



(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2019/039481**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2018 004 733.4**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2018/030876**  
(86) PCT-Anmeldetag: **21.08.2018**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **28.02.2019**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **04.06.2020**

(51) Int Cl.: **F01N 3/08 (2006.01)**  
**B01D 53/94 (2006.01)**  
**C01B 13/11 (2006.01)**  
**F01N 3/18 (2006.01)**  
**F01N 11/00 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**2017-160333** 23.08.2017 JP

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

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

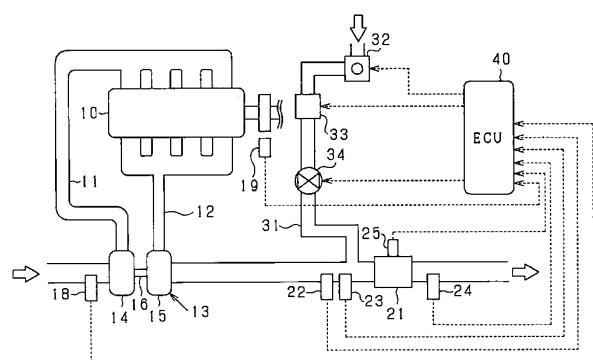
(72) Erfinder:  
**Majima, Yusuke, Kariya-city, Aichi-pref., JP;  
Higuchi, Kazuhiro, Kariya-city, Aichi-pref., JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Steuervorrichtung für ein Abgasreinigungssystem**

(57) Zusammenfassung: Ein NOx-Speicher-Reduktionskatalysator (21) ist in einem Abgaskanal eines Verbrennungsmotors (10) angebracht und reinigt NOx im Abgas. Eine Ozonversorgungseinrichtung (32, 33) liefert Ozon vor dem Katalysator im Abgaskanal. Ein NOx-Sensor (24) ist stromabwärts des Katalysators angeordnet und erfasst eine NOx-Menge im Abgas. Eine ECU (40) enthält eine NOx-Mengenerfassungseinheit, die eine vom NOx-Sensor erfasste NOx-Menge in einem Zustand erfassst, in dem der Verbrennungsmotor arbeitet und die Ozonversorgungseinrichtung das Ozon liefert. Die ECU enthält ferner eine Steuereinheit, die mindestens eine der folgenden Funktionen ausführt: Steuerung der Ozonzufuhrmenge durch die Ozonversorgungseinrichtung und Diagnose von Anomalien der Ozonversorgungseinrichtung auf der Grundlage der von der NOx-Mengenerfassungseinheit erfassten NOx-Menge.



**Beschreibung****QUERVERWEIS AUF EINE  
ÄHNLICHE ANMELDUNG**

**[0001]** Die vorliegende Anmeldung beansprucht die Priorität der japanischen Patentanmeldung Nr. 2017-160333, die am 23. August 2017 eingereicht wurde. Die vollständige Offenbarung aller oben genannten Anmeldungen ist hierin durch Verweis aufgenommen.

**Technisches Gebiet**

**[0002]** Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf eine Steuervorrichtung bzw. einen Controller für ein Abgasreinigungssystem, das einen NOx-Speicher-Reduktionskatalysator zur Reinigung von NOx (Stickoxiden) enthält.

**Stand der Technik**

**[0003]** Eine bekannte Technik zur Reinigung von NOx verwendet einen NOx-Speicher-Reduktionskatalysator in einem Abgasreinigungssystem eines Verbrennungsmotors. Der NOx-Speicher-Reduktionskatalysator weist eine Speichereffizienz für NO (Stickstoffmonoxid) auf, die sich von der Speichereffizienz für NO2 (Stickstoffdioxid) unterscheidet. Die Speichereffizienz von NO wird beispielsweise bei niedriger Temperatur vermindert. Daher wird eine Technik zur Zuführung von Ozon durch eine Ozonversorgungseinrichtung zu einem stromaufwärts des NOx-Speicher-Reduktionskatalysators in einem Abgaskanal des Verbrennungsmotors und zur Oxidation von NO im Abgas zu NO2 durch das Ozon beschrieben, beispielsweise in Patentliteratur 1.

**TECHNISCHE LITERATUR  
DES STANDS DER TECHNIK****PATENTLITERATUR**

**[0004]** Patentliteratur 1: JP 2016-79872 A

**KURZFASSUNG DER ERFINDUNG**

**[0005]** In einem Abgasreinigungssystem, das Ozon vor einem NOx-Speicher-Reduktionskatalysator zuführt, kann es vorkommen, dass der NOx-Speicher-Reduktions-Katalysator in einem Fall, in dem eine Ozonversorgungseinrichtung nicht die richtige Menge an Ozon liefert, nicht die gewünschte Leistung der NOx-Reinigung aufweist.

**[0006]** Aufgabe der vorliegenden Offenbarung ist die Bereitstellung einer Steuervorrichtung für ein Abgasreinigungssystem, das so konfiguriert ist, dass es Ozon geeignet zuführt und NOx geeignet reinigt.

**[0007]** Die Lösung für die oben beschriebenen Probleme und ihre betrieblichen Auswirkungen werden im Folgenden beschrieben.

**[0008]** Nach einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung ist eine Steuervorrichtung bzw. ein Controller auf ein Abgasreinigungssystem anwendbar. Das Abgasreinigungssystem umfasst einen NOx-Speicher-Reduktionskatalysator, der in einen Abgaskanal eines Verbrennungsmotors eingebaut und so konfiguriert ist, dass er NOx im Abgas reinigt, eine Ozonversorgungseinrichtung, die so konfiguriert ist, dass sie Ozon stromaufwärts des Katalysators im Abgaskanal zuführt, und einen NOx-Sensor, der stromabwärts des Katalysators vorgesehen und so konfiguriert ist, dass er eine NOx-Menge im Abgas erfasst. Die Steuervorrichtung für das Abgasreinigungssystem umfasst eine Einheit zur Erfassung der NOx-Menge und eine Steuereinheit. Die NOx-Mengenerfassungseinheit ist so konfiguriert, dass sie eine vom NOx-Sensor erfasste NOx-Menge in einem Zustand erfasst, in dem der Verbrennungsmotor arbeitet und die Ozonversorgungseinrichtung das Ozon liefert. Die Steuereinheit ist so konfiguriert, dass sie mindestens entweder eine Ozonzuhrmengensteuerung durch die Ozonversorgungseinrichtung oder eine Anomaliediagnose der Ozonversorgungseinrichtung auf der Grundlage eines Ergebnisses der von der NOx-Mengenerfassungseinheit erfassten NOx-Menge durchführt.

**[0009]** In der Abgasreinigungsanlage versorgt die Ozonversorgungseinrichtung den NOx-Speicher-Reduktionskatalysator im Abgaskanal des Verbrennungsmotors mit Ozon, wobei NO im Abgas zu NO2 oxidiert wird. Daher kann die NOx-Speicherkapazität des NOx-Speicher-Reduktionskatalysators erhöht werden. In diesem Fall wird die NOx-Speicherkapazität des NOx-Speicher-Reduktionskatalysators verringert, wenn eine Menge des von der Ozonversorgungseinrichtung zugeführten Ozons unbeabsichtigtweise verringert wird, und die Leistung einer NOx-Reinigung kann verringert werden.

**[0010]** In der oben beschriebenen Konfiguration wird jedoch in einem Zustand, in dem der Verbrennungsmotor arbeitet und die Ozonversorgungseinrichtung das Ozon liefert, die vom NOx-Sensor erfasste NOx-Menge erfasst. Auf der Grundlage der ermittelten NOx-Menge wird mindestens eine der Steuerung der Ozonzuhrmenge durch die Ozonversorgungseinrichtung und der Diagnose der Anomalie der Ozonversorgungseinrichtung durchgeführt. Dementsprechend kann die Steuerung der Ozonzuhrmenge oder die Diagnose von Anomalien angemessen durchgeführt werden, während eine Verringerung der tatsächlichen NOx-Reinigungseffizienz beobachtet wird. Dadurch kann das Ozon ordnungsgemäß zugeführt und es kann eine ordnungsgemäß NOx-Reinigung durchgeführt werden.

## Figurenliste

**[0011]** Die oben genannten und andere Objekte, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Offenbarung werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen ersichtlich. Die Figuren zeigen:

**Fig. 1** ist ein Diagramm, das ein Abgasreinigungssystem eines Motors zeigt.

**Fig. 2** ist ein Diagramm, das eine Beziehung zwischen dem Verhältnis von Ozon zu NO im Abgas und der Speichereffizienz zeigt.

**Fig. 3** ist ein Flussdiagramm, das einen Steuervorgang einer Ozonversorgung bzw. einer Ozonzufuhr zeigt.

**Fig. 4** ist eine Ansicht, die die Beziehungen zwischen verschiedenen Parametern und den geschätzten NOx-Mengen (NOx\_est) zeigt.

**Fig. 5** ist eine Ansicht, die die Beziehungen zwischen den Änderungen  $\Delta Y$  und den Korrekturbeträgen zeigt.

## BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0012]** Ausführungsformen werden im Folgenden mit Bezug auf Figuren beschrieben. Ein Abgasreinigungssystem, das die von einem Dieselmotor eines Fahrzeugs abgegebenen Abgase reinigt, fügt Ozon aus einer Ozonversorgungseinrichtung insbesondere vor einem Katalysator in der vorliegenden Ausführung hinzu. In den Ausführungsformen, die im Folgenden beschrieben werden, werden die gleichen Bezugszeichen für die gleichen Strukturen angegeben, und die Erklärungen für die Strukturen mit den gleichen Bezugszeichen werden in die Ausführungsformen eingearbeitet.

**[0013]** Der Motor **10** in **Fig. 1** ist ein Mehrzylinder-Dieselmotor und verwendet Leichtöl als Kraftstoff. Jeder der Zylinder des Dieselmotors ist mit einem Lufteinlassrohr **11** und einem Abgasrohr **12** verbunden. Der Motor **10** ist mit einem Kompressor **13** ausgestattet. Im Kompressor **13** sind ein am Lufteinlassrohr **11** angeordneter Ansaugverdichter **14**, eine am Abgasrohr **12** angeordnete Abgasturbine **15** und eine Drehwelle **16**, die den Ansaugverdichter **14** mit der Abgasturbine **15** verbindet, eingebaut. Wenn die Abgasturbine **15** durch das Abgas in Rotation versetzt wird, beginnt der Ansaugverdichter **14** in Verbindung mit der Rotation der Abgasturbine **15** zu rotieren, und die Ansaugluft wird aufgeladen. Ein Ladeluftkühler kann als Wärmetauscher am Lufteinlassrohr **11** stromabwärts des Ansaugverdichters **14** vorgesehen werden.

**[0014]** Ein Luftflusssensor **18** ist am Lufteinlassrohr **11** stromaufwärts des Ansaugverdichters **14** vorgesehen und so konfiguriert, dass er eine Luftmenge erkennt, die durch das Lufteinlassrohr **11** strömt. Ein

Drehzahlsensor **19** ist an einer Abtriebswelle des Motors **10** angebracht und so konfiguriert, dass er eine Motordrehzahl erkennt.

**[0015]** Ein NOx-Speicher-Reduktionskatalysator wird dem Abgasrohr **12** als eine NOx-Reinigungsanlage zur Reinigung von NOx im Abgas, das in einem im Abgasrohr **12** vorgesehenen Abgaskanal strömt, zur Verfügung gestellt. Der NOx-Speicher-Reduktionskatalysator wird im Folgenden als NOx-Katalysator **21** bezeichnet. Der NOx-Katalysator **21** ist bekanntlich so konfiguriert, dass er bei einer Magerverbrennung das im Abgas enthaltene NOx speichert und bei einer Fettverbrennung das gespeicherte NOx mit einer reduzierenden Komponente wie HC oder CO, die im Abgas enthalten ist, reduziert und entfernt. Beim NOx-Katalysator **21** beispielsweise wird ein Silber als Reduktionskatalysator auf Aluminiumoxid getragen, das auf eine Oberfläche eines Trägers aufgebracht ist.

**[0016]** Ein NOx-Sensor **22**, der so konfiguriert ist, dass er eine NOx-Menge im vom Motor **10** abgegebenen Abgas erfasst, und ein Abgastemperatursensor **23**, der so konfiguriert ist, dass er eine Abgastemperatur erfasst, sind im Abgasrohr **12** stromaufwärts des NOx-Katalysators **21** vorgesehen. Die Sensoren **22**, **23** befinden sich vor bzw. stromaufwärts zu einem Zuführrohr **31**, was im Folgenden beschrieben wird. Ein NOx-Sensor **24** ist stromabwärts des NOx-Katalysators **21** vorgesehen und so konfiguriert, dass er die NOx-Menge stromabwärts des Katalysators erfasst. Der NOx-Katalysator **21** enthält einen Katalysator-Temperatursensor **25**, der so konfiguriert ist, dass er eine Katalysatortemperatur erfasst. Die NOx-Sensoren **22**, **24** sind jeweils strombegrenzende Gassensoren, die z.B. mit einem Festelektrolyten konfiguriert sind. Der Einfachheit halber wird der NOx-Sensor **22** stromaufwärts des Katalysators auch als stromaufwärts gelegener NOx-Sensor **22** bezeichnet; und es wird der NOx-Sensor **24** stromabwärts des Katalysators im Folgenden als stromabwärts gelegener NOx-Sensor **24** bezeichnet. Der Katalysator-Temperatursensor **25** kann stromabwärts des NOx-Katalysators **21** vorgesehen werden.

**[0017]** In der Abgasreinigungsanlage in der vorliegenden Ausführungsform wird das Ozon dem Abgasrohr **12** vor dem NOx-Katalysator **21** zugeführt und oxidiert NO im Abgas zu NO2. Dadurch wird die NOx-Speicherkapazität des NOx-Katalysators **21** erhöht. Im Folgenden werden die Strukturen des Abgasreinigungssystems beschrieben.

**[0018]** Das Zuführrohr **31** ist mit dem Abgasrohr **12** vor dem NOx-Katalysator **21** verbunden. Eine Luftpumpe **32**, ein Ozongenerator **33**, ein Ein-Aus-Ventil **34** sind in dieser Reihenfolge von einem stromaufwärts gelegenen Zuführrohr **31** aus vorgesehen. Die Luftpumpe **32** ist zum Beispiel eine Motorpumpe, die

so konfiguriert ist, dass sie atmosphärische Luft, die von außen eingearmet wird, unter Druck setzt und die Luft zum Ozongenerator **33** schickt. Der Aufbau des Ozongenerators **33** ist allgemein bekannt, eine detaillierte Beschreibung mit Bezug auf eine Zeichnung entfällt. Kurz gesagt enthält der Ozongenerator **33** mehrere Elektroden in einem Behälter, in dem ein Strömungskanal gebildet wird. Das Ozon wird durch Anlegen einer Hochspannung zwischen den mehreren Elektroden erzeugt. Das Ein-Aus-Ventil **34** ist so angeordnet, dass es einen Rückstrom des Abgases aus dem Abgasrohr **12** verhindert. Das Ozon wird dem Abgasrohr **12** zugeführt, wenn das Ein-Aus-Ventil **34** geöffnet wird, und die Ozonzufuhr wird gestoppt, wenn das Ein/Aus-Ventil **34** geschlossen wird. Die Luftpumpe **32** und der Ozongenerator **33** entsprechen der Ozonversorgungseinrichtung.

**[0019]** Um das Ozon während des Betriebs des Motors in Richtung des Abgasrohrs **12** zu liefern, wird die Luftpumpe **32** angetrieben und das Ein-Aus-Ventil **34** in einem Zustand geöffnet, in dem der Ozongenerator **33** das Ozon durch Anlegen einer Spannung erzeugt. Dadurch strömt das Ozon mit Luft, die den Ozongenerator **33** in das Abgasrohr **12** passiert. Anschließend speichert der NOx-Katalysator **21** das NO und das NO<sub>2</sub> und führt eine Reduktion und Reinigung durch, während die Oxidation stromaufwärts des NOx-Katalysators **21** durchgeführt wird, um das NO<sub>2</sub> aus dem NO umzuwandeln.

**[0020]** Ein **ECU 40** ist ein bekanntes elektronisches Steuergerät bzw. ein Controller und umfasst hauptsächlich einen Mikrocomputer, der CPU, ROM, RAM und ähnliches. Die **ECU 40** ist so konfiguriert, dass sie die Steuerung bzw. Steuervorgänge einer Abgasreinigung entsprechend den oben beschriebenen Detektionssignalen der Sensoren durch die Ausführung von im ROM gespeicherten Steuerprogrammen durchführt. Die **ECU 40** ist so konfiguriert, dass sie eine Steuerung der Ozonzufuhrmenge durchführt, die eine von der Ozonversorgungseinrichtung gelieferte Ozonmenge in einer gewünschten Menge steuert. In diesem Fall steuert die **ECU 40** die Zustände der Luftpumpe **32**, des Ozongenerators **33** und des Ein-Aus-Ventils **34**, um beispielsweise eine vorgeschriebene Menge des Ozons in das Abgasrohr **12** zu liefern. Wenn z.B. während der Magerverbrennung in einem Zustand, in dem der Motor **10** arbeitet, die Ozonzufuhr angefordert wird, führt die **ECU 40** die Ozonzufuhr zum Abgasrohr **12** entsprechend der Anforderung durch.

**[0021]** Die Speichereffizienz des NOx-Katalysators **21** für das NO im NOx im Abgas unterscheidet sich von der Speichereffizienz für das NO<sub>2</sub> im NOx im Abgas. In einem Zustand mit relativ niedriger Temperatur wird die Speichereffizienz des NO extrem geringer. Daher wird das Ozon dem Abgasrohr **12** zugeführt, um NO bei der niedrigen Temperatur zu NO<sub>2</sub>

zu oxidieren. In einem Fall, in dem die Ozonmenge durch eine Verschlechterung der Leistung der Ozonversorgungseinrichtung nicht ausreicht, kann die Oxidation des NO zu NO<sub>2</sub> vor dem Katalysator jedoch unzureichend sein. In diesem Zustand ist das Verhältnis des NO im NOx erhöht, und die NOx-Speichereffizienz des NOx-Katalysators **21** kann verringert werden.

**[0022]** **Fig. 2** ist ein Diagramm, das eine Beziehung zwischen dem Verhältnis von Ozon zu NO im Abgas und einer Speichereffizienz zeigt. Wie in **Fig. 2** gezeigt, nimmt die Speichereffizienz des NOx-Katalysators **21** mit abnehmendem Verhältnis von Ozon zu NO im Abgas ab.

**[0023]** In einem Fall, in dem die Ozonversorgungseinrichtung aufgrund einer Störung bzw. Fehlfunktion oder ähnlichem das Ozon nicht in angemessener Menge liefert, kann es vorkommen, dass der NOx-Katalysator **21** nicht die gewünschte Leistung der NOx-Reinigung aufweist. Daher wird in der vorliegenden Ausführung in einem Zustand, in dem der Motor **10** arbeitet und in dem die Ozonversorgungseinrichtung das Ozon liefert, die Ozonversorgungseinrichtung eine vom stromabwärtigen NOx-Sensor **24** erfasste NOx-Menge (NOx\_sens) erfassen. Anschließend führt die Ozonversorgungseinrichtung auf der Grundlage der ermittelten NOx-Menge (NOx\_sens) die Steuerung der Ozonzufuhrmenge und eine Anomaliediagnose des Ozon-Zufuhrgerätes durch.

**[0024]** In diesem Fall berechnet die **ECU 40** eine Menge des NOx, die stromabwärts des NOx-Katalysators **21** als geschätzte NOx-Menge (NOx\_est) auf der Grundlage von Abgasinformationen über das aus dem Motor ausgestoßene Abgas **10** und auf der Grundlage von Katalysatorinformationen über den NOx-Katalysator **21** abgegeben wird. Anschließend wird die von der stromabwärtigen NOx-Sonde **24** erfasste NOx-Menge (NOx\_sens) mit der geschätzten NOx-Menge (NOx\_est) verglichen. Basierend auf dem Ergebnis des Vergleichs werden die Steuerung der Ozonzufuhrmenge durch die Ozonversorgungseinrichtung und die Diagnose von Anomalien des Ozon-Zufuhrgerätes durchgeführt.

**[0025]** **Fig. 3** ist ein Flussdiagramm, das einen Steuervorgang einer Ozonzufuhr zeigt, und deren Verarbeitung wird von der **ECU 40** in einem vorgeschriebenen Zyklus durchgeführt.

**[0026]** In **Fig. 3** wird im Schritt **S11** festgestellt, ob sich ein Betriebszustand des Motors **10** im Betriebszustand in einem stabilen Zustand, aber nicht in einem Übergangszustand befindet. In diesem Fall kann festgestellt werden, dass der Betriebszustand des Motors in einem Fall stabil ist, in dem die Drehzahl des Motors nicht größer als ein vorbestimmter Wert ist und eine Laständerung nicht größer als ein vor-

bestimmter Wert innerhalb einer vorbestimmten Periode ist. Die Stabilität des Betriebszustands des Fahrzeugs kann auf der Grundlage eines Betrags der Betätigung des Gaspedals oder ähnlichem bestimmt werden. Wenn in Schritt **S11** eine negative Bestimmung durchgeführt wird, geht die Verarbeitung zu Schritt **S12** über. Wenn andererseits in Schritt **S11** eine positive Feststellung getroffen wird, geht die Verarbeitung in Schritt **S13** über.

**[0027]** In Schritt **S12** wird der Betrieb der Luftpumpe **32** oder des Ozongenerators **33** mit einem vorbestimmten Steuerbefehlswert gestartet, um eine vorbestimmte Menge des Ozons in das Abgasrohr **12** zu liefern. Wenn in Schritt **S11** eine negative Bestimmung vorgenommen wird, wird die Diagnose der Anomalie der Ozonversorgungseinrichtung nicht durchgeführt.

**[0028]** In Schritt **S13** werden Informationen über die Ozonmenge erfasst, die die Menge des vom Ozongenerator **33** in das Abgasrohr **12** durch das Zuführrohr **31** gelieferten Ozons angeben. An diesem Punkt kann die Ozonmenge anhand einer an die Elektrode des Ozongenerators **33** angelegten Spannung oder eines Stromverbrauchs abgeschätzt werden. Zusätzlich kann die Ozonmenge unter Berücksichtigung eines von der Luftpumpe **32** ausgeblasenen Luftvolumens berechnet werden.

**[0029]** In Schritt **S14** werden Abgasinformationen über die vom Motor **10** abgegebenen Abgase erfasst. Die Abgasinformationen umfassen einen Abgasparameter, wie z.B. eine NOx-Abgasmenge, die eine vom Motor **10** abgegebene NOx-Menge, einen Durchsatz des Abgases oder eine Temperatur des Abgases oder ähnlichem angibt. Die NOx-Abgasmenge wird aus einem Detektionssignal des vorgeschalteten NOx-Sensors **22** berechnet. Die Durchflussmenge bzw. Flussrate des Abgases wird aus einem Detektionssignal des Luftflusssensors **18** berechnet. Die Temperatur des Abgases wird aus einem Detektionssignal des Abgastemperatursensors **23** berechnet. Die NOx-Abgasmenge, der Abgasdurchsatz oder die Temperatur des Abgases können durch Verwendung eines vorgegebenen Schätzmodells, eines vorgegebenen Ausdrucks oder ähnlichem auf der Grundlage der Motordrehzahl oder einer Motorlast geschätzt werden.

**[0030]** In Schritt **S15** werden die Katalysatorinformationen über den NOx-Katalysator **21** erfasst. Die Katalysatorinformationen umfassen einen Katalysatorparameter wie z.B. eine Temperatur des NOx-Katalysators **21** oder eine NOx-Speichermenge, die eine bereits im NOx-Katalysator **21** oder ähnlichem gespeicherte NOx-Menge angibt. Die Katalysatortemperatur wird aus dem Detektionssignal des Katalysator-Temperatursensors **25** berechnet. Die NOx-Speichermenge wird durch Schätzung aus einer Betriebs-

geschichte des Motors **10** oder ähnlichem berechnet. Die NOx-Speichermenge kann zum Beispiel auf der Grundlage einer Anzahl von Kraftstoffeinspritzungen oder einer Menge der Kraftstoffreduzierung nach der Fettverbrennung geschätzt werden.

**[0031]** Anschließend wird in Schritt **S16** die Menge des NOx, die stromabwärts des NOx-Katalysators **21** abgegeben wird, als geschätzte NOx-Menge (NOx\_est) auf der Grundlage der Informationen über die Ozonmenge, der Abgasinformationen und der Katalysatorinformationen berechnet, die in den oben beschriebenen Schritten **S13** bis **S15** erfasst werden. Hier wird im Folgenden eine Beziehung zwischen jedem Parameter in den Ozonmengeninformationen, den Abgasinformationen und den Katalysatorinformationen und der geschätzten NOx-Menge (NOx\_est) beschrieben.

**[0032]** In **Fig. 4** zeigt (a) eine Beziehung zwischen der Ozonmenge als Information über die Ozonmenge und der geschätzten NOx-Menge (NOx\_est). Die **ECU 40** berechnen einen größeren Wert als die geschätzte NOx-Menge (NOx\_est), wenn die Ozonmenge kleiner wird.

**[0033]** In **Fig. 4** zeigt (b) eine Beziehung zwischen der NOx-Abgasmenge als Abgasinformation und der geschätzten NOx-Menge (NOx\_est). Die **ECU 40** berechnet einen größeren Wert als die geschätzte NOx-Menge (NOx\_est), wenn die NOx-Abgasmenge größer wird.

**[0034]** In **Fig. 4** zeigt (c) eine Beziehung zwischen dem Durchsatz des Abgases als Abgasinformation und der geschätzten NOx-Menge (NOx\_est). Die **ECU 40** berechnet einen größeren Wert als die geschätzte NOx-Menge (NOx\_est), wenn die Durchflussmenge des Abgases größer wird. Als Abgasinformation kann anstelle des Abgasdurchsatzes ein Abgasdruck verwendet werden. In diesem Fall berechnet die **ECU 40** einen größeren Wert als die geschätzte NOx-Menge (NOx\_est), wenn der Abgasdruck größer wird.

**[0035]** In **Fig. 4** zeigt (d) eine Beziehung zwischen der Temperatur des Abgases als Abgasinformation und der geschätzten NOx-Menge (NOx\_est). Die **ECU 40** berechnet einen größeren Wert als die geschätzte NOx-Menge (NOx\_est), wenn die Temperatur des Abgases niedriger wird.

**[0036]** In **Fig. 4** zeigt (e) eine Beziehung zwischen der Katalysatortemperatur als Katalysatorinformation und der geschätzten NOx-Menge (NOx\_est). Die **ECU 40** berechnet einen größeren Wert als die geschätzte NOx-Menge (NOx\_est), wenn die Katalysatortemperatur niedriger wird. Die Beziehung zwischen der Katalysatortemperatur und der geschätzten NOx-Menge (NOx est) hängt von der Ozonmenge ab, und

es kann eine Beziehung unter Berücksichtigung der Ozonmenge definiert werden. In diesem Fall kann, wie die gestrichelten Linien in (e) in **Fig. 4** zeigen, mit abnehmender Ozonmenge die geschätzte NOx-Menge (NOx\_est) erhöht werden, und ein negativer Gradient der geschätzten NOx-Menge (NOx\_est) zur Katalysatortemperatur kann erhöht werden.

**[0037]** (f) in **Fig. 4** zeigt eine Beziehung zwischen der NOx-Speichermenge als Katalysatorinformation und der geschätzten NOx-Menge (NOx\_est). Die **ECU 40** berechnet einen größeren Wert als die geschätzte NOx-Menge (NOx\_est), wenn die NOx-Speichermenge größer wird.

**[0038]** Die in **Fig. 4** unter (a) bis (f) gezeigten Beziehungen können als Karten oder Formeln im Voraus festgelegt werden. Darüber hinaus können die Werte der Parameter in die Karte oder die Formel zur Berechnung der geschätzten NOx-Menge (NOx est) eingesetzt werden.

**[0039]** Die geschätzte NOx-Menge (NOx\_est) kann mit einem oder zwei der Abgas-NOx-Menge, dem Abgasdurchsatz und der Abgastemperatur als Abgasinformation berechnet werden. Außerdem kann die geschätzte NOx-Menge (NOx est) mit einer der beiden Informationen Katalysatortemperatur und NOx-Speichermenge als Katalysatorinformation berechnet werden. Außerdem kann die geschätzte NOx-Menge (NOx\_est) mit einer oder zwei der Informationen über die Ozonmenge, die Abgasinformation und die Katalysatorinformation berechnet werden.

**[0040]** Anschließend wird in Schritt **S17** die vom stromabwärtigen NOx-Sensor **24** erfasste NOx-Menge (NOx\_sens) erfasst. Die ermittelte NOx-Menge (NOx\_sens) entspricht einer tatsächlichen NOx-Menge stromabwärts des NOx-Katalysators **21**.

**[0041]** In Schritt **S18** wird festgestellt, ob eine Differenz **ΔY** größer als ein vorgegebener Schwellenwert **TH** ist. Die Differenz **ΔY** wird durch Subtraktion der geschätzten NOx-Menge (NOx\_est) von der ermittelten NOx-Menge (NOx\_sens) erhalten und wie folgt definiert.

$$\Delta Y = \text{Nox\_sens} - \text{Nox\_est}$$

**[0042]** An diesem Punkt, in Schritt **S18**, wird bestimmt, ob die NOx-Menge stromabwärts zu dem Katalysator im Verhältnis zu einer Ozonmenge (primäre Ozonmenge), um die die Ozonversorgungseinrichtung Ozon liefern soll, groß ist oder nicht. Der Schwellenwert **TH** kann auf der Grundlage einer zulässigen NOx-Menge am stromabwärtigen Ende des NOx-Katalysators **21** bestimmt werden, d.h. auf der Grundlage einer zulässigen Leckagemenge von NOx, die auf der Grundlage von Umweltnormen oder ähnlichem bestimmt wird.

**[0043]** Im Fall von  $\Delta Y \leq TH$  geht die Verarbeitung in Schritt **S19** über, und es wird eine Rückkopplungssteuerung der Ozonzufuhrmenge auf der Grundlage der Differenz **ΔY** durchgeführt. In diesem Fall wird ein Korrekturbetrag, der zur Ozonzufuhrmenge (Zufuhrbefehl) addiert wird, erhöht und entsprechend der Differenz **ΔY** korrigiert, und die Ozonzufuhrmenge wird um die Korrekturmenge aktualisiert. Genauer gesagt, wie in (a) in **Fig. 5** gezeigt, wird der Korrekturbetrag auf einen größeren Wert gesetzt, wenn die Differenz **ΔY** in einem Bereich von 0 bis zum Schwellenwert **TH** größer wird, d.h. wenn die ermittelte NOx-Menge (NOx\_sens) in Bezug auf die geschätzte NOx-Menge (NOx est) größer wird. Im Fall von  $\Delta Y \leq 0$  kann der Korrekturbetrag **0** betragen. Eine aktualisierte Ozonzufuhrmenge wird durch Addition des Korrekturbetrags zur Ozonzufuhrmenge an diesem Punkt berechnet.

**[0044]** Der Korrekturbetrag kann variabel entsprechend der Differenz **ΔY** eingestellt werden, oder es kann ein konstanter Korrekturbetrag hinzugefügt werden. Darüber hinaus kann der Korrekturbetrag unter Verwendung einer in (b) in **Fig. 5** dargestellten Beziehung festgelegt werden. Gemäß (b) in **Fig. 5** wird, wenn die Differenz **ΔY** eine positive Zahl ist, d.h. im Falle von  $\text{NOx\_sens} > \text{NOx\_est}$ , die Ozonzufuhrmenge korrigiert und um einen positiven Korrekturbetrag erhöht. Wenn die Differenz **ΔY** eine negative Zahl ist, d.h. im Fall von  $\text{NOx\_sens} < \text{NOx\_est}$ , wird die Ozonzufuhrmenge korrigiert und um einen negativen Korrekturbetrag verringert.

**[0045]** Im nachfolgenden Schritt **S20** wird eine Verarbeitung der oberen Grenzwertschutzmassnahmen auf die aktualisierte Ozonzufuhrmenge durchgeführt. Genauer gesagt wird festgestellt, ob die aktualisierte Ozonzufuhrmenge einen vorgegebenen oberen Grenzwert erreicht oder nicht. In einem Fall, in dem die aktualisierte Ozonzufuhrmenge den oberen Grenzwert erreicht, wird die Ozonzufuhrmenge auf den oberen Grenzwert begrenzt. Daher ist die Ozonzufuhrmenge in einem Bereich bis zum oberen Grenzwert begrenzt und wird von der Rückkopplungsregelung entsprechend der Differenz **ΔY** zu jedem Zeitpunkt geregelt.

**[0046]** In einem Fall, in dem die Ozonzufuhrmenge erhöht wird, kann z.B. eine angelegte Spannung erhöht werden, um eine Erzeugungsmenge des Ozons durch den Ozongenerator **33** zu erhöhen. Zusätzlich kann das von der Luftpumpe **32** geblasene Luftvolumen erhöht werden. Im Fall von  $\Delta Y < TH$  wird festgestellt, dass sich die Ozonversorgungseinrichtung in einem normalen Zustand befindet.

**[0047]** In einem Fall von  $\Delta Y \geq TH$  geht die Verarbeitung in Schritt **S21** über, und die **ECU 40** stellt fest, dass eine Anomalie in der Ozonversorgungseinrichtung verursacht wird. Im nachfolgenden Schritt **S22**

wird eine Warnung durch eine Störungswarnlampe oder einen Signalton durchgeführt, um darauf hinzuweisen, dass sich die Ozonversorgungseinrichtung in einem anormalen Zustand befindet. Außerdem wird die Ozonzufuhr durch die Ozonversorgungseinrichtung gestoppt.

**[0048]** In der vorliegenden, oben beschriebenen Ausführungsform werden die unten beschriebenen signifikanten Effekte erzielt.

**[0049]** In einem Zustand, in dem der Motor **10** arbeitet und die Ozonversorgungseinrichtung das Ozon liefert, erfasst die **ECU 40** die vom stromabwärtigen NOx-Sensor **24** erfasste NOx-Menge (NOx\_sens) und führt die Steuerung der Ozonzufuhrmenge und die Diagnose von Anomalien auf der Grundlage der erfassten NOx-Menge (NOx\_sens) durch. Dementsprechend kann die Steuerung der Ozonzufuhrmenge oder die Diagnose von Anomalien angemessen durchgeführt werden, während eine Verringerung der tatsächlichen NOx-Reinigungseffizienz beobachtet wird. Dadurch kann das Ozon ordnungsgemäß zugeführt und es kann eine ordnungsgemäß NOx-Reinigung durchgeführt werden.

**[0050]** In einem Fall, in dem eine Anomalie in der Ozonversorgungseinrichtung verursacht wird und eine gewünschte Leistung der NOx-Reinigung nicht erreicht werden kann, kann eine geeignete Maßnahme durch die Warnung oder durch das Anhalten der Ozonzufuhr durchgeführt werden.

**[0051]** Basierend auf den Abgasinformationen des Motors **10** und den Katalysatorinformationen über den NOx-Katalysator **21** wird die NOx-Menge am stromabwärtigen Ende des Katalysators als geschätzte NOx-Menge (NOx\_est) berechnet. Anschließend werden auf der Grundlage eines Vergleichsergebnisses zwischen der geschätzten NOx-Menge (NOx\_est) und der durch den stromabwärts zu dem NOx-Sensor **24** ermittelten NOx-Menge (NOx\_sens) die Steuerung der Ozonzufuhrmenge und die Diagnose der Anomalie des Ozonkontrollgeräts durchgeführt. Daher können die Steuerung der Ozonzufuhrmenge und die Diagnose von Anomalien angemessen durchgeführt werden, selbst wenn ein Zustand des Abgases und/oder ein Zustand des NOx-Katalysators **21** entsprechend dem Betriebszustand des Motors oder ähnlichem geändert wird.

**[0052]** Die **ECU 40** ist so konfiguriert, dass es die geschätzte NOx-Menge (NOx\_est) auf der Grundlage der NOx-Abgasmenge, des Abgassdurchsatzes und der Temperatur des aus dem Motor **10** abgegebenen Abgases berechnet, und Probleme wie eine Verschlechterung der Genauigkeit der Ozonzufuhrmenegenregelung oder der Diagnose von Anomalien aufgrund einer Änderung der einzelnen Parameter eingeschränkt werden.

**[0053]** Die geschätzte NOx-Menge (NOx est) wird auf der Grundlage der Temperatur des NOx-Katalysators **21** und der NOx-Speichermenge des NOx-Katalysators **21** berechnet. Daher können Fragen wie die Verschlechterung der Genauigkeit der Ozonzufuhrmengensteuerung oder der Diagnose von Anomalien aufgrund der Änderung der einzelnen Parameter eingeschränkt werden.

**[0054]** Die **ECU 40** ist so konfiguriert, dass sie die Menge des dem Abgasrohr **12** zugeführten Ozons erfasst und die geschätzte NOx-Menge (NOx est) auf der Grundlage der Ozonmenge berechnet. Daher können Fragen wie die Verschlechterung der Genauigkeit der Steuerung der Ozonzufuhrmenge oder der Diagnose von Anomalien aufgrund der Änderung der Ozonmenge eingeschränkt werden.

**[0055]** In einem Fall, in dem die Differenz **ΔY** zwischen der ermittelten NOx-Menge (NOx\_sens) und der geschätzten NOx-Menge (NOx\_est) kleiner als der Schwellenwert **TH** ist, wird die Steuerung der Ozonzufuhrmenge auf der Grundlage der Differenz **ΔY** durchgeführt. In einem Fall, in dem die Differenz **ΔY** größer als der Schwellenwert **TH** ist, wird die Diagnose der Anomalie der Ozonversorgungseinrichtung durchgeführt. Daher können an der Ozonversorgungseinrichtung die Steuerung der Ozonzufuhrmenge und die Diagnose von Anomalien je nach Bedarf angemessen durchgeführt werden. In diesem Fall, bevor die **ECU 40** feststellt, dass die Ozonversorgungseinrichtung anormal ist, ermöglicht die Steuerung der Ozonzufuhrmenge eine stabile Reinigungsleistung am NOx-Katalysator **21** zu erreichen.

**[0056]** Die Ozonzufuhrmenge wird auf der Grundlage der ermittelten NOx-Menge (NOx\_sens) in einem Bereich der Ozonzufuhrmenge bis zu einem vorbestimmten oberen Grenzwert gesteuert, und die Diagnose von Anomalien der Ozonversorgungseinrichtung wird in einem Fall durchgeführt, in dem die Ozonzufuhrmenge den oberen Grenzwert darstellt. In diesem Fall wird die maximale Ozonzufuhr in einem Regelbereich durchgeführt, in dem das Ozon zugeführt werden kann, und die Diagnose von Anomalien der Ozonversorgungseinrichtung wird in einem Zustand durchgeführt, in dem die maximale Ozonzufuhr erfolgt. Daher kann die Diagnose der Anomalie korrekt durchgeführt werden, während das Ozon so gut wie möglich zugeführt wird.

**[0057]** In einem Fall, in dem sich der Betriebszustand des Motors **10** im stabilen Zustand, aber nicht im Übergangszustand befindet, werden die Steuerung der Ozonzufuhrmenge und die Diagnose von Anomalien durchgeführt. Daher kann die Regelgenauigkeit der Steuerung der Ozonzufuhrmenge verbessert werden. Darüber hinaus kann eine Fehldiagnose der Anomaliediagnose unterdrückt und die Genauigkeit der Diagnose erhöht werden.

(Andere Ausführungsformen)

**[0058]** Die oben beschriebenen Ausführungsformen können beispielsweise wie nachstehend beschrieben geändert werden.

**[0059]** In der obigen Ausführungsform führt der **ECU 40** die Steuerung der Ozonzufuhrmenge und die Diagnose der Anomalien durch. Die **40 ECU** dürfen jedoch nur eine davon ausführen. Zum Beispiel kann der **ECU 40** die Steuerung der Ozonzufuhrmenge auf der Grundlage der Differenz **ΔY** zwischen der ermittelten NOx-Menge (NOx\_sens) und der geschätzten NOx-Menge (NOx\_est) durchführen. Alternativ kann die **ECU 40** die Diagnose von Anomalien der Ozonversorgungseinrichtung auf der Grundlage der Differenz **ΔY** zwischen der ermittelten NOx-Menge (NOx\_sens) und der geschätzten NOx-Menge (NOx\_est) durchführen.

**[0060]** In der obigen Ausführungsform werden die Steuerung der Ozonzufuhrmenge und die Diagnose von Anomalien auf der Grundlage der Differenz **ΔY** zwischen der ermittelten NOx-Menge (NOx\_sens) und der geschätzten NOx-Menge (NOx\_est) durchgeführt. Die Steuerung der Ozonzufuhrmenge und die Diagnose von Anomalien kann jedoch nur auf der Grundlage der ermittelten NOx-Menge (NOx\_sens) aus der ermittelten NOx-Menge (NOx\_sens) und der geschätzten NOx-Menge (NOx\_est) durchgeführt werden. In diesem Fall ist die Ozonversorgungseinrichtung so konfiguriert, dass sie das Ozon in einer konstanten Menge liefert. Darüber hinaus legt die **ECU 40** die Ozonzufuhrmenge auf der Grundlage der ermittelten NOx-Menge (NOx\_sens) fest, und zwar wird die Ozonzufuhrmenge größer, wenn die ermittelte NOx-Menge (NOx\_sens) größer wird. Wenn die festgestellte NOx-Menge (NOx\_sens) größer als ein vorgegebener Wert ist, erkennt die **ECU 40**, dass die Anomalie der Ozonversorgungseinrichtung verursacht wird.

**[0061]** Das Abgasreinigungssystem ist nicht auf das in **Fig. 1** gezeigte System beschränkt und kann eine Oxidkatalyse vor dem NOx-Katalysator **21** oder einen **DPF** oder einen **DPF** mit einem Katalysator stromabwärts zu dem NOx-Katalysator **21** umfassen.

**[0062]** Das Abgasreinigungssystem in den oben beschriebenen Ausführungsformen kann nicht nur auf den Dieselmotor, sondern auch auf einen anderen Motortyp, z.B. einen Benzinmotor, angewendet werden. Das Abgasreinigungssystem kann auch bei einem Motor, der nicht für ein Fahrzeug bestimmt ist, angewendet werden.

**[0063]** Die vorliegende Offenbarung wurde entsprechend den vorliegenden Ausführungsformen beschrieben. Die gegenwärtige Offenbarung ist jedoch nicht durch die Ausführungsformen oder die Struk-

tur begrenzt. Die vorliegende Offenbarung umfasst verschiedene Variationen und Modifikationen innerhalb der Äquivalente. Die vorliegende Offenbarung umfasst auch verschiedene Kombinationen und Ausführungsformen und umfasst darüber hinaus ein oder mehrere oder weniger Elemente und deren Kombinationen.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

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

**Zitierte Patentliteratur**

- JP 2017160333 [0001]
- JP 2016079872 A [0004]

## Patentansprüche

1. Steuervorrichtung, die auf ein Abgasreinigungssystem anwendbar ist, das einen NOx-Speicher-Reduktionskatalysator (21), der in einem Abgaskanal eines Verbrennungsmotors (10) ausgestattet und so konfiguriert ist, dass er NOx im Abgas reinigt, eine Ozonversorgungseinrichtung (32, 33), die so konfiguriert ist, dass sie Ozon stromaufwärts des Katalysators im Abgaskanal zuführt, und einen NOx-Sensor (24) umfasst, der stromabwärts des Katalysators vorgesehen und so konfiguriert ist, dass er eine NOx-Menge im Abgas erfasst, wobei die Steuervorrichtung für das Abgasreinigungssystem umfasst:
  - eine NOx-Mengenerfassungseinheit, die so konfiguriert ist, dass sie eine erfasste NOx-Menge erfasst, die vom NOx-Sensor in einem Zustand erfasst wird, in dem der Verbrennungsmotor arbeitet und in dem die Ozonversorgungseinrichtung das Ozon liefert; und
  - eine Steuereinheit, die so konfiguriert ist, dass sie eine Ozonzufuhrmengen-Steuerung durch die Ozonversorgungseinrichtung und/oder eine Diagnose von Anomalien der Ozonversorgungseinrichtung auf der Grundlage der von der NOx-Mengenerfassungseinheit erfassten NOx-Menge durchführt.
2. Steuervorrichtung für das Abgasreinigungssystem nach Anspruch 1, bestehend aus einer Berechnungseinheit, die so konfiguriert ist, dass sie eine NOx-Menge, die stromabwärts des Katalysators als geschätzte NOx-Menge auf der Grundlage von Abgasinformationen über das von dem Verbrennungsmotor ausgestoßene Abgas und/oder Katalysatorinformationen über den Katalysator berechnet, wobei die Steuereinheit so konfiguriert ist, dass sie einen Vergleich der von der NOx-Mengenerfassungseinheit erfassten NOx-Menge mit der von der Berechnungseinheit berechneten geschätzten NOx-Menge durchführt und mindestens eine der folgenden Funktionen ausführt: Steuerung der Ozonzufuhrmenge durch die Ozonversorgungseinrichtung und Diagnose der Anomalie der Ozonversorgungseinrichtung auf der Grundlage eines Ergebnisses des Vergleichs.
3. Steuervorrichtung für das Abgasreinigungssystem nach Anspruch 2, wobei die Berechnungseinheit so konfiguriert ist, dass sie einen Abgasparameter, der mindestens einer der folgenden Parameter ist: eine vom Verbrennungsmotor ausgestoßene NOx-Menge, eine Durchflussrate des Abgases und eine Temperatur des Abgases, als Abgasinformation verwendet und die geschätzte NOx-Menge auf der Grundlage des Abgasparameters berechnet.

4. Steuervorrichtung für das Abgasreinigungssystem nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Berechnungseinheit so konfiguriert ist, dass sie einen Katalysatorparameter, bei dem es sich mindestens um eine Temperatur des Katalysators oder eine NOx-Spe-

chermenge handelt, die eine im Katalysator gespeicherte NOx-Menge angibt, als Katalysatorinformation verwendet und die geschätzte NOx-Menge auf der Grundlage des Katalysatorparameters berechnet.

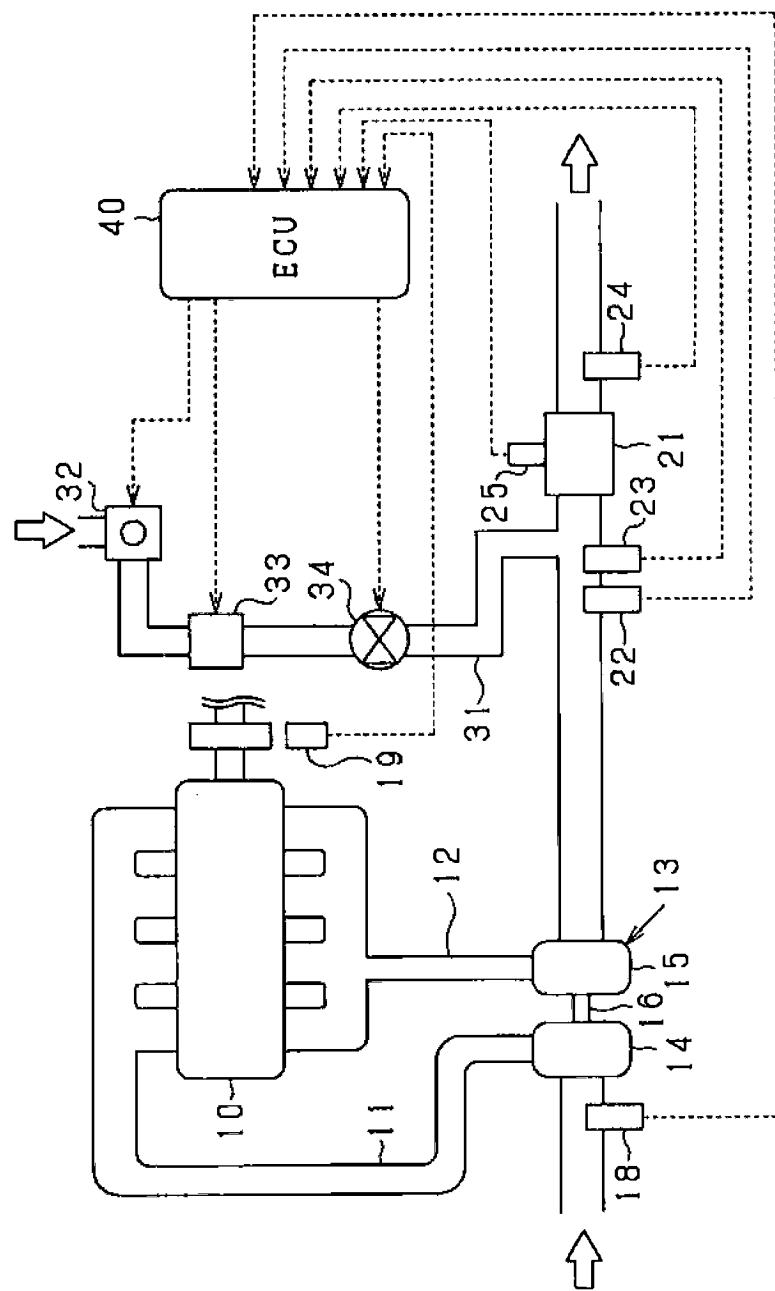
5. Steuervorrichtung für das Abgasreinigungssystem nach einem der Ansprüche 2 bis 4, bestehend aus einer Ozonmengen-Erfassungseinheit, die so konfiguriert ist, dass sie eine Menge des Ozons erfasst, die dem Abgaskanal durch die Ozonversorgungseinrichtung zugeführt wird, wobei die Berechnungseinheit so konfiguriert ist, dass sie die geschätzte NOx-Menge auf der Grundlage von mindestens einer der Abgasinformationen und der Katalysatorinformationen und auf der Grundlage der von der Ozonmengen-Erfassungseinheit erfassten Ozonmenge berechnet.
6. Steuervorrichtung für das Abgasreinigungssystem nach einem der Ansprüche 2 bis 5, wobei die Steuereinheit so konfiguriert ist, dass sie die Steuerung der Ozonzufuhrmenge durch die Ozonversorgungseinrichtung außerhalb der Steuerung der Ozonzufuhrmenge durch die Ozonversorgungseinrichtung und die Diagnose von Anomalien der Ozonversorgungseinrichtung durchführt, wenn ein Differenzwert, der durch eine Subtraktion der geschätzten NOx-Menge, die von der Berechnungseinheit berechnet wird, von der erfassten NOx-Menge, die von der NOx-Mengenerfassungseinheit erfasst wird, erhalten wird, kleiner als ein vorbestimmter Wert ist, und die Steuereinheit so konfiguriert ist, dass sie die Anomaliediagnose aus der Ozonzufuhrmengenregelung durch die Ozonversorgungseinrichtung und die Anomaliediagnose der Ozonversorgungseinrichtung durchführt, wenn der Differenzwert größer als der vorgegebene Wert ist.

7. Steuervorrichtung für das Abgasreinigungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Steuereinheit so konfiguriert ist, dass sie eine von der Ozonversorgungseinrichtung zugeführte Ozonmenge auf der Grundlage der erfassten NOx-Menge, die von der NOx-Mengenerfassungseinheit in einem Bereich der Ozonzufuhrmenge bis zu einem vorbestimmten oberen Grenzwert erfasst wird, steuert und die Anomaliediagnose der Ozonzufuhrseinrichtung in einem Fall durchführt, in dem die von der Ozonzufuhrseinrichtung zugeführte Ozonmenge der obere Grenzwert ist.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

FIG. 1



**FIG. 2**

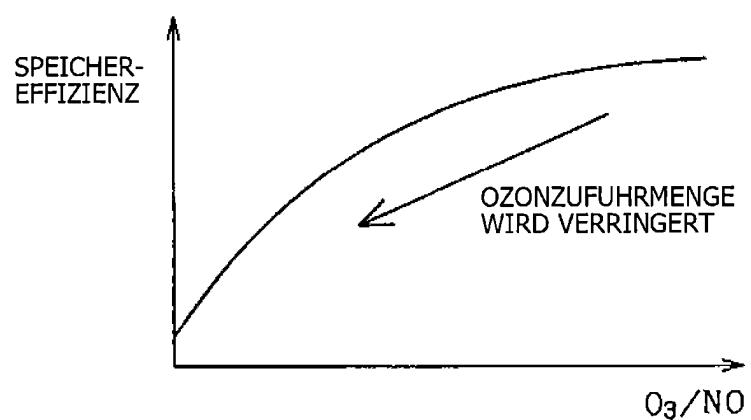
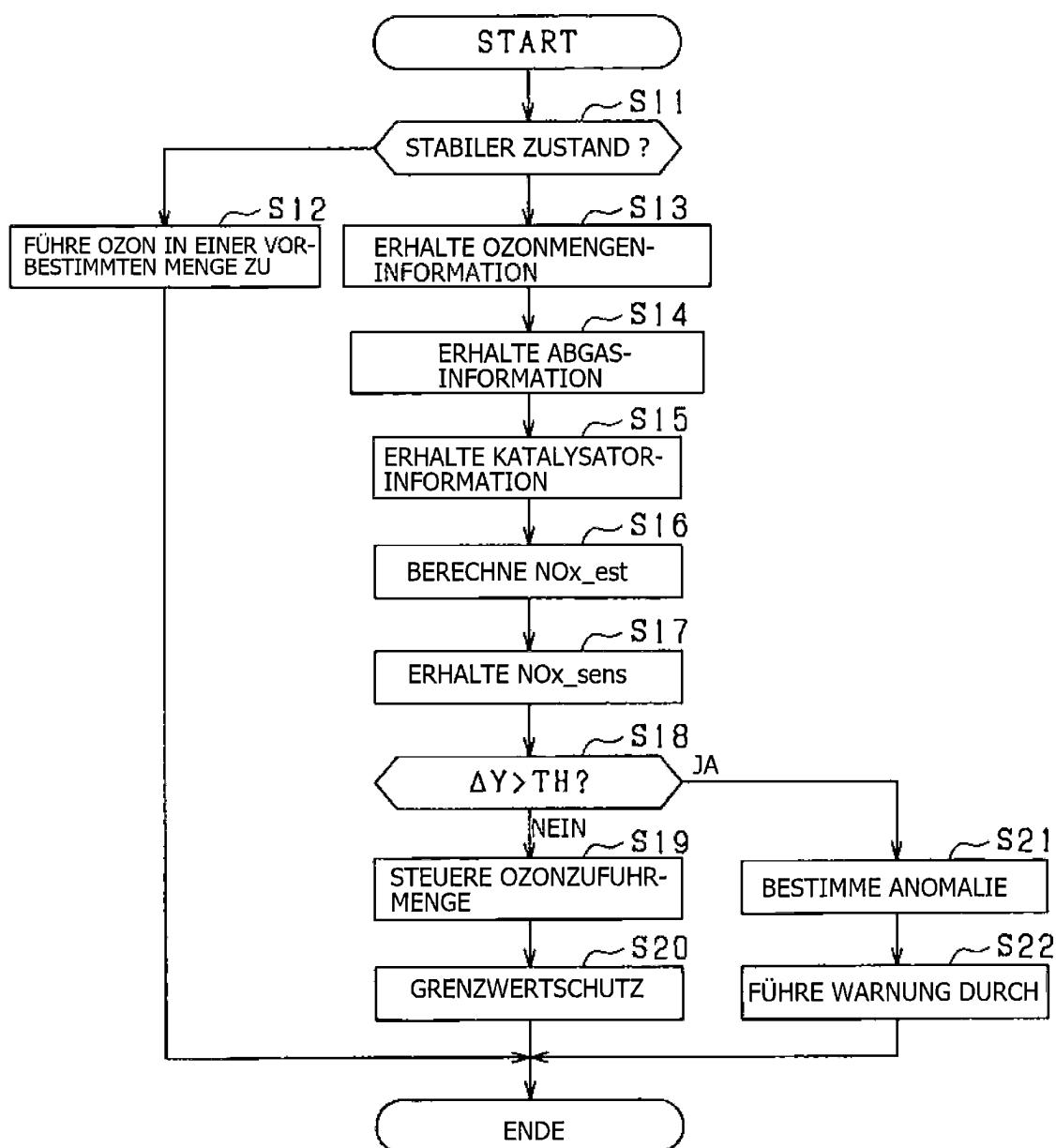
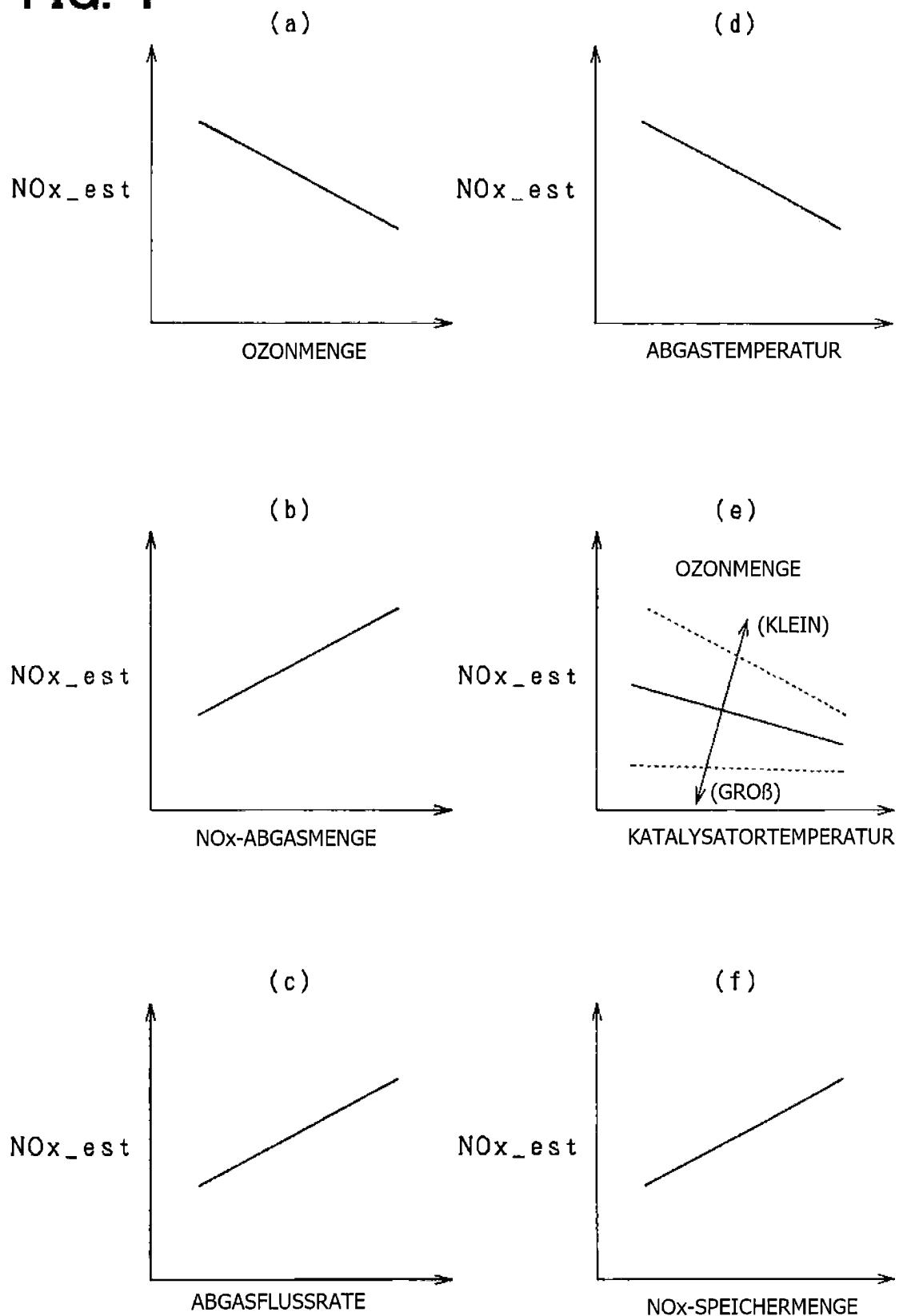


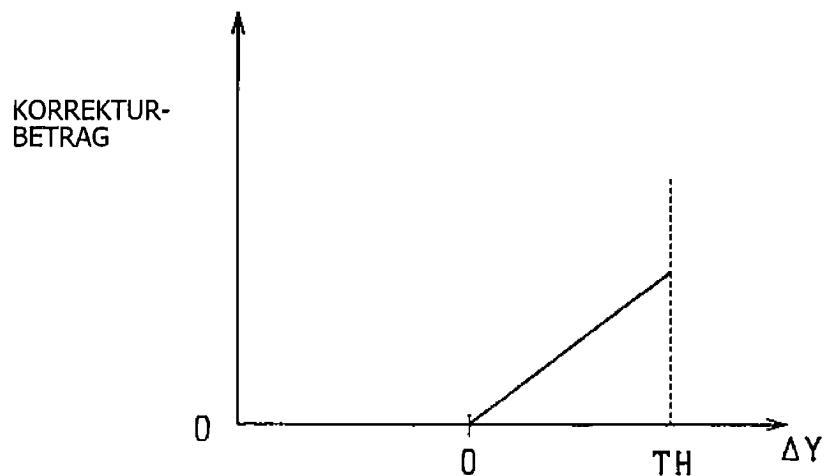
FIG. 3



**FIG. 4**

**FIG. 5**

(a)



(b)

