



(10) **DE 10 2007 027 886 B4** 2013.01.17

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 027 886.3**
(22) Anmeldetag: **18.06.2007**
(43) Offenlegungstag: **14.02.2008**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **17.01.2013**

(51) Int Cl.: **F01N 9/00 (2006.01)**
F01N 3/08 (2006.01)
F02D 41/02 (2006.01)
F01N 11/00 (2006.01)

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

(30) Unionspriorität:
2006-169345 **19.06.2006** **JP**

(73) Patentinhaber:
Kabushiki Kaisha Toyota Jidoshokki, Kariya-shi,
Aichi-ken, JP; Toyota Jidosha K.K., Toyota-shi,,
Aichi-ken, JP

(74) Vertreter:
Kuhnen & Wacker Patent- und
Rechtsanwaltsbüro, 85354, Freising, DE

(72) Erfinder:
Tahara, Jun, Toyota, Aichi, JP; Honjo, Fuminori,
Kariya, Aichi, JP

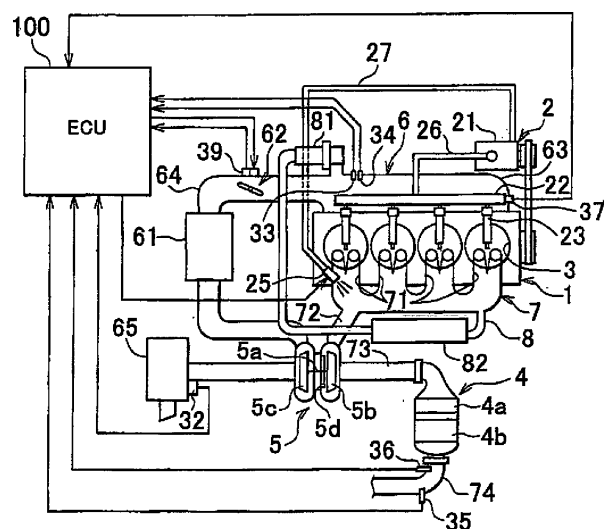
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 199 45 336 A1
DE 10 2005 014 872 A1

(54) Bezeichnung: **Abgasreinigungssystem für einen Verbrennungsmotor und Verfahren zur Abgasreinigung**

(57) Hauptanspruch: Abgasreinigungssystem für einen Verbrennungsmotor (1), wobei das System folgende Merkmale aufweist:

einen Katalysator (4), der in einer Abgasleitung des Verbrennungsmotors (1) angeordnet ist; und
einen Katalysatorsteuerungsabschnitt (100), der eine Steuerung des Katalysators (4) einschließlich einer PM-Regenerationssteuerung und einer Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung ausführt;
dadurch gekennzeichnet, dass das System ferner aufweist:
ein Zusatzkraftstoffventil, das einen zusätzlichen Kraftstoff, der für den Verbrennungsmotor (1) verwendet wird, der Abgasleitung zuführt;
wobei ein geringeres Soll-Saugluftvolumen für die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung als für das Soll-Saugluftvolumen eingestellt wird, das für die PM-Regenerationssteuerung eingestellt ist, und
wobei das Soll-Saugluftvolumen für jeweils die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung und die PM-Regenerationssteuerung ein Soll-Saugluftvolumen ist, das während einer Verlangsamung eines Fahrzeugs verwendet wird, das mit dem Verbrennungsmotor (1) ausgestattet ist.



Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

1. Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein System und ein Verfahren zur Reinigung eines Abgases aus einem Verbrennungsmotor unter Verwendung eines Katalysators. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Abgasreinigungssystem für einen Verbrennungsmotor, der ein Zusatzkraftstoffventil zum Zuführen eines zusätzlichen Kraftstoffs in eine Abgasleitung beinhaltet, und betrifft zu dem ein Abgasreinigungsverfahren.

2. Beschreibung des einschlägigen Stands der Technik

[0002] Das Abgasreinigungssystem zur Reinigung eines Abgases aus dem Verbrennungsmotor, wie z. B. einem Dieselmotor (der nachstehend gelegentlich als Motor bezeichnet wird), weist beispielsweise einen NO_x -Speicherreduktionskatalysator und einen Partikelfilter zum Auffangen von in dem Abgas enthaltenen Partikeln (die nachstehend als PM bezeichnet werden) auf.

[0003] Der NO_x -Speicherreduktionskatalysator ist so ausgelegt, dass er ein Abgas mittels Speichern von NO_x dann reinigt, wenn die Sauerstoffkonzentration in dem Abgas hoch ist, und mittels Reduzieren von NO_x zu N_2 , wenn die Sauerstoffkonzentration des Abgases gering ist und eine große Menge von Reduktionsmitteln (z. B. unverbrannte Kraftstoffbestandteile wie HC) im Abgas vorhanden sind. Ein Dieselpartikelfilter (DPF) oder ein Diesel-Partikel- NO_x -Reduktionssystem-(DPNR)-Katalysator wird als Partikelfilter (der nachstehend als Filter bezeichnet wird) zum Auffangen der PM verwendet.

[0004] Das vorstehende Abgasreinigungssystem, das in der Abgasleitung einen NO_x -Speicherreduktionskatalysator und einen Filter aufweist, führt eine PM-Katalysator-Regenerationssteuerung, eine Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung und eine NO_x -Speicherreduktionssteuerung (die nachstehend allesamt als Katalysatorsteuerung bezeichnet werden) aus. Die PM-Katalysator-Regenerationssteuerung regeneriert den Filter durch Oxidieren und Entfernen von PM-Ablagerungen im Filter. Die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung sorgt für eine Wiederherstellung des NO_x -Speicherreduktionskatalysators von einer Schwefelvergiftung durch Eliminieren von SO_x , das in dem NO_x -Speicherreduktionskatalysator gespeichert ist. Bei der NO_x -Reduktionssteuerung werden die in dem NO_x -Speicherreduktionskatalysator gespeicherten NO_x chemisch reduziert.

[0005] Eine dieser Katalysatorsteuerungen, die PM-Katalysator-Regenerationssteuerung, beinhaltet ein Schätzen der Menge von PM-Ablagerungen in dem Filter basierend auf den Betriebsbedingungen des Motors. Die PM-Katalysator-Regenerationssteuerung beinhaltet ferner ein Zuführen von zusätzlichem Kraftstoff aus einem Zusatzkraftstoffventil in die Abgasleitung (stromauf des Filters), wenn die geschätzte Menge von PM-Ablagerungen größer oder gleich einem spezifizierten bzw. vorgegebenen Wert (maximalen zulässigen Ablagerungsmenge) ist. Die Zuführung von zusätzlichem Kraftstoff erhöht eine Betttemperatur, wodurch eine Oxidation (Verbrennung) der PM-Ablagerungen im Filter unterstützt wird.

[0006] Die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung sorgt für eine Wiederherstellung des NO_x -Speicherreduktionskatalysators von einer Schwefelvergiftung. Die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung beinhaltet ein Zuführen von zusätzlichem Kraftstoff aus dem Zusatzkraftstoffventil in die Abgasleitung. Dadurch wird die Katalysator-Betttemperatur erhöht und gleichzeitig das Kraftstoff-Luftverhältnis des Abgases an ein stöchiometrisches oder fetteres Verhältnis angepasst. Die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung beinhaltet ferner ein Eliminieren des in dem NO_x -Speicherreduktionskatalysator gespeicherten SO_x . Die NO_x -Reduktionssteuerung sorgt wiederum für eine chemische Reduktion der NO_x . Bei der NO_x -Reduktionssteuerung wird der Abgasleitung ein zusätzlicher Kraftstoff aus dem Zusatzkraftstoffventil zugeführt und dem NO_x -Speicherreduktionskatalysator zugeführt, wo das in dem Katalysator gespeicherte NO_x mit einer Kraftstoffkomponente (HC) reagiert.

[0007] Das Abgasreinigungssystem weist aber auch Nachteile auf. Wenn die Menge der PM-Ablagerungen größer als ein spezifizierter Wert ist (z. B. unmittelbar vor oder im Verlauf der PM-Katalysator-Regenerationssteuerung) und das Volumen der Ansaugluft aufgrund einer Verlangsamung des Motors abnimmt, kann durch das reduzierte Volumen der Ansaugluft verhindert werden, dass die Menge der durch Verbrennen der PM-Ablagerungen erzeugten Wärme übertragen wird. Dadurch kann ein übermäßiger Anstieg der Katalysator-Betttemperatur bewirkt werden. Zur Lösung dieses Problems wird in der Druckschrift JP-A-2005-155500, Absatz [0003] der folgende einschlägige Stand der Technik vorgeschlagen. Wenn während der PM-Katalysator-Regenerationssteuerung der Motor verlangsamt wird, wird das Drosselklappenventil in der Saugleitung geöffnet, um die Luftmenge im Abgas zu erhöhen, wodurch die Wärmemenge erhöht wird, die durch die durch den Katalysator geleitete Luft übertragen wird. Dadurch wird ein übermäßiger Anstieg der Katalysator-Betttemperatur verhindert.

[0008] Zusätzlich beschreibt die Druckschrift JP-A-2005-155500 ferner den Fall, in dem das Volumen der Saugluft während der PM-Katalysator-Regenerationssteuerung erhöht wird, wenn der Motor verlangsamt wird, die Katalysator-Betttemperatur hoch ist und die Menge der PM-Ablagerungen groß ist. Unter diesen Bedingungen ist die Wärmemenge, die durch Verbrennen der PM-Ablagerungen erzeugt wird, größer als die Wärmemenge, die durch im Abgas enthaltene Luft übertragen werden kann. Dadurch kann ein abrupter Anstieg der Katalysator-Betttemperatur bewirkt werden. Unter solchen Umständen ist es notwendig, den Anstieg des Saugluftvolumens zu verhindern.

[0009] Vor der Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung führt das Motorabgasreinigungssystem die PM-Katalysator-Regenerationssteuerung aus, um die PM-Ablagerungen im Filter zu verbrennen. Dabei handelt es sich um einen sogenannten „Rußentfernungs“-Prozess. Dadurch ist die Menge der PM-Ablagerungen bereits reduziert, wenn die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung nach der PM-Katalysator-Regenerationssteuerung ausgeführt wird. Ein übermäßiger Anstieg der Katalysator-Betttemperatur, der aus der Verbrennung der PM-Ablagerungen resultiert, findet somit nicht statt. In einem solchen Fall würde jedoch, wenn das Saugluftvolumen während der Verlangsamung in der gleichen Weise wie unter der PM-Katalysator-Regenerationssteuerung zunimmt, ein Überschuss an Luft durch den Filter gelangen. Dadurch wird verhindert, dass die Katalysator-Betttemperatur auf einem hohen Wert gehalten wird, so dass die Temperatur abnimmt. Infolge derart reduzierter Katalysator-Betttemperaturen gestaltet sich die Wiederherstellung des Katalysators aus einer Schwefelvergiftung schwieriger. Dementsprechend dauert es länger, bis der NO_x-Speicherreduktionskatalysator sich von der Schwefelvergiftung wieder erholt hat, wodurch die Zuführmenge an zusätzlichem Kraftstoff erhöht wird. Wie zur Erhöhung der Katalysator-Betttemperatur ein zusätzlicher Kraftstoff erforderlich ist, kommt es zu einer Reduktion der Kraftstoffersparnis.

[0010] DE 199 45 336 A1 beschreibt ein Abgasreinigungssystem und ein Abgasreinigungsverfahren für einen Verbrennungsmotor. Ein NO_x-Speicherreduktionskatalysator und ein Partikelfilter sind in einer Abgasleitung des Verbrennungsmotors angeordnet. Ein Katalysatorsteuerungsabschnitt führt eine PM-Regenerationssteuerung und einer Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung aus. Ferner wird beschrieben, das Luft-Kraftstoff-Verhältnis für die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung niedriger zu setzen als das Luft-Kraftstoff-Verhältnis für die PM-Regenerationssteuerung.

[0011] DE 10 2005 014 872 A1 beschreibt ein Abgasreinigungssystem für einen Verbrennungsmotor

mit einem Katalysator, der in einer Abgasleitung des Verbrennungsmotors angeordnet ist. Ein Zusatzkraftstoffventil führt der Abgasleitung zusätzlichen Kraftstoff zu. Ein Katalysatorsteuerungsabschnitt steuert den Katalysator und führt eine Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung durch.

KURZFASSUNG DER ERFINDUNG

[0012] Die vorliegende Erfindung schafft ein Abgasreinigungssystem für einen Verbrennungsmotor und ein Abgasreinigungsverfahren, das während der Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung weiterhin für Kraftstoffersparnis sorgt.

[0013] Ein erster Aspekt der Erfindung bezieht sich auf ein Abgasreinigungssystem für einen Verbrennungsmotor, wobei das System einen Katalysator, der in einer Abgasleitung im Verbrennungsmotor angeordnet ist, und ein Zusatzkraftstoffventil zur Zuführung eines zusätzlichen Kraftstoffs in die Abgasleitung aufweist. Das System führt eine Steuerung des Katalysators einschließlich einer PM-Regenerationssteuerung und einer Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung aus. Im Abgasreinigungssystem wird während einer Verlangsamung ein Sollwert zur Steuerung des Saugluftvolumens für die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung auf einen kleineren Wert als für die PM-Regenerationssteuerung eingestellt, wobei das Soll-Saugluftvolumen für jeweils die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung und die PM-Regenerationssteuerung ein Soll-Saugluftvolumen während einer Verlangsamung eines Fahrzeugs ist, das mit dem Verbrennungsmotor ausgestattet ist.

[0014] Gemäß dem ersten Aspekt wird für den Zweck der „Rußentfernung“, bei der die PM-Ablagerungen im Katalysator verbrannt werden, die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung nach der PM-Katalysator-Regenerationssteuerung ausgeführt. Für die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung wird der Sollwert zur Steuerung des Saugluftvolumens während einer Verlangsamung auf einen kleineren Wert eingestellt als für die PM-Katalysator-Regenerationssteuerung, um das Saugluftvolumen während der Verlangsamung zu reduzieren. Es wird somit verhindert, dass die Katalysator-Betttemperatur abfällt, und wird somit auf einem Wert gehalten, der für eine Schwefelvergiftungs-Wiederherstellung geeignet ist. Dies führt zu einer effizienteren Katalysator-Wiederherstellung von der Schwefelvergiftung und daher einer kürzeren Wiederherstellungszeit. Ferner kann die Katalysator-Betttemperatur auf einem hohen Wert gehalten werden, wodurch die Menge zusätzlichen Kraftstoffs reduziert wird, die notwendig ist, um die Katalysator-Betttemperatur zu erhöhen.

[0015] Gemäß dem ersten Aspekt kann, wenn die Menge der PM-Ablagerungen bei Ausführung der PM-Katalysator-Regenerationssteuerung geringer als eine Referenzmenge ist, der Sollwert zur Steuerung des Saugluftvolumens während einer Verlangsamung auf einen kleineren Wert eingestellt werden als in dem Fall, wo die Menge der PM-Ablagerungen größer oder gleich der Referenzmenge ist. Unter Verwendung einer derartigen Anordnung kann zum Verbrennen der PM-Ablagerungen in dem Katalysator das entsprechende Saugluftvolumen während einer Verlangsamung bestimmt werden. Dadurch wird ein Abfall der Katalysator-Betttemperatur aufgrund der übermäßigen Erhöhung des Saugluftvolumens während der PM-Katalysatorregeneration verhindert. Folglich wird eine effiziente PM-Katalysatorregeneration erreicht.

[0016] Gemäß dem ersten Aspekt kann der Verbrennungsmotor ein Dieselmotor sein. Zusätzlich kann der Verbrennungsmotor in einem Fahrzeug angebracht sein. Ferner kann ein jeweiliger Sollwert zur Steuerung des Saugluftvolumens während der Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung und der PM-Katalysator-Regenerationssteuerung durch Anpassen des Grads der Drosselklappenöffnung im Verbrennungsmotors bestimmt werden.

[0017] Ein zweiter Aspekt der Erfindung bezieht sich auf ein Abgasreinigungsverfahren für einen Verbrennungsmotor. Das Abgasreinigungsverfahren beinhaltet ein Zuführen eines für den Verbrennungsmotor verwendeten zusätzlichen Kraftstoffs in eine Abgasleitung, um ein Steuerung des Katalysators, der in der Abgasleitung in dem Verbrennungsmotor angeordnet ist, auszuführen. Die Steuerung des Katalysators beinhaltet eine PM-Regenerationssteuerung und eine Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung. Das Abgasreinigungsverfahren beinhaltet ferner eine Voreinstellen eines Sollwerts zum Steuern des Saugluftvolumens, der für die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung kleiner ist als für die PM-Regenerationssteuerung.

[0018] Gemäß dem zweiten Aspekt kann die PM-Katalysator-Regenerationssteuerung vor der Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung ausgeführt werden.

[0019] Gemäß dem zweiten Aspekt kann bei Ausführung der PM-Katalysator-Regenerationssteuerung, wenn eine Menge von PM-Ablagerungen geringer ist als eine Referenzmenge, der Sollwert zum Steuern des Saugluftvolumens auf einen kleineren Wert eingestellt werden als in dem Fall, in dem die Menge der PM-Ablagerungen größer oder gleich der Referenzmenge ist.

[0020] Gemäß dem zweiten Aspekt ist jeder Sollwert zum Steuern des Saugluftvolumens für die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung und die PM-Regenerationssteuerung ein Sollwert zum Steuern des Saugluftvolumens während einer Verlangsamung eines mit einem Verbrennungsmotor ausgestatteten Fahrzeugs.

[0021] Gemäß einem zweiten Aspekt kann jeder Sollwert zum Steuern des Saugluftvolumens während der Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung und der PM-Katalysator-Regenerationssteuerung durch Anpassen eines Grades der Drosselklappenöffnung im Verbrennungsmotor bestimmt werden.

[0022] Gemäß den vorstehend erwähnten Aspekten der Erfindung wird die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung nach der PM-Katalysator-Regenerationssteuerung ausgeführt. Für die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung wird der Sollwert zum Steuern des Saugluftvolumens während einer Verlangsamung auf einen Wert eingestellt, der für die PM-Katalysator-Regenerationssteuerung kleiner ist, um das Saugluftvolumen während einer Verlangsamung zu reduzieren. Es wird somit verhindert, dass die Katalysator-Betttemperatur abfällt, und sie wird daher auf einem Wert gehalten, der für die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellung geeignet ist. Dies führt zu einer effizienteren Katalysator-Wiederherstellung aus einer Schwefelvergiftung, so dass eine Kraftstoffersparnis während der Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung beibehalten wird.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

[0023] Die vorstehenden und weiteren Aufgaben, Merkmale und Vorteile der Erfindung werden anhand der nachstehenden Beschreibung von beispielhaften Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung näher erläutert, wobei identische Bezugszeichen zur Darstellung von ähnlichen Elementen verwendet werden. Es zeigen:

[0024] [Fig. 1](#) ein schematisches Diagramm, das ein Beispiel für einen Dieselmotor darstellt, auf den die Erfindung angewendet wird.

[0025] [Fig. 2](#) ein Blockdiagramm einer Konfiguration eines Steuersystems einschließlich einer ECU.

[0026] [Fig. 3](#) ein beispielhaftes Flussdiagramm, das einen Prozess zum Bestimmen eines Drosselklappenöffnungsgrads während einer Verlangsamung darstellt, der durch die ECU ausgeführt wird.

[0027] [Fig. 4](#) ein eindimensionales Kennfeld zum Berechnen des Drosselklappenöffnungsgrads, das für den Prozess zum Bestimmen des Drosselklap-

penöffnungsgrads während einer Verlangsamung in [Fig. 3](#) verwendet wird.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0028] Eine Ausführungsform der Erfindung wird unter Bezugnahme auf die Zeichnung beschrieben. Eine allgemeine Konfiguration eines Dieselmotors unter Verwendung einer Zusatzkraftstoffzuführungsvorrichtung der Erfindung ist unter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) beschrieben.

[0029] Bei dieser Ausführungsform handelt es sich bei dem Dieselmotor **1** (der nachstehend als „Verbrennungsmotor **1**“ bezeichnet wird) um einen Common-Rail-Direkteinspritzungs-Vierzylinderdiesel. Der Verbrennungsmotor **1** beinhaltet als Hauptkomponenten ein Kraftstoffzuführsystem **2**, Verbrennungsräume **3**, ein Einlasssystem **6** und ein Abgassystem **7**.

[0030] Das Kraftstoffzuführsystem **2** beinhaltet eine Kraftstoffzuführpumpe **21**, eine Common-Rail **22**, Einspritzdüsen (Kraftstoffeinspritzventile) **23**, ein Zusatzkraftstoffventil **25**, eine Motorkraftstoffleitung **26** und eine Zusatzkraftstoffleitung **27**.

[0031] Die Kraftstoffzuführpumpe **21** zieht Kraftstoff aus dem Kraftstofftank und setzt den Kraftstoff unter Druck, um den unter hohem Druck stehenden Kraftstoffs der Common-Rail **22** durch die Motorkraftstoffleitung **26** zuzuführen. Die Common-Rail **22** funktioniert als ein Sammeleinrichtung, um den Druck des Kraftstoffs beizubehalten, der von der Kraftstoffzuführpumpe **21** bei einem spezifizierten Wert zugeführt wird (wobei der unter hohem Druck stehende Kraftstoff von der Kraftstoffzuführpumpe **21** gesammelt wird). Die Common-Rail **22** verteilt den angesammelten Kraftstoff an die Einspritzventile **23**. Bei den jeweiligen Einspritzventilen **23** handelt es sich um elektromagnetisch angesteuerte Ventile, die sich öffnen, wenn eine spezifizierte Spannung angelegt wird, um einen Kraftstoff in den zugewiesenen Verbrennungsraum **3** zu sprühen.

[0032] Die Kraftstoffzuführpumpe **21** ist so ausgelegt, dass sie einen Teil des Kraftstoffs, der aus dem Kraftstofftank gesogen wird, dem Zusatzkraftstoffventil **25** durch die Zusatzkraftstoffleitung **27** zuführt. Das Zusatzkraftstoffventil **25** ist ein elektromagnetisch angesteuertes Ventil, das sich öffnet, wenn eine spezifizierte Spannung angelegt wird, um dem Abgassystem **7** (von den Auslasskanälen **71** zu einem Abgaskrümmmer **72**) einen zusätzlichen Kraftstoff zuzuführen. Eine Einspritzöffnung des Zusatzkraftstoffventils **25** liegt zum Inneren des Abgassystems **7** frei.

[0033] Das Einlasssystem **6** weist einen Ansaugkrümmmer **63** auf, der mit Einlasskanälen verbunden ist, die auf einem Zylinderkopf ausgebildet sind. Ein Saugrohr **64**, das in der Saugleitung beinhaltet ist, ist mit dem Ansaugkrümmmer **63** verbunden. Eine Luftreinigungseinrichtung **65**, ein Luftströmungsmesser **32** und ein Drosselklappenventil **62** sind in der Saugleitung in der Reihenfolge von der stromauf befindlichen Seite angeordnet. Der Luftströmungsmesser **32** ist so ausgelegt, dass er ein elektrisches Signal als Reaktion auf das Volumen der Luftströmung durch die Luftreinigungseinrichtung **65** in die Saugleitung ausgibt.

[0034] Das Abgassystem **7** weist einen Abgaskrümmmer **72** auf, der mit den Auslasskanälen **71** verbunden ist, die auf dem Zylinderkopf ausgebildet sind. Die Auspuffrohre **73** und **74**, die in der Abgasleitung beinhaltet sind, sind mit dem Abgaskrümmmer **72** verbunden. Eine katalytische Umwandlungseinrichtung **4** ist ebenfalls in der Abgasleitung angeordnet.

[0035] Die katalytische Umwandlungseinrichtung **4** beinhaltet einen NO_x-Speicherreduktionskatalysator (NSR) **4a** und einen DPNR-Katalysator **4b**.

[0036] Der NSR-Katalysator **4a** kann beispielsweise einen Aluminiumoxidträger (Al₂O₃) und mehrere Arten von Metall, die auf dem Aluminiumträger platziert sind, beinhalten. Sie beinhalten alkalines Metall wie Kalium (K), Natrium (Na), Lithium (Li) und Cäsium (Cs), Alkalierdmetall wie Barium (Ba) und Kalzium (Ca), Seltenerdmetall wie Lanthan (La) und Yttrium (Y) und Edelmetall wie Platin (Pt).

[0037] Der NSR **4a** ist so ausgelegt, dass er NO_x bei Vorliegen einer hohen Sauerstoffkonzentration im Abgas speichert und ansonsten NO_x zu NO₂ oder NO als Emissionen bei Vorliegen einer geringen Sauerstoffkonzentration und einer großen Menge von reduzierten Komponenten (unverbrannten Kraftstoffkomponenten wie HC) im Abgas reduziert. Die NO_x-Emissionen in Form von NO₂ oder NO reagieren unmittelbar mit HC oder CO, die im Abgas enthalten sind, so dass NO₂ und NO zu N₂ reduziert werden. Die Reduktion von NO₂ oder NO zu N₂ bewirkt, dass HC oder CO zu H₂O oder CO₂ oxidiert werden.

[0038] Bei einem Beispiel verwendet der DPNR-Katalysator **4b** eine poröse Keramikstruktur, die den NO_x-Speicherreduktionskatalysator beinhaltet. Die PM im Abgas werden aufgefangen, wenn sie durch eine poröse Wand gelangen. Wenn das Kraftstoff-Luftverhältnis im Abgas mager ist, speichert der NO_x-Speicherreduktionskatalysator die NO_x, die im Abgas vorhanden sind. Wenn das Kraftstoff-Luftverhältnis angefettet wird, werden die gespeicherten NO_x reduziert und freigesetzt. Der DPNR-Katalysator **4b** beinhaltet einen zusätzlichen Katalysator zum Oxidieren und Verbrennen von PM, die im Filter auf-

gefangen werden (z. B. ein Oxidationskatalysator, dessen Hauptkomponente ein Edelmetall wie Pt ist).

[0039] Das Abgasreinigungssystem beinhaltet die katalytische Umwandlungseinrichtung **4**, das Zusatzkraftstoffventil **25** und die Zusatzkraftstoffleitung **27** sowie eine elektronische Steuerungseinheit (ECU) **100**. Die ECU **100** steuert eine Öffnung/Schließung des Zusatzkraftstoffventils **25**.

[0040] Der Motor **1** weist einen Turbolader (Verdichter) **5** auf. Der Turbolader **5** beinhaltet eine Turbinenwelle **5a**, ein Turbinenrad **5b** und ein Verdichterrad **5c**. Das Turbinenrad **5b** und das Verdichterrad **5c** sind miteinander über die Turbinenwelle **5a** verbunden. Das Verdichterrad **5c** ist zur Innenseite des Saugrohrs **64** gerichtet, während das Turbinenrad **5b** zur Innenseite des Auspuffrohrs **73** gerichtet ist. Der so konfigurierte Turbolader **5** verwendet eine Abgasströmung (Abgasdruck), der durch das Turbinenrad **5b** aufgenommen wird, um das Verdichterrad **5c** zu drehen, um eine Luft zwangsweise in den Motor einzuführen. Bei dieser Ausführungsform handelt es sich bei dem Turbolader **5** um einen Turbolader mit einer variablen Düse, der einen variablen Düsen-Flügelblattmechanismus **5d** auf der Seite des Turbinenrads **5b** aufweist. Der Verstärkungsdruck des Motors **1** kann durch Steuern des Öffnungsgrads des variablen Düsen-Flügelblattmechanismus **5d** reguliert werden.

[0041] Das Einlasssystem **6** weist einen Zwischenkühler bzw. Ladeluftkühler **61** auf, der auf dem Saugrohr **64** angeordnet ist. Der Ladeluftkühler **61** kühlt die Saugluft, deren Temperatur aufgrund der Zwangseinführung durch den Turbolader **5** erhöht worden ist. Das Drosselklappenventil **62** ist ebenfalls in dem Saugrohr **64** stromabwärts des Ladeluftkühlers **61** angeordnet. Das Drosselklappenventil **62** ist ein elektronisch gesteuertes Ventil, dessen Öffnung kontinuierlich variiert. Das Drosselklappenventil **62** reduziert unter bestimmten Umständen den Querschnitt der Saugluftleitung, um das Volumen der Saugluft zu steuern (zu verringern).

[0042] Der Motor **1** weist eine Abgasrückführungs-(AGR-)Leitung **8** auf, die das Einlasssystem **6** und das Abgassystem **7** verbindet. Die AGR-Leitung **8** führt gegebenenfalls einen Teil des Abgases in das Einlasssystem **6** zurück und fuhr diese Abgas wieder in die Verbrennungsräume **3**, um die Verbrennungstemperatur zu senken. Dadurch wird die Menge der NO_x-Emissionen verringert. Die AGR-Leitung **8** weist ein AGR-Ventil **81** und eine AGR-Kühleinrichtung **82** auf, die ein durch die AGR-Leitung **8** geleitetes (rückgeführtes) Abgas kühlt. Das Volumen der AGR, die vom Abgassystem **7** in das Einlasssystem **6** eingeführt werden soll (das Volumen des Abgases, das rückgeführt werden soll), kann durch Steuern des Öffnungsgrades des AGR-Ventils **81** angepasst werden.

[0043] Es erfolgt nun eine Beschreibung der Sensoren. Der Motor **1** weist mehrere Arten von Sensoren auf, die an spezifischen Positionen installiert sind. Die Sensoren geben Signale aus, die auf die Umgebungsbedingungen in den spezifischen Positionen verweisen, sowie Signale, die die Betriebsbedingungen des Motor **1** anzeigen.

[0044] Der Luftströmungsmesser **32**, der sich stromauf des Drosselklappenventils **62** in dem Einlasssystem **6** befindet, gibt ein Signal aus, dass die erfasste Strömungsrate der Saugluft (des Saugluftvolumens) anzeigt. Der Einlasstemperatursensor **33**, der auf dem Ansaugkrümmer **63** angeordnet ist, gibt ein Signal aus, dass die erfasste Temperatur der Saugluft anzeigt. Der Einlassdrucksensor **34**, der auf dem Ansaugkrümmer **63** bereitgestellt ist, gibt ein Erfassungssignal als Reaktion auf den Druck der Saugluft aus. Ein A/F-(Kraftstoff-Luftverhältnis-)Sensor **35**, der stromabwärts der katalytischen Umwandlungseinrichtung **4** im Abgassystem **7** angeordnet ist, gibt ein Erfassungssignal aus, das abhängig von der Sauerstoffkonzentration im Abgas kontinuierlich variiert. Ein Abgastemperatursensor **36**, der stromabwärts der katalytischen Umwandlungseinrichtung **4** im Abgassystem **7** angeordnet ist, gibt ein Signal aus, dass die erfasste Abgastemperatur anzeigt. Ein Sammelleitungsdrucksensor **37** gibt ein Signal aus, das den erfassten Druck des Kraftstoffs anzeigt, der in der Common-Rail **22** gespeichert ist. Ein Drosselklappenöffnungssensor **39** erfasst einen Öffnungsgrad des Drosselklappenventils **62**.

[0045] Es erfolgt nun eine Beschreibung der ECU. Wie in [Fig. 2](#) gezeigt ist, beinhaltet die ECU **100** eine CPU **101**, einen ROM **102**, einen RAM **103** und einen Sicherheits-RAM **104**. Der ROM **102** speichert mehrere Steuerungsprogramme, Kennfelder, die zum Ausführen dieser Steuerungsprogramme verwendet werden sollen, und andere Daten. Die CPU **101** führt verschiedene Operationen gemäß den jeweiligen Steuerungsprogrammen und Kennfeldern aus, die im ROM **102** gespeichert sind. Die Ergebnisse der Operationen in der CPU **101** und die Daten, die aus den jeweiligen Sensoren eingegeben werden, werden vorübergehend im RAM **103** gespeichert. Der Sicherheits-RAM **104** ist ein nichtflüchtiger Speicher zum Sichern von gespeicherten Daten bei Abschaltung, wie z. B. dem Abstellen des Motors **1**.

[0046] Der ROM **102**, die CPU **101**, der RAM **103** und der Sicherheits-RAM **104** sind miteinander über einen Bus **107** verbunden, während sie mit einer Eingabeschnittstelle **105** und einer Ausgabeschnittstelle **106** verbunden sind.

[0047] Die Eingabeschnittstelle **105** verbindet den Luftströmungsmesser **32**, den Einlasstemperatursensor **33**, den Einlassdrucksensor **34**, den A/F-Sensor **35**, den Abgastemperatursensor **36**, den Sam-

melleitungsdrucksensor **37** und den Drosselklappenöffnungssensor **39**. Zusätzlich verbindet die Eingabeschnittstelle **105** einen Wassertempersensor **31**, einen Fahrpedalverstellwegsensoren **40** und einen Kurbelwellenpositionssensoren **41**. Der Wassertempersensoren **31** gibt ein Signal aus, dass die erfasste Kühlmitteltemperatur im Motor **1** anzeigt. Der Fahrpedalverstellwegsensoren **40** gibt ein Signal aus, das die erfasste Verschiebung des Fahrpedals anzeigt. Der Kurbelwellenpositionssensoren **41** gibt einen Impuls aus, wenn die Abtriebswelle (Kurbelwelle) des Motors **1** sich um einen gegebenen Winkel dreht. Die Ausgabeschnittstelle **106** verbindet wiederum die Einspritzdüse **23**, das Zusatzkraftstoffventil **25**, den variablen Düsen-Flügelblattmechanismus **5d**, das Drosselklappenventil **62**, das AGR-Ventil **81** und andere.

[0048] Die ECU **100** führt die jeweiligen Steuerung im Verbrennungsmotor **1** basierend auf den Ausgangssignalen der vorstehenden Sensoren aus. Darüber hinaus führt die ECU **100** auch die PM-Katalysator-Regenerationssteuerung, die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung und die Saugluftvolumensteuerung während einer Motorverlangsamung aus, worauf später eingegangen wird.

[0049] Es erfolgt nun eine Beschreibung der PM-Katalysator-Regenerationssteuerung. Die ECU **100** schätzt zunächst die Menge der PM-Ablagerungen im DPNR-Katalysator **4b** ab. Ein Lösungsansatz zum Schätzen der Menge der PM-Ablagerungen ist es, ein Kennfeld zu verwenden, auf das die empirisch ermittelten Daten über die Menge der PM-Adhäsion bzw. anhaftenden PM, die von den Betriebsbedingungen des Motors **1** abhängt (z. B. Abgastemperatur, Kraftstoffeinspritzmenge und Motordrehzahl), aufgetragen sind. Die Mengen der PM-Adhäsion, die von dem Kennfeld abgelesen werden, werden summiert, um die Menge der PM-Ablagerungen zu erhalten. Alternativ kann die Menge der PM-Ablagerungen basierend auf der zurückgelegten Entfernung des Fahrzeugs oder der Fahrdauer bestimmt werden. Noch eine weitere Alternative ist es, einen Differenzdrucksensoren zu verwenden, der in der katalytischen Umwandlungseinrichtung **4** angeordnet ist, um die Druckdifferenz zwischen einer Position stromauf und einer Position stromabwärts des DPNR-Katalysators **4b** zu erfassen. Die Menge der PM-Ablagerungen, die durch den DPNR-Katalysator **4b** aufgefangen werden, wird dann basierend auf dem Ausgangssignal aus dem Differenzdrucksensoren berechnet.

[0050] Wenn die geschätzte Menge der PM-Ablagerungen größer oder gleich einer spezifizierten Referenzmenge (Schwellwert-Ablagerungsmenge) ist, bestimmt die ECU **100**, dass eine Regeneration des DPNR-Katalysators **4b** gestartet werden soll, und führt die PM-Katalysator-Regenerationssteuerung aus. Insbesondere berechnet die ECU **100** eine erforderliche Zusatzkraftstoff-Zuführmenge und

ein Zuführintervall basierend auf der Motordrehzahl N_e , die vom Kurbelwellenpositionssensoren **41** ausgegeben wird, unter Bezugnahme auf das Kennfeld, auf das zuvor empirisch ermittelte Ergebnisse aufgetragen wurden. Gemäß dem Berechnungsergebnis steuert die ECU den Betrieb des Zusatzkraftstoffventils **25**, durch das dem Abgassystem **7** kontinuierlich Kraftstoff zugeführt wird. Die Zuführung zusätzlichen Kraftstoffs führt zu einem Anstieg der Temperatur des DPNR-Katalysators **4b**, der eine Oxidation der PM-Ablagerungen im DPNR-Katalysator **4b** zu H_2O und CO_2 -Emissionen unterstützt.

[0051] Es erfolgt nun eine Beschreibung der Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung, die durch die ECU **100** ausgeführt wird. Bei der Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung wird Schwefel aus dem NSR-Katalysator **4a** und dem DPNR-Katalysator **4b** freigesetzt. Dies wird erreicht, indem die Katalysator-Betttemperatur durch kontinuierliches Zuführen von Kraftstoff aus dem Zusatzkraftstoffventil **25** erhöht wird, während das Kraftstoff-Luftverhältnis des Abgases auf das stöchiometrische oder fettere Verhältnis gesteuert wird. In der Ausführungsform der Erfindung führt die ECU **100** die PM-Katalysator-Regenerationssteuerung vor dem Ausführen der Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung aus.

[0052] Zusätzlich zur PM-Katalysator-Wiederherstellungssteuerung und Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung führt die ECU **100** auch Katalysatorsteuerungen aus, die eine NO_x -Reduktionssteuerung beinhalten. Bei der NO_x -Reduktionssteuerung werden NO_x , die durch den NSR-Katalysator **4a** und den DPNR-Katalysators **4b** adsorbiert werden, zu N_2 , CO_2 und H_2O reduziert und freigesetzt, indem ein Kraftstoff aus dem Zusatzkraftstoffventil **25** intermittierend zugeführt wird.

[0053] Anschließend erfolgt eine Beschreibung einer während einer Verlangsamung stattfindenden Saugluftvolumensteuerung. Bevor die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung ausgeführt wird, führt das Abgasreinigungssystem im Motor **1** die PM-Katalysator-Regenerationssteuerung aus, um PM-Ablagerungen im DPNR-Katalysator **4b** zu verbrennen. Dies wird als sogenannter „Rußentfernungs-„Prozess bezeichnet. Dadurch ist die Menge der PM-Ablagerungen bereits zu dem Zeitpunkt reduziert, wenn eine Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung nach der PM-Katalysator-Regenerationssteuerung ausgeführt worden ist. In Bezug auf die Katalysator-Betttemperatur liegt somit kein übermäßiger Anstieg vor, der infolge des Verbrennens der PM-Ablagerungen auftreten kann. In einem solchen Fall würde jedoch, wenn das Saugluftvolumen aufgrund einer Verlangsamung in der gleichen Weise wie unter der PM-Katalysator-Regenerationssteuerung anstiege, ein überschüssiges Luftvolumen

durch den NSR-Katalysator gelangen. Dadurch wird verhindert, dass die Katalysator-Betttemperatur auf einem hohen Wert gehalten wird, so dass die Temperatur also abnimmt. Als Folge einer derart geringeren Katalysator-Betttemperatur, gestaltet sich eine Wiederherstellung aus einer Schwefelvergiftung schwieriger. Dementsprechend dauert es länger, bis sich der NO_x -Speicherreduktionskatalysator von einer Schwefelvergiftung wieder erholt hat, wodurch die Zufuhrmenge an zusätzlichem Kraftstoff erhöht wird. Zudem ist zur Erhöhung der Katalysator-Betttemperatur eine Extramenge an zusätzlichem Kraftstoff erforderlich, was eine schlechte Kraftstoffersparnis zur Folge hat.

[0054] Zur Lösung dieser Probleme sieht die Ausführungsform der Erfindung folgendes Merkmal vor: Während einer Verlangsamung wird ein Sollwert zum Steuern des Saugluftvolumens (d. h. ein Soll-Drosselklappenöffnungsgrad) für die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung bestimmt. Der Sollwert wird auf einen kleineren Wert als den Wert für die PM-Katalysator-Regenerationssteuerung eingestellt. Dadurch wird ermöglicht, das Saugluftvolumen während der Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung richtig zu steuern, wodurch ein Abfall der Katalysator-Betttemperatur verhindert wird.

[0055] Ein spezifisches Beispiel für den Vorgang des Bestimmens des Drosselklappenöffnungsgrads während einer Verlangsamung wird nachstehend unter Bezugnahme auf das Flussdiagramm in [Fig. 3](#) beschrieben. Dieser Bestimmungsvorgang wird nämlich von der ECU **100** ausgeführt und zu vorbestimmten Zeitintervallen wiederholt.

[0056] Bei Schritt ST1 bestimmt die ECU **100**, ob der Motor **1** langsamer wird oder nicht. Wenn der Motor **1** nicht verlangsamt, wird die Routine vorübergehend beendet. Wenn der Motor **1** verlangsamt, wird der Prozess bei Schritt ST2 fortgesetzt. Die Verlangsamung des Motors **1** wird basierend auf dem Vorhandensein oder Nichtvorhandensein der Hauptkraftstoffeinspritzung bestimmt. In der Ausführungsform der Erfindung wird, wenn ein Befehlswert für die Einspritzmenge kleiner oder gleich „0“ ist (ein Befehlswert für eine Einspritzmenge z. B. $< -5 \text{ mm}^3/\text{st}$ beträgt), bestimmt, dass der Motor verlangsamt.

[0057] Bei Schritt ST2 bestimmt die ECU **100**, ob die AGR ausgeführt wird, wenn der Motor **1** verlangsamt. Um genauer zu sein, bestimmt die ECU **100**, ob der AGR-Ventil-Öffnungsgrad größer 0% ist. Wenn das Ergebnis der Bestimmung stimmt, wird der Prozess bei Schritt ST3 fortgesetzt. Wenn das Ergebnis der Bestimmung falsch ist, wird der Prozess bei Schritt ST6 fortgesetzt. Die vorstehende Bestimmung für eine AGR erfolgt aus nachstehenden Gründen in Schritt ST2:

Zur Motorsteuerung wird das AGR-Ventil **81** normalerweise offen gehalten. Das AGR-Ventil **81** wird jedoch gelegentlich geschlossen, was von den Umgebungsbedingungen während der Motorsteuerung oder dem Grad der Korrektur der letzten Betriebsbedingungen abhängt. Wenn das AGR-Ventil **81** geschlossen wird, bewirkt eine Steuerung des Drosselklappenöffnungsgrads basierend auf einer Annahme, dass das AGR-Ventil **81** offen steht, einen übermäßigen Abfall im Innendruck im Saugrohr. Wenn somit das AGR-Ventil **81** geschlossen ist (wobei das Ergebnis der Bestimmung in Schritt ST2 falsch ist), wird der Prozess bei Schritt ST6 fortgesetzt, um einen Soll-Drosselklappenöffnungsgrad TA_{egrof} für das geschlossene AGR-Ventil **81** zu berechnen. Um genauer zu sein, wird die Motordrehzahl N_e vom Ausgangssignal des Kurbelwellenpositionssensors **41** abgelesen, und die Kühlmitteltemperatur im Motor **1** wird vom Ausgangssignal des Wassertemperatursensors **31** abgelesen. Dann wird, basierend auf der Motordrehzahl N_e und der Kühlmitteltemperatur, der Soll-Drosselklappenöffnungsgrad TA_{egrof} unter Bezugnahme auf ein spezifisches Kennfeld (ein zweidimensionales Kennfeld) für das geschlossene AGR-Ventil **81** berechnet.

[0058] Die ECU **100** steuert eine Betätigung des Drosselklappenventils **62** derart, dass der Ist-Drosselklappenöffnungsgrad (Wert, der durch den Drosselklappenöffnungssensor **39** erfasst wird) dem Soll-Drosselklappenöffnungsgrad TA_{egrof} entspricht, der bei Schritt ST6 berechnet wurde. Dadurch wird das Volumen der Saugluft während einer Verlangsamung unter Berücksichtigung des geschlossenen AGR-Ventils **81** gesteuert.

[0059] Das zweidimensionale Kennfeld zum Berechnen des Soll-Drosselklappenöffnungsgrads TA_{egrof} verwendet die Motordrehzahl N_e und die Kühlmitteltemperatur als Parameter. Auf dieses Kennfeld werden empirisch ermittelte und berechnete Daten über den Drosselklappenöffnungsgrad aufgetragen, um einen angemessenen Innendruck im Saugrohr beizubehalten. Die ECU **100** speichert das Kennfeld im ROM **102**. Das zweidimensionale Kennfeld zum Berechnen des Soll-Drosselklappenöffnungsgrads TA_{egrof} für das geschlossene AGR-Ventil **81** ist so ausgelegt, dass es, im Vergleich zu einem gewöhnlichen Kennfeld (das in Schritt ST7 verwendet wird) zum Berechnen eines Soll-Drosselklappenöffnungsgrads TA_{egron} für das geöffnete AGR-Ventil **81**, einen größeren Soll-Drosselklappenöffnungsgrad, in anderen Worten, einen größeren Sollwert zum Steuern des Saugluftvolumens während einer Verlangsamung aufweist. Eine Erörterung des gewöhnlichen Kennfelds erfolgt an späterer Stelle.

[0060] In Schritt ST3 bestimmt die ECU **100**, ob sich die Abgastemperatur, die von dem Ausgangssignal der Abgastemperatur **36** gelesen wird, auf ei-

nem hohen Wert befindet (z. B. 500–750 C). Wenn sich die Abgastemperatur nicht auf einem hohen Wert befindet, wird der Prozess bei Schritt ST7 fortgesetzt, um den Soll-Drosselklappenöffnungsgrad TAegron unter Bezugnahme auf das zweidimensionale Kennfeld zu berechnen, das unter normalen Betriebsbedingungen angewendet wird. Um genauer zu sein, wird die Motordrehzahl Ne vom Ausgangssignal des Kurbelwinkelpositionssensors **41** gelesen, und die Kühlmitteltemperatur im Motor **1** wird vom Ausgangssignal des Wassertempersensors **31** gelesen. Dann wird, basierend auf der Motordrehzahl Ne und der Kühlmitteltemperatur, der Soll-Drosselklappenöffnungsgrad TAegron unter Bezugnahme auf das zweidimensionale Kennfeld berechnet.

[0061] Die ECU **100** steuert eine Betätigung des Drosselklappenventils **62** derart, dass der Ist-Drosselklappenöffnungsgrad (der Wert, der durch den Drosselklappenöffnungssensor **39** erfasst wird) mit dem Soll-Drosselklappenöffnungsgrad TAegron übereinstimmt, der in Schritt ST7 berechnet wird. Dadurch wird das Saugluftvolumen während einer Verlangsamung unter Berücksichtigung des geöffneten AGR-Ventils **81** und der niedrigen Abgastemperatur gesteuert.

[0062] Als Parameter verwendet das zweidimensionale Kennfeld zum Berechnen des Soll-Drosselklappenöffnungsgrads TAegron die Motordrehzahl Ne und die Kühlmitteltemperatur. Auf dieses Kennfeld werden empirisch ermittelte und berechnete Daten über den Drosselklappenöffnungsgrad durch Berücksichtigung des Saugluftvolumens während einer Verlangsamung aufgetragen, um die Katalysator-Betttemperatur beizubehalten. Das Kennfeld wird durch die ECU **100** im ROM **102** gespeichert.

[0063] Aus den nachstehend angegebenen Gründen ist die Kühlmitteltemperatur als einer der Parameter in den in den Schritten ST6 und ST7 herangezogenen zweidimensionalen Kennfeldern beinhaltet. Wenn eine Kühlmitteltemperatur gering ist, kommt es zu einem geringeren AGR-Volumen als im Vergleich zu einem Fall mit einer höheren Kühlmitteltemperatur, d. h. bei Motoraufwärmbedingungen. Eine Steuerung des Drosselklappenöffnungsgrads basierend auf dem Volumen der AGR, das für die Motoraufwärmbedingungen angenommen wird, bewirkt einen übermäßigen Abfall des Innendrucks im Saugrohr. Angesichts dieser Problematik ist die Kühlmitteltemperatur als ein Parameter in dem Kennfeld zum Berechnen des Soll-Drosselklappenöffnungsgrads beinhaltet. Dadurch wird ermöglicht, die Auswirkung der geringeren Kühlmitteltemperatur zu kompensieren, wodurch der Innendruck im Saugrohr auf einem angemessenen Wert beibehalten wird.

[0064] Wenn im Gegensatz dazu das Ergebnis der Bestimmung in Schritt ST3 stimmt, d. h. die Abgas-

temperatur sich auf einem hohen Wert befindet, wird der Prozess bei Schritt ST4 fortgesetzt, um zu bestimmen, ob die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung zugange ist. Wenn das Ergebnis der Bestimmung falsch ist, bestimmt die ECU **100**, dass die PM-Katalysator-Regenerationssteuerung zugange ist oder das Fahrzeug im normalen Fahrmodus mit einer hohen Abgastemperatur läuft (z. B. beim Fahren mit hoher Drehzahl über lange Stunden hinweg). Dann wird der Vorgang bei Schritt ST8 fortgesetzt, um einen Soll-Drosselklappenöffnungsgrad TAegron1 zu berechnen.

[0065] Insbesondere wird, basierend auf der Motordrehzahl Ne, die anhand des Ausgangssignals des Kurbelwinkelpositionssensors **41** abgelesen wird, der Soll-Drosselklappenöffnungsgrad TAegron1 unter Bezugnahme auf ein in [Fig. 4](#) gezeigtes eindimensionales Kennfeld einschließlich Mpm1 bis Mpm3 berechnet. Es werden entweder Mpm1, Mpm2 oder Mpm3 aus dem eindimensionalen Kennfeld abhängig von der (geschätzten) Menge der PM-Ablagerungen im DPNR-Katalysator **4b** ausgewählt, um den Soll-Drosselklappenöffnungsgrad TAegron1 zu berechnen.

[0066] Die ECU **100** steuert eine Betätigung des Drosselklappenventils **62** derart, dass der Ist-Drosselklappenöffnungsgrad (der Wert, der durch den Drosselklappenöffnungssensor **39** erfasst wird) dem Soll-Drosselklappenöffnungsgrad TAegron1 entspricht, der bei Schritt ST8 berechnet wird. Dadurch wird das Saugluftvolumen während einer Verlangsamung unter Berücksichtigung des geöffneten AGR-Ventils **81** und der hohen Abgastemperatur gesteuert.

[0067] Wie in [Fig. 4](#) gezeigt ist, verwendet das eindimensionale Kennfeld, das Mpm1 bis Mpm3 beinhaltet, die Motordrehzahl Ne als Parameter, und es werden empirisch ermittelte und berechnete Daten über den Soll-Drosselklappenöffnungsgrad aufgetragen, die empirisch ermittelt werden. Die ECU **100** speichert dieses Kennfeld im ROM **102**. Das eindimensionale Kennfeld in [Fig. 4](#), Mpm1 bis Mpm3 beinhaltet drei Regionen, die durch Aufteilen des zulässigen Bereichs der Menge der PM-Ablagerungen zwischen 0 und maximal in drei definiert sind: „Mpm1: große Menge von PM-Ablagerungen“, „Mpm2: mittlere Menge von PM-Ablagerungen“ und „Mpm3: kleine Menge von PM-Ablagerungen“. Mpm1, Mpm2 und Mpm3 sind so ausgelegt, dass sie jeweils eigene Drosselklappenöffnungsgrade, in anderen Worten Saugluftvolumina während einer Verlangsamung aufweisen, die wie in der Ordnung von Mpm1, Mpm2 und Mpm3 abnehmen.

[0068] Wenn wiederum das Ergebnis der Bestimmung in Schritt ST4 stimmt, d. h. wenn die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung zugange

ge ist, wird der Vorgang bei Schritt ST5 fortgesetzt, um eine Soll-Drosselklappenöffnung TAsox für die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung zu berechnen. Insbesondere wird basierend auf der Motordrehzahl Ne, die vom Ausgangssignal der Kurbelwellenpositionssensors **41** gelesen wird, der Soll-Drosselklappenöffnungsgrad TAsox unter Bezugnahme auf ein eindimensionales Kennfeld Msox, das in [Fig. 4](#) gezeigt ist, berechnet. Die ECU **100** steuert eine Betätigung des Drosselklappenventils **62** derart, dass der Ist-Drosselklappenöffnungsgrad (der Wert, der durch den Drosselklappenöffnungssensor **39** erfasst wird) dem Soll-Drosselklappenöffnungsgrad TAsox entspricht, der in Schritt ST5 berechnet wird. Dadurch wird das Saugluftvolumen während einer Verlangsamung für die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung gesteuert.

[0069] Die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung wird im Anschluss an die PM-Katalysator-Regenerationssteuerung ausgeführt. Daher wird bei der Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung ein geringeres Saugluftvolumen bei während der Verlangsamung benötigt als im Vergleich zur PM-Katalysator-Regenerationssteuerung. Angesichts dessen ist das eindimensionale Kennfeld Msox, das für die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung verwendet wird, so ausgelegt, dass es einen geringeren Soll-Drosselklappenöffnungsgrad aufweist, in anderen Worten einen geringeren Soll-Wert zum Steuern des Saugluftvolumens während einer Verlangsamung, als im Vergleich zum eindimensionalen Kennfeld Mpm3 (geringe Menge von PM-Ablagerungen), das für die PM-Katalysator-Regenerationssteuerung verwendet wird. Um genauer zu sein, verwendet das eindimensionale Kennfeld Msox für die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung die Motordrehzahl Ne als Parameter. Auf dieses Kennfeld werden empirisch ermittelte und berechnete Daten über den Drosselklappenöffnungsgrad aufgetragen, die empirisch erhalten werden, in dem das Saugluftvolumen während einer Verlangsamung berücksichtigt wird, um die Katalysator-Betttemperatur beizubehalten. Die ECU **100** speichert das Kennfeld im ROM **102**.

[0070] Ein Soll-Drosselklappenöffnungsgrad, der im Kennfeld Msox für die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung gezeigt ist, kann gleich oder in der Nähe der Soll-Drosselklappenöffnung voreingestellt werden, die in dem zweidimensionalen Kennfeld gezeigt ist (die in Schritt ST7 verwendet wird), die auf normale Fahrbedingungen angewendet wird (das geöffnete AGR-Ventil **81** und die niedrige Abgastemperatur).

[0071] Wie vorstehend beschrieben, wird in der Ausführungsform der Erfindung für den Zweck der „Rußentfernung“, durch die die PM-Ablagerungen im DPNR-Katalysator **4b** verbrannt wer-

den, die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung nach der PM-Katalysator-Regenerationssteuerung ausgeführt. Für die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung wird die Soll-Drosselklappenöffnung reduziert, um das Saugluftvolumen während einer Verlangsamung zu reduzieren, wodurch verhindert wird, dass die Katalysator-Betttemperatur abfällt. Somit wird die Katalysator-Betttemperatur auf einem Wert beibehalten, der für die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellung geeignet ist. Dies führt zu einer effizienteren Katalysatorwiederherstellung von einer Schwefelvergiftung und daher zu einer kürzeren Wiederherstellungszeit und reduziert zudem die Menge des zusätzlichen Kraftstoffs, der zur Erhöhung der Katalysator-Betttemperatur notwendig ist. Folglich nimmt die Kraftstoffersparnis infolge der Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung nicht ab.

[0072] In der erfindungsgemäßen Ausführungsform kann, wenn eine hohe Abgastemperatur erzeugt wird, ein jeweiliges der Kennfelder Mpm1 bis Mpm3 abhängig von der Menge der PM-Ablagerungen im DPNR-Katalysator **4b** ausgewählt werden, um den Soll-Drosselklappenöffnungsgrad (Mpm1 für eine große Menge von PM-Ablagerungen, Mpm2 für eine mittlere Menge von PM-Ablagerungen und Mpm3 für eine kleine Menge von PM-Ablagerungen) zu berechnen. Dadurch wird ermöglicht, das geeignete Saugluftvolumen während einer Verlangsamung zu bestimmen, das für die zu bestimmende Menge der PM-Ablagerungen im DPNR-Katalysator **4b** geeignet ist. Dadurch wird daher ein Abfall der Katalysator-Betttemperatur aufgrund eines übermäßigen Anstiegs des Saugluftvolumens während der PM-Katalysator-Regenerationssteuerung verhindert. Dadurch wird eine effizientere PM-Katalysatorregeneration erreicht.

[0073] Es erfolgt anschließend eine Beschreibung einer weiteren Ausführungsform. In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform wird das erfindungsgemäße Abgasreinigungssystem auf einen Vierzylinder-Dieselmotor mit Direkteinspritzung angewendet. Die Erfindung ist jedoch nicht auf diese Ausführungsform beschränkt. Das erfindungsgemäße Abgasreinigungssystem kann alternativ auf andere Dieselmotoren mit einer beliebigen Anzahl von Zylindern angewendet werden, wie einem Sechszylinder-Dieselmotor mit Direkteinspritzung. Neben Dieselmotoren mit Direkteinspritzung kann die Erfindung auch auf andere Arten von Dieselmotoren angewendet werden, Ferner kaum die Erfindung nicht nur für Fahrzeugmotoren, sondern auch für andere Zwecke ausgelegte Motoren verwendet werden.

[0074] Bei der zuvor beschriebenen Ausführungsform beinhaltet die katalytische Umwandlungseinrichtung **4** den NSR-(NO_x-Speicherreduktions-)Katalysator **4a** und den DPNR-Katalysator **4b**. Alternativ kann die katalytische Umwandlungseinrichtung **4** ne-

ben dem NSR-Katalysator **4a** einen DPF-Katalysator oder einem Oxidationskatalysator beinhalten.

[0075] Obgleich die Erfindung unter Bezugnahme auf beispielhafte Ausführungsformen derselben beschrieben worden ist, wird darauf hingewiesen, dass die Erfindung nicht auf die beschriebenen Ausführungsformen und Konstruktionen beschränkt ist. Im Gegensatz dazu soll die Erfindung verschiedene Modifizierungen und entsprechende Anordnungen abdecken. Obgleich verschiedene Element der Ausführungsformen in verschiedenen beispielhaften Kombinationen und Konfigurationen gezeigt sind, befinden sich andere Kombinationen und Konfigurationen, die mehr, weniger oder nur ein einzelnes Element umfassen, darüber hinaus ebenfalls im Schutzbereich der Erfindung.

Patentansprüche

1. Abgasreinigungssystem für einen Verbrennungsmotor **(1)**, wobei das System folgende Merkmale aufweist:

einen Katalysator **(4)**, der in einer Abgasleitung des Verbrennungsmotors **(1)** angeordnet ist; und einen Katalysatorsteuerungsabschnitt **(100)**, der eine Steuerung des Katalysators **(4)** einschließlich einer PM-Regenerationssteuerung und einer Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung ausführt;

dadurch gekennzeichnet, dass das System ferner aufweist:

ein Zusatzkraftstoffventil, das einen zusätzlichen Kraftstoff, der für den Verbrennungsmotor **(1)** verwendet wird, der Abgasleitung zuführt;

wobei ein geringeres Soll-Saugluftvolumen für die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung als für das Soll-Saugluftvolumen eingestellt wird, das für die PM-Regenerationssteuerung eingestellt ist, und

wobei das Soll-Saugluftvolumen für jeweils die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung und die PM-Regenerationssteuerung ein Soll-Saugluftvolumen ist, das während einer Verlangsamung eines Fahrzeugs verwendet wird, das mit dem Verbrennungsmotor **(1)** ausgestattet ist.

2. Abgasreinigungssystem für einen Verbrennungsmotor **(1)**, nach Anspruch 1, wobei der Katalysatorsteuerungsabschnitt **(100)** die PM-Regenerationssteuerung vor dem Ausführen der Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung ausführt.

3. Abgasreinigungssystem für einen Verbrennungsmotor **(1)** nach Anspruch 1 oder 2, wobei, wenn eine Menge von Partikelablagerungen geringer ist als eine Referenzmenge, der Katalysatorsteuerungsabschnitt **(100)** ein geringeres Soll-Saugluftvolumen während der PM-Regenerationssteuerung einstellt als das Soll-Saugluftvolumen, das eingestellt

wird, wenn die Menge der Partikelablagerungen größer oder gleich der Referenzmenge ist.

4. Abgasreinigungssystem für einen Verbrennungsmotor **(1)** nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Verbrennungsmotor **(1)** ein Dieselmotor ist.

5. Abgasreinigungssystem für einen Verbrennungsmotor **(1)** nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Verbrennungsmotor **(1)** an ein Fahrzeug angebracht ist.

6. Abgasreinigungssystem für einen Verbrennungsmotor **(1)** nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei ein jeweiliger Sollwert zum Steuern des Saugluftvolumens während der Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung und der PM-Regenerationssteuerung durch Anpassen eines Drosselklappenöffnungsgrads im Verbrennungsmotor **(1)** bestimmt wird.

7. Abgasreinigungsverfahren für einen Verbrennungsmotor **(1)**, das folgende Schritte aufweist:

Zuführen eines zusätzlichen Kraftstoffs, der für den Verbrennungsmotor **(1)** verwendet wird, an eine Abgasleitung, um eine Steuerung des Katalysators **(4)** auszuführen, der in der Abgasleitung im Verbrennungsmotor **(1)** angeordnet ist, wobei die Steuerung des Katalysators **(4)** eine PM-Regenerationssteuerung und eine Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung beinhaltet, und

Einstellen des Soll-Saugluftvolumens auf einen geringeren Wert für die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung als für die PM-Regenerationssteuerung,

wobei das Soll-Saugluftvolumen für jeweils die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung und die PM-Regenerationssteuerung ein Soll-Saugluftvolumen während einer Verlangsamung eines Fahrzeugs ist, das mit dem Verbrennungsmotor **(1)** ausgestattet ist.

8. Abgasreinigungsverfahren für einen Verbrennungsmotor **(1)** nach Anspruch 7, wobei die PM-Regenerationssteuerung ausgeführt wird, bevor die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung ausgeführt wird.

9. Abgasreinigungsverfahren für einen Verbrennungsmotor **(1)** nach Anspruch 7 oder 8, wobei, wenn eine Menge von Partikelablagerungen geringer ist als eine Referenzmenge, wenn die PM-Regenerationssteuerung ausgeführt wird, das Soll-Saugluftvolumen auf einen geringeren Wert eingestellt als wenn die Menge der Partikelablagerungen größer oder gleich der Referenzmenge ist.

10. Abgasreinigungsverfahren für einen Verbrennungsmotor **(1)** nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei das Soll-Saugluftvolumen für je-

weils die Schwefelvergiftungs-Wiederherstellungssteuerung und die PM-Regenerationssteuerung durch Anpassen eines Drosselklappenöffnungsgrads des Verbrennungsmotors (1) erreicht wird.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

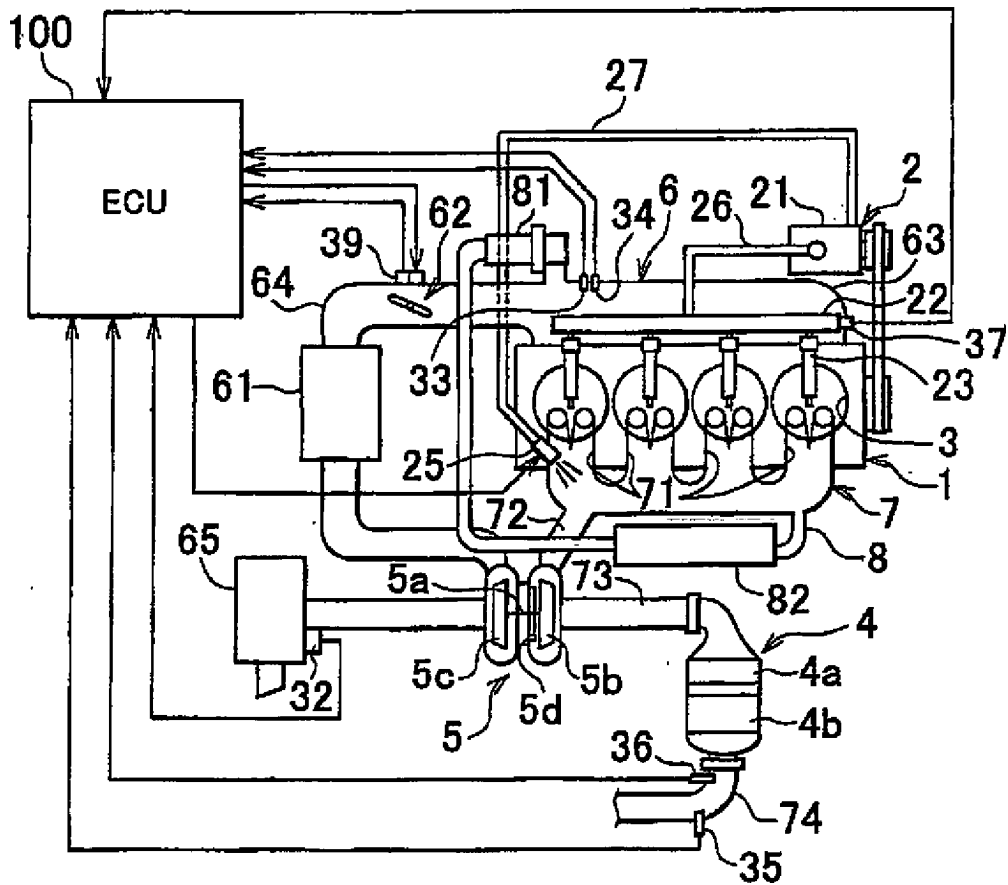


FIG. 2

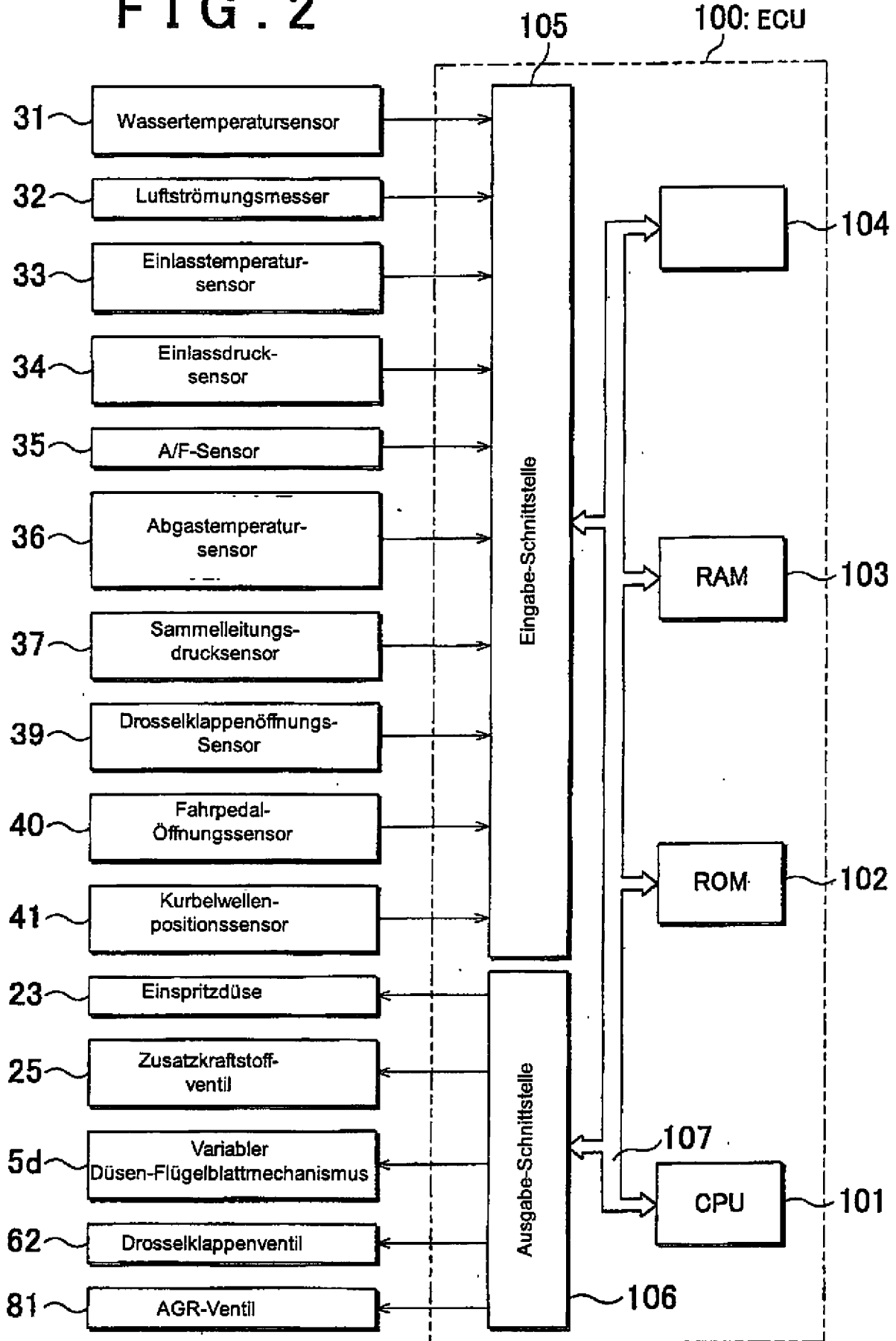


FIG. 3

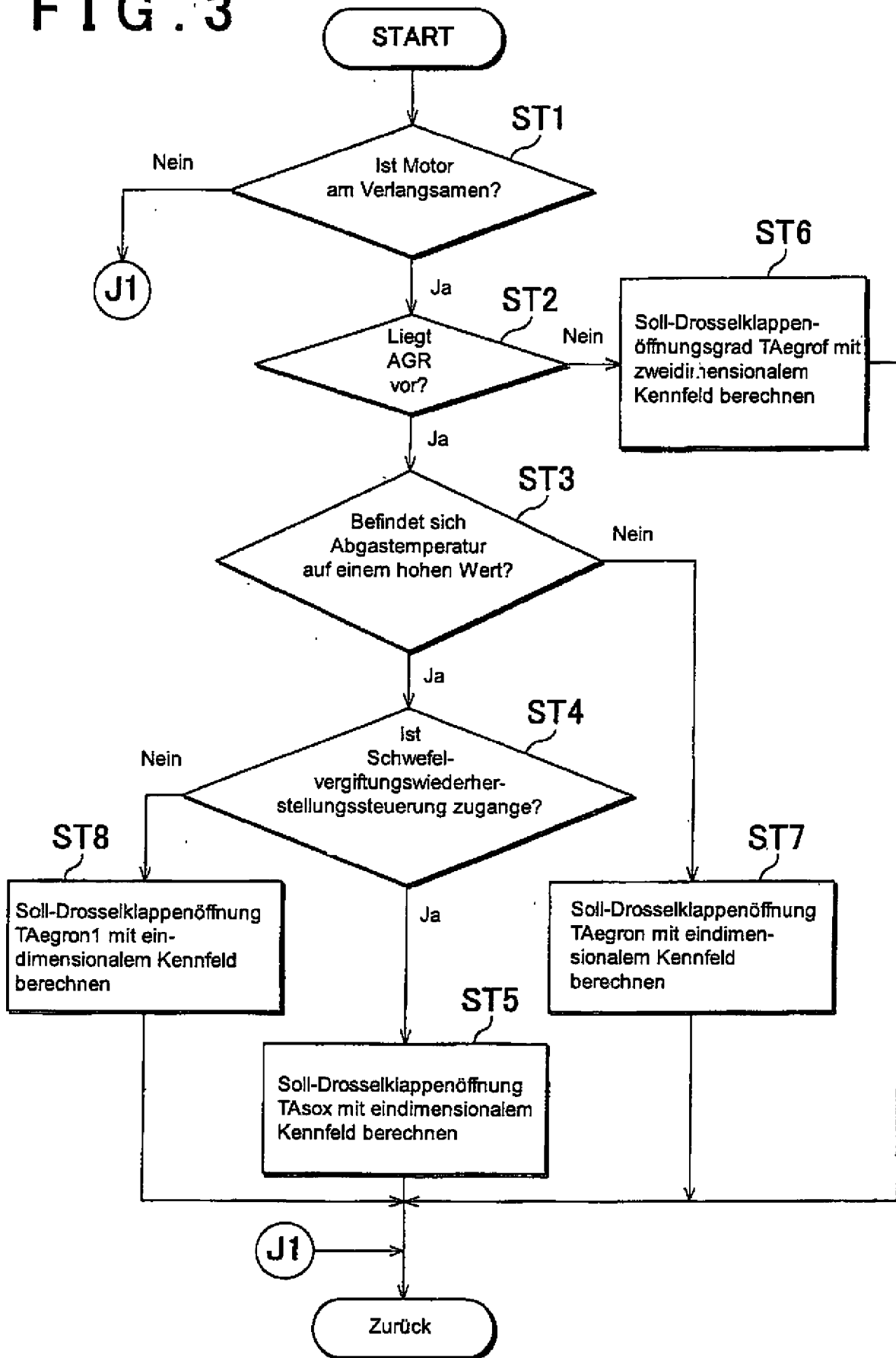


FIG. 4

