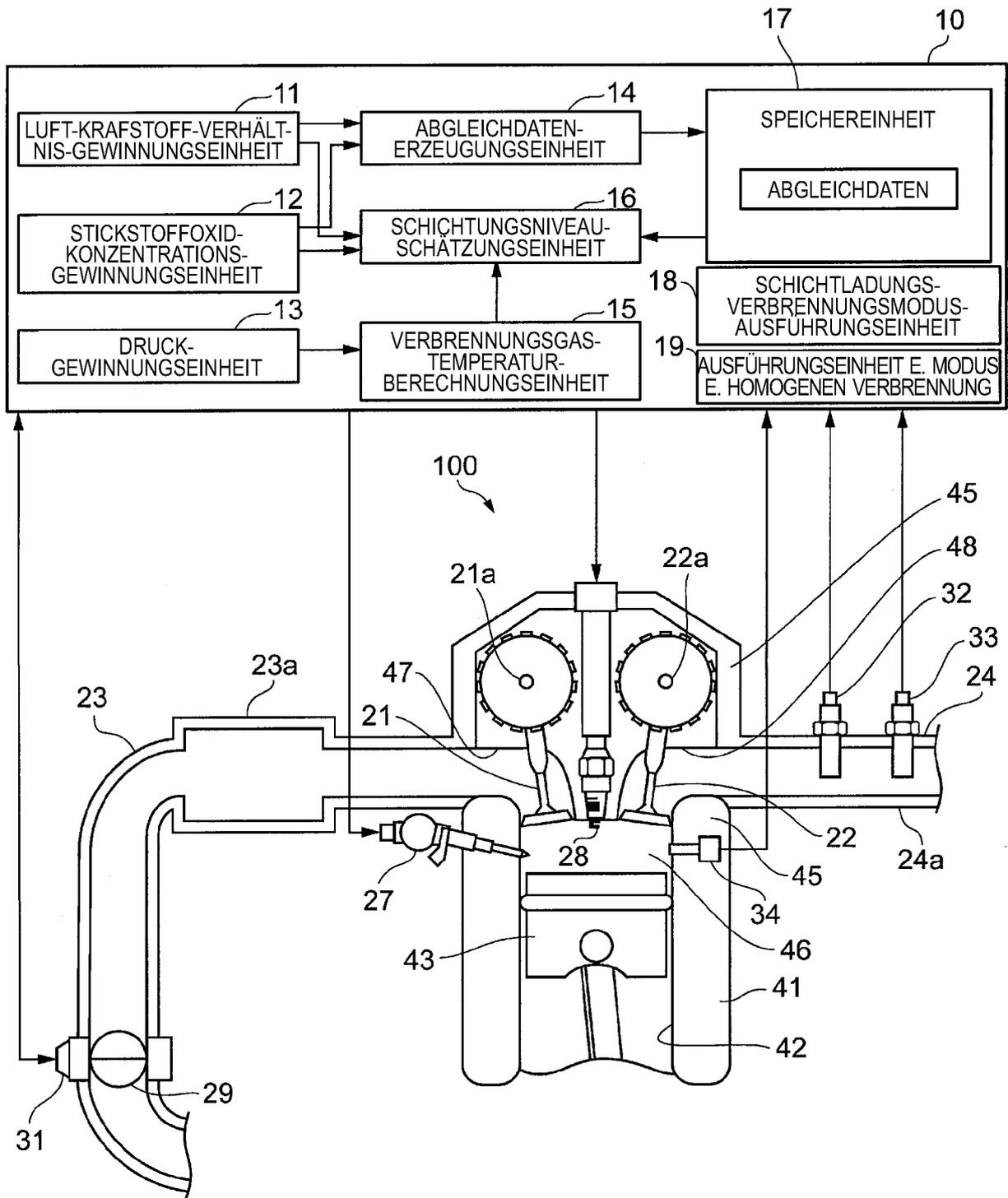
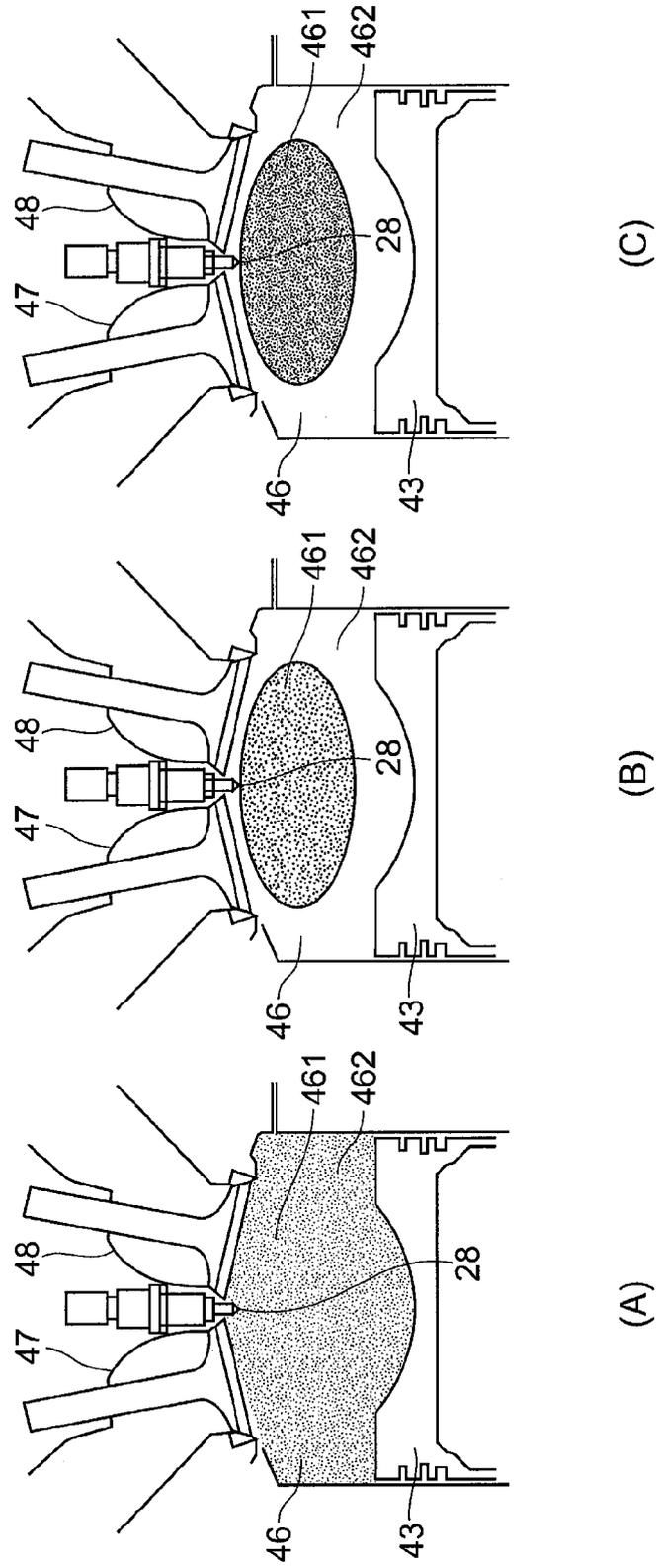


FIG. 2



(A)

(B)

(C)

FIG. 3

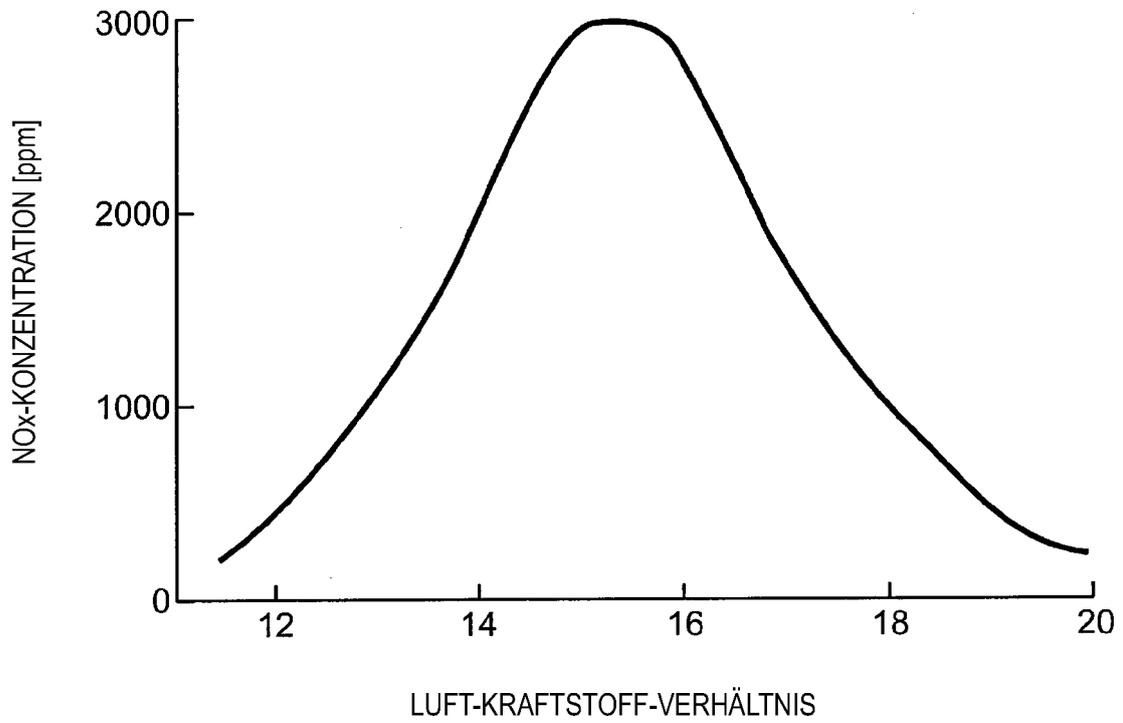


FIG. 4

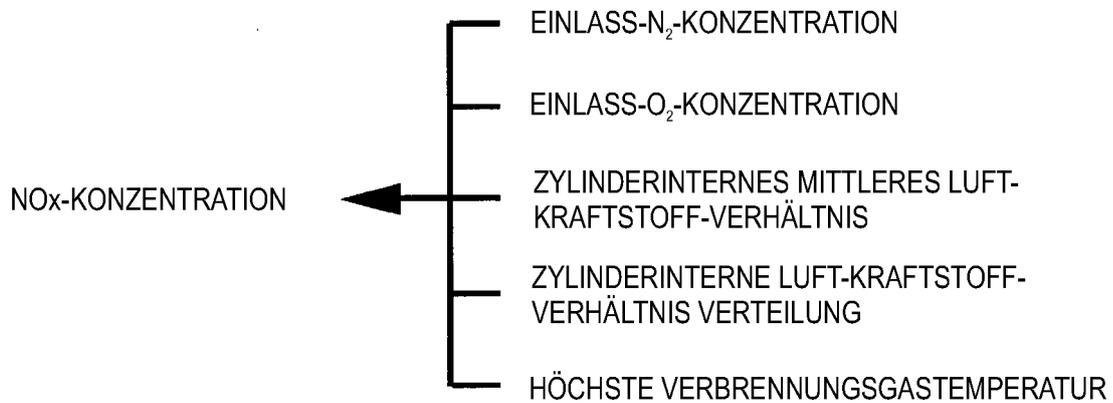


FIG. 5

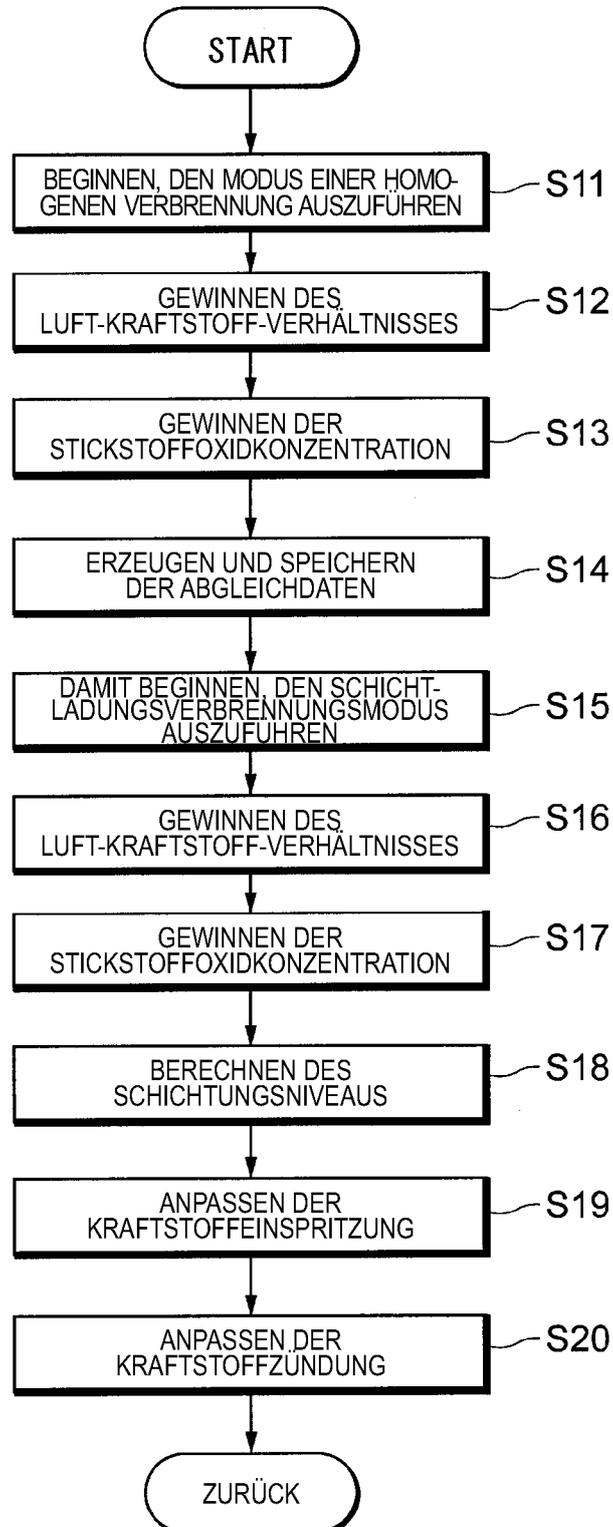


FIG. 6

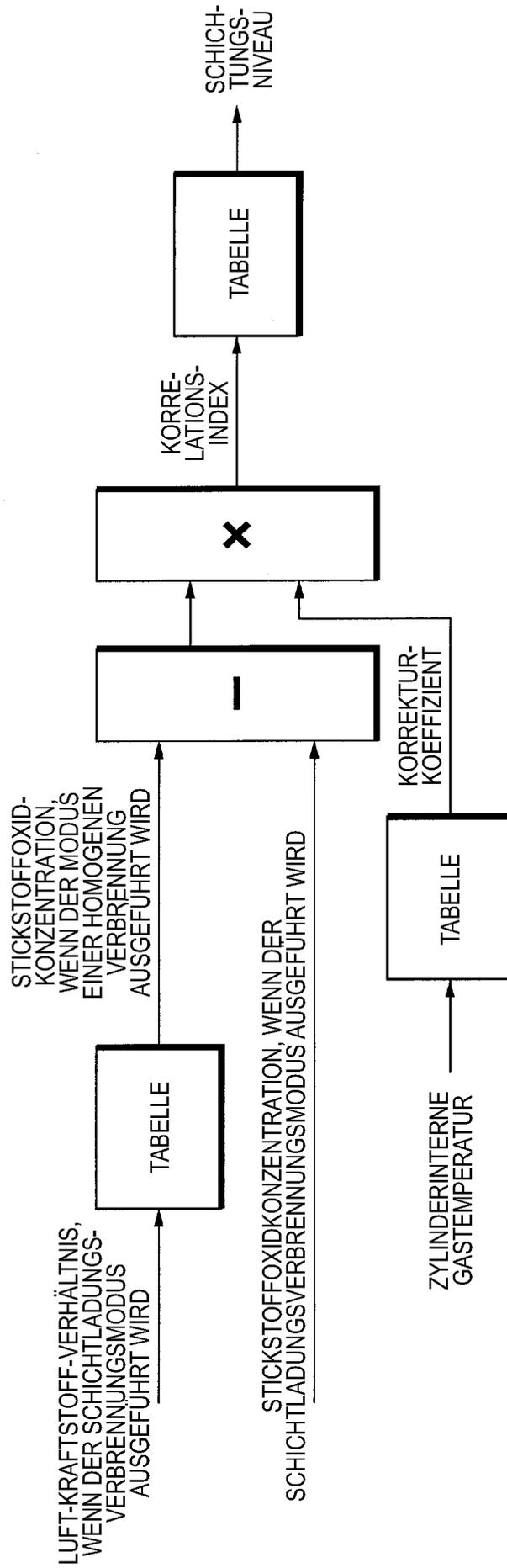


FIG. 7

