



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 050 956 B4** 2006.05.24

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 050 956.5**

(22) Anmeldetag: **19.10.2004**

(43) Offenlegungstag: **19.05.2005**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **24.05.2006**

(51) Int Cl.⁸: **F01N 3/10** (2006.01)

F01N 9/00 (2006.01)

F01N 3/031 (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. 2 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2003-359800 20.10.2003 JP

(73) Patentinhaber:
Toyota Jidosha K.K., Toyota, Aichi, JP

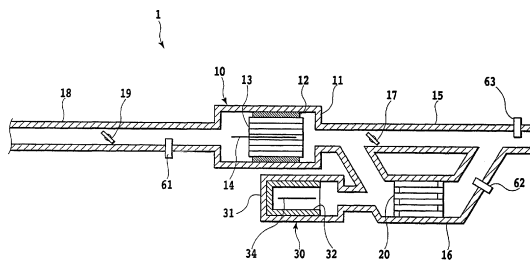
(74) Vertreter:
TBK-Patent, 80336 München

(72) Erfinder:
Yahagi, Hideo, Toyota, Aichi, JP

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 37 11 312 A1
JP 2002-0 21 541 A
JP 2001-2 95 629 A

(54) Bezeichnung: **Abgasreinigungssystem**

(57) Hauptanspruch: Abgasreinigungssystem mit:
einer ersten Aufbereitungseinrichtung (10) zur Herbeiführung einer Anziehungswirkung auf Partikelstoffe im Abgas einer Brennkraftmaschine durch elektrostatische Kräfte, einem Hauptabgaskanal (15) und einem Nebenabgaskanal (16), die auslassseitig der ersten Aufbereitungseinrichtung (10) angeordnet sind, und einer zweiten Aufbereitungseinrichtung (20), die in dem Nebenabgaskanal (16) zur Filterung und Aufbereitung des Abgases angeordnet ist, gekennzeichnet durch ein Kanalsteuerventil (17) zur wahlweisen auslassseitigen Verbindung der ersten Aufbereitungseinrichtung (10) mit dem Hauptabgaskanal (15) oder dem Nebenabgaskanal (16).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Abgasreinigungssystem, das bei einer Brennkraftmaschine zur Abgasreinigung Verwendung findet.

Stand der Technik

[0002] Zur Reinigung der Abgase einer Brennkraftmaschine ist bereits ein Abgasreinigungssystem (ein Plasmareaktor) bekannt, bei dem Plasma eingesetzt wird, das durch Anlegen einer Hochspannung an zwei einander gegenüberliegende Elektroden erzeugt wird. So ist z.B. aus der japanischen Patent-Offenlegungsschrift JP 2001-295 629 A ein mit Filtrierung arbeitendes Gerät bekannt, das durch Anordnung eines Fasergewebefilters im Strömungsweg des Abgases zwischen zwei Metallnetzen erhalten wird, die jeweils eine Elektrode bilden. Bei diesem Gerät werden im Abgas enthaltene und von dem Fasergewebefilter aufgefangene Partikelstoffe bzw. Partikel durch die Energie des von der zwischen den beiden Elektroden anliegenden Hochspannung erzeugten Plasmas in Radikale umgewandelt, wobei HC in H₂O und CO₂ übergeht und ein Teil der Partikel abgebrannt und verascht wird. Ein solches Gerät des Filtrationstyps weist jedoch den Nachteil auf, dass der beim Hindurchtreten des Abgases durch das Filter auftretende Abgas-Strömungswiderstand zu einem Anstieg der Druckverluste führt.

[0003] Weiterhin ist aus der japanischen Patent-Offenlegungsschrift JP 2002-021 541 A ein mit elektrostatischer Anziehung arbeitendes Abgasreinigungssystem des sogenannten Durchlauftyps bekannt, das eine rohrartige äußere Rundelektrode (Umfangselektrode) zum Festhalten von Partikelstoffen bzw. Partikeln sowie eine in deren Axialrichtung verlaufende Mittelelektrode aufweist, wobei durch Anlegen einer Hochspannung zwischen den beiden Elektroden Plasma zur Reinigung des hindurchströmenden Abgases erzeugt wird. Bei diesem Gerät werden die in dem zugeführten Abgas enthaltenen Partikel durch die über die Mittelelektrode stattfindende elektrische Entladung aufgeladen, von der mit der entgegengesetzten Polarität aufgeladenen äußeren Rundelektrode angezogen und lagern sich auf diese Weise an der Rundelektrode an. Die angelagerten Partikel, die durch das Anlegen der Hochspannung zwischen den beiden Elektroden entstehen, werden sodann durch Wärmeeinwirkung und chemische Reaktionen verbrannt bzw. verascht. Hierbei reagieren die Abgas-Schadstoffe HC, CO und NO_x mit dem im Abgas enthaltenen Sauerstoff und werden durch die Energie des zwischen der Mittelelektrode und der äußeren Rundelektrode erzeugten Plasmas in unschädliche Stoffe wie N₂, CO₂, H₂O und dergleichen umgesetzt. Im Vergleich zu dem vorstehend beschriebenen Gerät des Filtrationstyps besitzt dieses mit elektrostatischer Anziehung arbeitende Gerät den Vorteil, dass

bei dem Abgasdruck geringere Druckverluste auftreten.

[0004] Bei dem mit elektrostatischer Anziehung arbeitenden Gerät tritt jedoch der Nachteil auf, dass sich mit steigendem Partikelniederschlag unvollständig verbrannte Partikel aufbauen und insbesondere bei Verwendung eines die Anziehungskraft ausübenden Wabenkörpers bei der äußeren Rundelektrode die nach der Verbrennungsbehandlung (dem Abbrennvorgang) verbleibende Asche auf Grund der Verringerung des Zellenquerschnitts (Durchgangsquerschnitts) zu einem Anstieg der Druckverluste führt, was eine Abnahme der Aufbereitungs- und Reinigungsleistung zur Folge hat. Hierbei vergrößert sich der Partikeldurchmesser der festgehaltenen Partikel mit fortschreitendem Niederschlag durch die gegenseitige Anlagerung von Partikeln über die HC-Bestandteile, die H₂O-Bestandteile oder andere Bestandteile, wodurch die Gefahr besteht, dass sich Partikel von der Anziehungsfläche ablösen und in stromabwärtiger Richtung aus dem Gerät abgeführt werden, bevor sie einer Hochspannung ausgesetzt und umgewandelt worden sind.

[0005] Die Druckschrift DE 37 11 312 A1 offenbart eine Diesel-Brennkraftmaschine mit einem Abgasleitungssystem, bei dem eine Einrichtung vorgesehen ist zur Ionisierung von im Abgas der Brennkraftmaschine enthaltenen Rußpartikeln. Die ionisierten Partikel werden mittels einer entsprechenden Vorrichtung durch elektrostatische Wirkungen aus dem Abgas der Brennkraftmaschine abgeschieden. Das Abscheiden geschieht durch die Bereitstellung gegensinnig geladener und ein elektrisches Feld aufbauender Platten, die von dem die ionisierten Rußpartikel enthaltenden Abgas durchströmt werden. Die Rußpartikel werden in eine Rußpartikelleitung abgelenkt und über diese Leitung einer entgeltigen Entsorgung, beispielsweise in Form einer Nachverbrennung zugeführt.

Aufgabenstellung

[0006] Der Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zu Grunde, bei einem Abgasreinigungssystem der eingangs genannten Art den Ausstoß bzw. die Abführung von unbehandelten Partikeln dahingehend zu begrenzen, dass die Nachteile des mit elektrostatischer Anziehungswirkung arbeitenden Gerätes des Standes der Technik minimal gehalten werden.

[0007] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch ein Abgasreinigungssystem nach Patentanspruch 1 sowie durch ein Verfahren zur Abgasreinigung nach Patentanspruch 7.

[0008] Das erfindungsgemäße Abgasreinigungssystem umfasst eine erste Aufbereitungseinrichtung

zur Herbeiführung einer Anziehungswirkung auf Partikelstoffe im Abgas einer Brennkraftmaschine durch elektrostatische Kräfte, einen Hauptabgaskanal und einen Nebenabgaskanal, die auslassseitig der ersten Aufbereitungseinrichtung angeordnet sind, eine zweite Aufbereitungseinrichtung, die in dem Nebenabgaskanal zur Filterung und Aufbereitung des Abgases angeordnet ist, und ein Kanalsteuerventil zur wahlweisen auslassseitigen Verbindung der ersten Aufbereitungseinrichtung mit dem Hauptabgaskanal oder dem Nebenabgaskanal.

[0009] Weiterhin umfasst das erfindungsgemäße Abgasreinigungssystem vorzugsweise eine Steuereinrichtung zur Steuerung der ersten Aufbereitungseinrichtung, der zweiten Aufbereitungseinrichtung und des Kanalsteuerventils, die bei Erfüllung einer vorgegebenen Bedingung die von der ersten Aufbereitungseinrichtung ausgeübte Anziehungswirkung beendet und den Ausgangsbereich der ersten Aufbereitungseinrichtung über das Kanalsteuerventil wahlweise mit dem Nebenabgaskanal verbindet.

[0010] Vorzugsweise besteht die vorgegebene Bedingung darin, dass die Drehzahl der Brennkraftmaschine unter einem vorgegebenen Wert liegt oder die Durchflussmenge bzw. Durchflussgeschwindigkeit des Abgases unter einem vorgegebenen Wert liegt oder das mit der Brennkraftmaschine ausgestattete Kraftfahrzeug sich in einem Verzögerungszustand befindet.

[0011] Vorzugsweise umfasst die zweite Aufbereitungseinrichtung ein Filter und einen im stromaufwärtigen Bereich des Filters angeordneten Plasmagenerator.

[0012] Ferner umfasst das Verfahren zur Abgasreinigung die Verfahrensschritte der Betätigung der ersten Aufbereitungseinrichtung zur Beendigung der Partikelanziehung und wahlweise Verbindung des Ausgangsbereiches der ersten Aufbereitungseinrichtung mit dem Nebenabgaskanal durch die Wirkung des Kanalsteuerventils. Auf diese Weise kann entweder der Betätigungsschritt oder der Verbindungsschritt jeweils vorher durchgeführt werden, wobei außerdem die Möglichkeit besteht, die Durchführung beider Schritte gleichzeitig zu beginnen.

Ausführungsbeispiel

[0013] Die Erfindung wird nachstehend anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die zugehörigen Zeichnungen näher beschrieben. Es zeigen:

[0014] [Fig. 1](#) eine schematische Schnittansicht, die ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Abgasreinigungssystems veranschaulicht,

[0015] [Fig. 2](#) ein Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels eines Steuersystems für das Abgasreinigungssystem, und

[0016] [Fig. 3](#) ein Ablaufdiagramm, das einen erfindungsgemäßen Steuerablauf veranschaulicht.

[0017] Nachstehend wird ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Abgasreinigungssystems näher beschrieben, das in geeigneter Weise bei einem Kraftfahrzeug einsetzbar ist, indem es in einem Abgaskanal einer (nicht dargestellten) Brennkraftmaschine zur Reinigung des aus den Brennräumen der Brennkraftmaschine abgeführten Abgases angeordnet wird.

[0018] Wie es in [Fig. 1](#) veranschaulicht ist, umfasst das Abgasreinigungssystem **1** einen als eine erste Aufbereitungseinrichtung dienenden Auffangreaktor **10** in Form eines mit elektrostatischer Anziehungswirkung arbeitenden Plasmareaktors sowie ein als eine zweite Aufbereitungseinrichtung dienendes Partikelfilter **20**, das als Filter des Filtrationstyps ausgestaltet ist. Im mittleren Bereich eines Hauptabgaskanals **15** ist ausgangsseitig des Auffangreaktors **10** ein Nebenabgaskanal **16** abgezweigt, in dessen mittlerem Bereich das Partikelfilter **20** angeordnet ist. Das ausgangsseitige Ende des Nebenabgaskanals **16** ist dann wieder mit dem Hauptabgaskanal **15** verbunden.

[0019] Der Auffangreaktor **10** zieht die in dem von der Brennkraftmaschine ausgestoßenen Abgas enthaltenen und nachstehend vereinfacht als Partikel bezeichneten Partikelstoffe durch Ausübung einer elektrostatischen Kraft an und führt eine Behandlung dieser Partikelstoffe bzw. Partikel durch. Hierbei umfasst der Auffangreaktor **10** eine im wesentlichen zylindrische Kammer **11**, eine im wesentlichen zylindrisch ausgestaltete und im Inneren der Kammer **11** angeordnete äußere Rund- oder Umfangselektrode **12**, einen im Inneren der äußeren Rundelektrode **12** angeordneten und im wesentlichen zylindrisch ausgestalteten und als Filter dienenden Wabenkörper **13** sowie eine dünne, stabförmige Mittelelektrode **14**, die in den Wabenkörper **13** eingefügt ist und in Richtung der Längsachse der äußeren Rundelektrode **12** verläuft.

[0020] Die äußere Rundelektrode **12** und die Mittelelektrode **14** bestehen in geeigneter Weise aus einem Metallmaterial wie rostfreiem Stahl mit einer ausreichenden elektrischen Leitfähigkeit, Wärmebeständigkeit und Korrosionsbeständigkeit, wobei die äußere Rundelektrode **12** von einer Platte, einer Folie, einem Drahtnetz oder einem gelochten bzw. gestanzten Blech aus diesem Material gebildet werden kann. Ein stromaufwärtiger Bereich der Mittelelektrode **14** ist nicht von der äußeren Rundelektrode **12** umgeben und liegt somit frei, sodass in diesem Be-

reich die im Abgas enthaltenen Partikel elektrisch aufgeladen werden. Hierbei können in der Nähe des stromaufwärtigen Endes der Mittelelektrode zweigartige Vorsprünge zur Verbesserung der elektrischen Entladung vorgesehen sein.

[0021] Der Wabenkörper **13** stellt ein bekanntes Wabenfilter (Wabenkeramikfilter) dar, das von einem porösen gesinterten Körper aus Siliciumkarbid gebildet wird. Der Wabenkörper **13** besitzt eine Anzahl von regelmäßig in seiner Axialrichtung verlaufenden Zellen mit im wesentlichen rechteckigem bzw. quadratischem Querschnitt, die jeweils durch eine dünne Zellenwand voneinander getrennt sind. Die vorderen und hinteren Enden der jeweiligen Zellen sind hierbei offen, sodass die stromaufwärtige Seite und die stromabwärtige Seite des Innenraums der Kammer **11** auf diese Weise miteinander in Verbindung stehen. Die Oberflächen der Zellenwände sind mit einem Oxidationskatalysator versehen, der aus einem metallischen Element wie einem Element der Platingruppe (z.B. Pt), Vanadium, Kupfer oder Mangan oder aus einem Metalloxid wie Aluminiumoxid besteht.

[0022] Das Partikelfilter **20** wird im wesentlichen von einem aus porösem gesintertem Siliciumkarbid bestehenden Wabenfilter (Wabenkeramikfilter) gebildet, bei dem eine Anzahl von in dessen Axialrichtung verlaufenden Zellen mit im wesentlichen rechteckigem bzw. quadratischem Querschnitt in der Weise verschlossen sind, dass jeweils von zwei benachbarten Zellen eine Zelle an ihrer Vorderseite geschlossen ist, während die andere Zelle dieses Zellenpaars an ihrer Rückseite verschlossen ist. Auf diese Weise tritt das der Vorderseite des Partikelfilters **20** zugeführte Abgas in das Partikelfilter **20** über die an ihrer Vorderseite geöffneten Zellen ein, tritt durch die Zellenwände hindurch und wird sodann über die diesen Zellen benachbarten Zellen mit der geöffneten Rückseite in den stromabwärtigen Bereich des Partikelfilters **20** abgeführt, wobei die Partikel mit einem größeren Partikeldurchmesser als der Porendurchmesser der Zellenwände von dem Partikelfilter **20** festgehalten werden.

[0023] Im stromaufwärtigen Bereich ist vor dem Partikelfilter **20** ein Plasmagenerator **30** angeordnet. Der Plasmagenerator **30** dient zur Umwandlung des in seinem Innenraum oder in der Nähe des Partikelfilters **20** befindlichen Abgases durch eine durch Anlegen einer Hochspannung herbeigeführte elektrische Entladung in Radikale und damit zur Bildung von O₂ und NO₂. Der Plasmagenerator **30** umfasst eine im wesentlichen zylindrische Kammer **31**, eine in der Kammer **31** angeordnete und im wesentlichen zylindrisch ausgebildete äußere Rund- oder Umfangselektrode **32** sowie eine dünne stabförmige Mittelelektrode **34**, die in Richtung der Längsachse der äußeren Rundelektrode **32** verläuft.

[0024] Die äußere Rundelektrode **32** und die Mittelelektrode **34** bestehen in geeigneter Weise aus einem Metallmaterial wie rostfreiem Stahl mit einer ausreichenden elektrischen Leitfähigkeit, Wärmebeständigkeit und Korrosionsbeständigkeit, wobei die äußere Rundelektrode **32** von einer Platte, einer Folie, einem Drahtnetz oder einem gelochten bzw. gestanzten Blech aus diesem Material gebildet werden kann.

[0025] Im stromaufwärtigen Bereich ist mit dem Auffangreaktor **10** ein Frontrrohr **18** verbunden, in dem mittig ein Brems- oder Verzögerungsventil **19** zum Verschließen des Rohrs in einer Verzögerungsphase des Kraftfahrzeugs wie z.B. einer Motorbremsung angeordnet ist. In der Nähe des Abzweigungspunktes des Nebenabgaskanals **16** von dem Hauptabgaskanal **15** ist ein Kanalsteuerventil **17** zum Öffnen oder Schließen des Hauptabgaskanals **15** vorgesehen. Das Brems- oder Verzögerungsventil **19** sowie das Kanalsteuerventil **17** werden jeweils von einem Klappenventil bzw. einer Absperr- oder Drosselklappe gebildet.

[0026] Wenn das Kanalsteuerventil **17** den Hauptabgaskanal **15** absperrt, fließt das aus dem Auffangreaktor **10** abströmende Abgas in den Nebenabgaskanal **16**, während bei einer Öffnung des Hauptabgaskanals **15** durch das Kanalsteuerventil **17** das Abgas sowohl in den Hauptabgaskanal **15** als auch den Nebenabgaskanal **16** strömt. Auf Grund des hohen Strömungswiderstandes des Partikelfilters **20** fließt das Abgas in diesem Falle jedoch im wesentlichen in den Hauptabgaskanal **15**.

[0027] Bei der Schaltungsanordnung gemäß [Fig. 2](#) umfassen eine Gleichhochspannungsgeneratorschaltung **51** zur Zuführung einer Hochspannung zu dem Auffangreaktor **10** sowie eine Impulshochspannungsgeneratorschaltung **52** zur Zuführung einer Hochspannung zu dem Plasmagenerator **30** jeweils eine Wechselrichterschaltung, einen Transformator, Gleichrichterioden oder dergleichen. Hierbei ist eine (nicht dargestellte) Gleichstromquelle wie die fahrzeugeigene Batterie zur Zuführung der erforderlichen elektrischen Leistung mit der Gleichhochspannungsgeneratorschaltung **51** und der Impulshochspannungsgeneratorschaltung **52** verbunden.

[0028] Eine (nachstehend als elektronische Steuereinheit und in [Fig. 2](#) als ECU bezeichnete) elektronische Steuereinrichtung **60** zur Steuerung des Gesamtsystems umfasst eine Zentraleinheit (CPU), einen Festspeicher (ROM), einen Direktzugriffsspeicher (RAM), Eingangs- und Ausgangsschnittstellen, einen nichtflüchtigen Speicher oder dergleichen. Ein stromauf des Auffangreaktors **10** angeordneter Temperatur/Drucksensor **61**, ein stromab des Partikelfilters **20** angeordneter Temperatur/Drucksensor **62** und ein stromab des Verbindungspunktes zwischen

den Kanälen **15** und **16** in dem Hauptabgaskanal **15** angeordneter Partikelmengensensor **63** sind mit der Eingangsschnittstelle der elektronischen Steuereinheit **60** verbunden. Außerdem sind mit der Eingangsschnittstelle der elektronischen Steuereinheit **60** ein Maschinen- oder Motordrehzahlsensor **64**, ein Drosselklappen-Stellungssensor **65**, ein Luft-Kraftstoff-verhältnis-Sensor (A/F-Sensor) **66**, ein ansaugseitig vorgesehene Luftdurchflussmengen-Messgerät **67**, ein in einer Ansaugsammelleitung (einem Ansaugkrümmer) vorgesehener Ansaugdrucksensor **68**, ein in einer Abgassammelleitung (einem Abgaskrümmer) vorgesehener O₂-Sensor **69** oder dergleichen verbunden. In der elektronischen Steuereinheit **60** werden Werte, die den Betriebszustand der Brennkraftmaschine repräsentieren, auf der Basis der von diesen Sensoren abgegebenen Messsignale berechnet und in einer nachstehend noch näher beschriebenen Weise verarbeitet.

[0029] Außer der vorstehend beschriebenen Gleichhochspannungsgeneratorschaltung **51** und der Impulshochspannungsgeneratorschaltung **52** sind mit der Ausgangsschnittstelle der elektronischen Steuereinheit **60** ein Verzögerungsventil-Betätigungsolenoid **53** sowie ein Kanalsteuerventil-Betätigungsolenoid **54** verbunden.

[0030] In dem Festspeicher der elektronischen Steuereinheit **60** sind verschiedene, nachstehend noch näher beschriebene Funktionen und Bezugswerte zusammen mit Steuerprogrammen vorgespeichert. Die elektronische Steuereinheit **60** arbeitet in Abhängigkeit von diesen vorgegebenen Steuerprogrammen und berechnet die Durchflussmenge bzw. Durchflussgeschwindigkeit des Abgases auf der Basis der von den verschiedenen Sensoren erhaltenen Messwerte. Auf der Basis dieser Durchflussmenge bzw. Durchflussgeschwindigkeit des Abgases berechnet die elektronische Steuereinheit **60** sodann ein Ansteuerimpulssignal (ein Auftastsignal) zur Ansteuerung einer Wechselrichterschaltung der Gleichhochspannungsgeneratorschaltung **51** und der Impulshochspannungsgeneratorschaltung **52**, ein Spannungsindikationssignal oder andere Signale und gibt diese Signale ab. In den Spannungsgeneratorschaltungen **51** und **52** wird die von der Gleichstromquelle abgegebene Gleichspannung durch die Wechselrichter in eine Wechselspannung umgesetzt, die nach einer über die Transformatoren erfolgenden Aufwärtstransformation in den Dioden gleichgerichtet wird. Diese Ausgangsspannung wird dann dem Auffangreaktor **10** und dem Plasmagenerator **30** zugeführt.

[0031] Nachstehend wird die Wirkungsweise des derart aufgebauten Ausführungsbeispiels näher beschrieben. Ein durch das Ablaufdiagramm gemäß **Fig. 3** veranschaulichtes Verarbeitungsprogramm wird wiederholt während eines konstanten Zeitinter-

valls Δt von der elektronischen Steuereinheit **60** ausgeführt. Zunächst werden nach einer Initialisierung des Speichers die von den jeweiligen Sensoren ermittelten Messwerte in einem Schritt S30 eingelesen (d.h., die von den Temperatur/Drucksensoren **61**, **62** erhaltene Temperatur und der Druck des Abgases, die von dem Partikelmengensensor **63** erhaltene Partikel-Durchflussmenge, die von dem Motordrehzahlsensor **64** erhaltene Motordrehzahl, der von dem Drosselklappen-Stellungssensor **65** erhaltene Drosselklappen-Öffnungsgrad, das von dem A/F-Sensor **66** erhaltene Luft-Kraftstoff-Verhältnis, die von dem Luftdurchflussmengen-Messgerät erhaltene Durchflussmenge des Abgases, der von dem Ansaugdrucksensor **68** erhaltene Ansaugdruck und die von dem O₂-Sensor **69** erhaltene Sauerstoffkonzentration).

[0032] Sodann wird die Partikel-Niederschlagsmenge in dem Auffangreaktor **10** auf der Basis der Differenz des Abgasdruckes zwischen den Temperatur/Drucksensoren **61** und **62** berechnet und mit einem vorgegebenen Bezugswert verglichen (S31). Außerdem wird die Drehzahl der Brennkraftmaschine mit einem vorgegebenen Bezugswert verglichen (S33). Wenn die Partikel-Niederschlagsmenge unter dem Bezugswert liegt und/oder die Motordrehzahl über dem Bezugswert liegt, wird das Kanalsteuerventil **17** zur Auswahl des Hauptabgaskanals **15** geöffnet (S32).

[0033] Wenn jedoch die Partikel-Niederschlagsmenge über dem Bezugswert und die Motordrehzahl unter dem Bezugswert liegen, wird das Kanalsteuerventil **17** zur Auswahl des Nebenabgaskanals **16** geschlossen (S34). Außerdem wird die Spannungsversorgung des Auffangreaktors **10** unterbrochen (S35), wodurch die Anziehung von Partikeln in dem Auffangreaktor **10** beendet wird und die in dem Wabenkörper **13** des Auffangreaktors **10** festgehaltenen Partikel zu diesem Zeitpunkt von dem Abgasstrom stromabwärts geführt und freigegeben werden. Die freigegebenen Partikel fließen dann über den Nebenabgaskanal **16** und werden von dem Partikelfilter **20** gefiltert und festgehalten.

[0034] Sodann wird die seit der Beendigung des vorherigen Betriebs des Plasmareaktors **30** akkumulierte bzw. vergangene Selektionszeit mit einem vorgegebenen Bezugswert verglichen (S36). Die akkumulierte Selektionszeit ist hierbei als akkumulierter Wert der Zeitdauer definiert, während der der Nebenabgaskanal **16** von dem Kanalsteuerventil **17** ausgewählt ist. Diese Zeitdauer wird vorher von einem Zeitgeber der Programmausrüstung gemessen und in einem nichtflüchtigen Speicher der elektronischen Steuereinheit **60** gespeichert. Weiterhin wird die von dem Temperatur/Drucksensor **61** gemessene Abgastemperatur mit einem vorgegebenen Bezugswert verglichen (S37). Wenn die akkumulierte Selektions-

zeit größer als der vorgegebene Bezugswert ist und auch die Abgastemperatur über dem vorgegebenen Wert liegt, wird die Impulshochspannungsgeneratorschaltung **52** zur Betätigung des Plasmagenerators **30** für ein vorgegebenes Zeitintervall Δt angesteuert (S38). Durch die Betätigung des Plasmagenerators **30** befindet sich das Abgas auf Grund der Plasmaenergie in einem Radikalzustand, bei dem HC in H₂O und CO₂ übergeht und C ebenfalls in CO₂ übergeht, während ein Teil der Partikel abgebrannt und verascht werden.

[0035] Da bei diesem Ausführungsbeispiel in der vorstehend beschriebenen Weise der mit elektrostatischer Anziehungswirkung arbeitende Auffangreaktor **10** ausgangsseitig wahlweise entweder mit dem Hauptabgaskanal **15** oder dem Nebenabgaskanal **16** verbunden wird, kann das Abgas gefiltert und die Abführung von nicht behandelten Partikeln in den Außenbereich verhindert werden, indem der Nebenabgaskanal ausgewählt und das Partikelfilter **20** des Filtrationstyps verwendet werden.

[0036] Gemäß diesem Ausführungsbeispiel wird somit bei Vorliegen der vorgegebenen Bedingung im Rahmen einer über die elektronische Steuereinheit **60** erfolgenden Steuerung die Anziehung der Partikel durch den Auffangreaktor **10** beendet und der Auffangreaktor **10** ausgangsseitig über das Kanalsteuerventil **17** mit dem Nebenabgaskanal **16** verbunden, wodurch einerseits die Partikel von dem mit elektrostatischer Anziehungswirkung arbeitenden Auffangreaktor **10** zur Regenerierung des Auffangreaktors **10** abgelöst und andererseits der Ausstoß von Partikeln begrenzt werden können.

[0037] Obwohl sich bei steigender Abgas-Durchflussmenge in dem Partikelfilter **20** des Filtrationstyps die durch das Partikelfilter **20** entstehenden Druckverluste vergrößern, kann bei diesem Ausführungsbeispiel die Auswirkung der durch das Partikelfilter **20** verursachten Druckverluste minimal gehalten werden, da eine Regenerierung des Auffangreaktors **10** erfolgt, wenn die Motordrehzahl unter dem vorgegebenen Wert liegt.

[0038] Obwohl bei dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel die Regenerierung des Auffangreaktors **10** unter der Bedingung erfolgt, dass die Drehzahl der Brennkraftmaschine unter dem vorgegebenen Wert liegt, kann in diesem Zusammenhang auch eine beliebige andere physikalische Größe als die Motordrehzahl zur Kennzeichnung des Fahrzeug-Betriebszustands in Betracht gezogen werden. So kann z.B. die Regenerierung des Auffangreaktors **10** auch durchgeführt werden, wenn die Abgas-Durchflussmenge unter einem vorgegebenen Wert liegt. Hierbei kann die Durchflussmenge des Abgases nicht nur direkt vom Luftdurchflussmengen-Messgerät **67** erhalten sondern auch auf der Ba-

sis des von dem Ansaugdrucksensor **68** gemessenen Ansaugdrucks in der Ansaugsammelleitung (Ansaugkrümmer) der Brennkraftmaschine ermittelt werden.

[0039] Die Regenerierung des Auffangreaktors **10** kann auch erfolgen, wenn sich die Brennkraftmaschine in einer Verzögerungsphase befindet. Hierbei kann durch Kombination des Regenerierungsvorgangs mit der Steuerung zum Schließen des Verzögerungsventils **19** in Verbindung mit einem vom Fahrer ausgeführten Verzögerungsvorgang wie einer Freigabe des Fahrpedals (Motorbremsung) und/oder einer Betätigung des Bremspedals der durch die Verwendung des Partikelfilters **20** entstehende Druckverlust weiter minimiert werden.

[0040] Obwohl bei dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel die Differenz im Abgasdruck vor und hinter dem Auffangreaktor **10** oder die akkumulierte Selektionszeit des Partikelfilters **20** als Parameter zur Bestimmung der Niederschlagsmenge von Partikeln in dem Auffangreaktor **10** oder dem Partikelfilter **20** Verwendung findet, sind wahlweise auch andere Parameter wie das von dem A/F-Sensor **66** gemessene Luft-Kraftstoff-Verhältnis oder dessen Integrationswert zur Bestimmung der Partikelmenge verwendbar.

[0041] Darüber hinaus können anstelle der bei dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel an den Auffangreaktor **10** angelegten hohen Gleichspannung und der an den Plasmagenerator **30** angelegten hohen Impulsspannung auch beliebige andere Verläufe der an die beiden Einrichtungen anzulegenden Spannung zur Erzielung der erfindungsgemäß angestrebten Wirkung in Betracht gezogen werden.

[0042] Außerdem kann anstelle der bei dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel im wesentlichen gleichzeitig erfolgenden Ausführung der Schritte S34 und S35 erfindungsgemäß auch in Betracht gezogen werden, entweder den Betätigungsschritt oder den Verbindungsschritt vor dem jeweils anderen Schritt auszuführen.

[0043] Weiterhin kann die erste Aufbereitungseinrichtung auch in anderer Weise als die vorstehend beschriebene Kombination aus einer zylindrischen Elektrode und einer stabartigen Elektrode ausgestaltet sein. So können z.B. eine äußere Umfangselektrode mit einem polygonalen Querschnitt, eine Kombination aus einer Vielzahl von zylindrischen Elektroden und einer Vielzahl von stabartigen Elektroden sowie eine Kombination aus einer Vielzahl von einander gegenüberliegend angeordneten separaten planaren Elektroden in Betracht gezogen werden. Auch die zweite Aufbereitungseinrichtung kann in beliebig anderer Weise ausgestaltet sein, wie z.B. in Form von zwei Metallnetzen oder porösen Elektroden, zwi-

schen denen ein Fasergewebefilter angeordnet ist.

[0044] Das vorstehend beschriebene Abgasreinigungssystem umfasst somit einen Auffangreaktor (10) zur Anziehung von Partikelstoffen im Abgas einer Brennkraftmaschine durch elektrostatische Kräfte, einen Hauptabgaskanal (15) und einen Nebenabgaskanal (16), die ausgangsseitig des Auffangreaktors (10) vorgesehen sind, ein in dem Nebenabgaskanal (16) angeordnetes Partikelfilter (20) zur Filtrierung und Aufbereitung oder Behandlung des Abgases sowie ein Kanalsteuerventil (17) zur wahlweisen Verbindung des Ausgangsbereichs des Auffangreaktors (10) mit dem Hauptabgaskanal (15) oder dem Nebenabgaskanal (16).

Patentansprüche

1. Abgasreinigungssystem mit:
einer ersten Aufbereitungseinrichtung (10) zur Herbeiführung einer Anziehungswirkung auf Partikelstoffe im Abgas einer Brennkraftmaschine durch elektrostatische Kräfte,
einem Hauptabgaskanal (15) und einem Nebenabgaskanal (16), die auslassseitig der ersten Aufbereitungseinrichtung (10) angeordnet sind, und
einer zweiten Aufbereitungseinrichtung (20), die in dem Nebenabgaskanal (16) zur Filterung und Aufbereitung des Abgases angeordnet ist,
gekennzeichnet durch
ein Kanalsteuerventil (17) zur wahlweisen auslassseitigen Verbindung der ersten Aufbereitungseinrichtung (10) mit dem Hauptabgaskanal (15) oder dem Nebenabgaskanal (16).

2. Abgasreinigungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuereinrichtung (60) zur Steuerung der ersten Aufbereitungseinrichtung (10), der zweiten Aufbereitungseinrichtung (20) und des Kanalsteuerventils (17) vorgesehen ist, die bei Erfüllung einer vorgegebenen Bedingung die von der ersten Aufbereitungseinrichtung (10) ausgeübte Anziehungswirkung beendet und den Ausgangsbereich der ersten Aufbereitungseinrichtung (10) über das Kanalsteuerventil (17) wahlweise mit dem Nebenabgaskanal (16) verbindet.

3. Abgasreinigungssystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die vorgegebene Bedingung darin besteht, dass die Drehzahl der Brennkraftmaschine unter einem vorgegebenen Wert liegt.

4. Abgasreinigungssystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die vorgegebene Bedingung darin besteht, dass die Durchflussmenge des Abgases unter einem vorgegebenen Wert liegt.

5. Abgasreinigungssystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die vorgegebene Bedingung darin besteht, dass sich ein mit der Brennkraft-

maschine ausgestattetes Kraftfahrzeug in einem Verzögerungszustand befindet.

6. Abgasreinigungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Aufbereitungseinrichtung (20) ein Partikel-Filter und einen im stromaufwärtigen Bereich des Partikel-Filters angeordneten Plasmagenerator (30) aufweist.

7. Verfahren zur Abgasreinigung unter Verwendung eines Abgasreinigungssystems nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die Verfahrensschritte:
Betätigung der ersten Aufbereitungseinrichtung (10) zur Beendigung der Partikelanziehung, und
wahlweise Verbindung des Ausgangsbereiches der ersten Aufbereitungseinrichtung (10) mit dem Nebenabgaskanal (16) durch die Wirkung des Kanalsteuerventils (17).

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

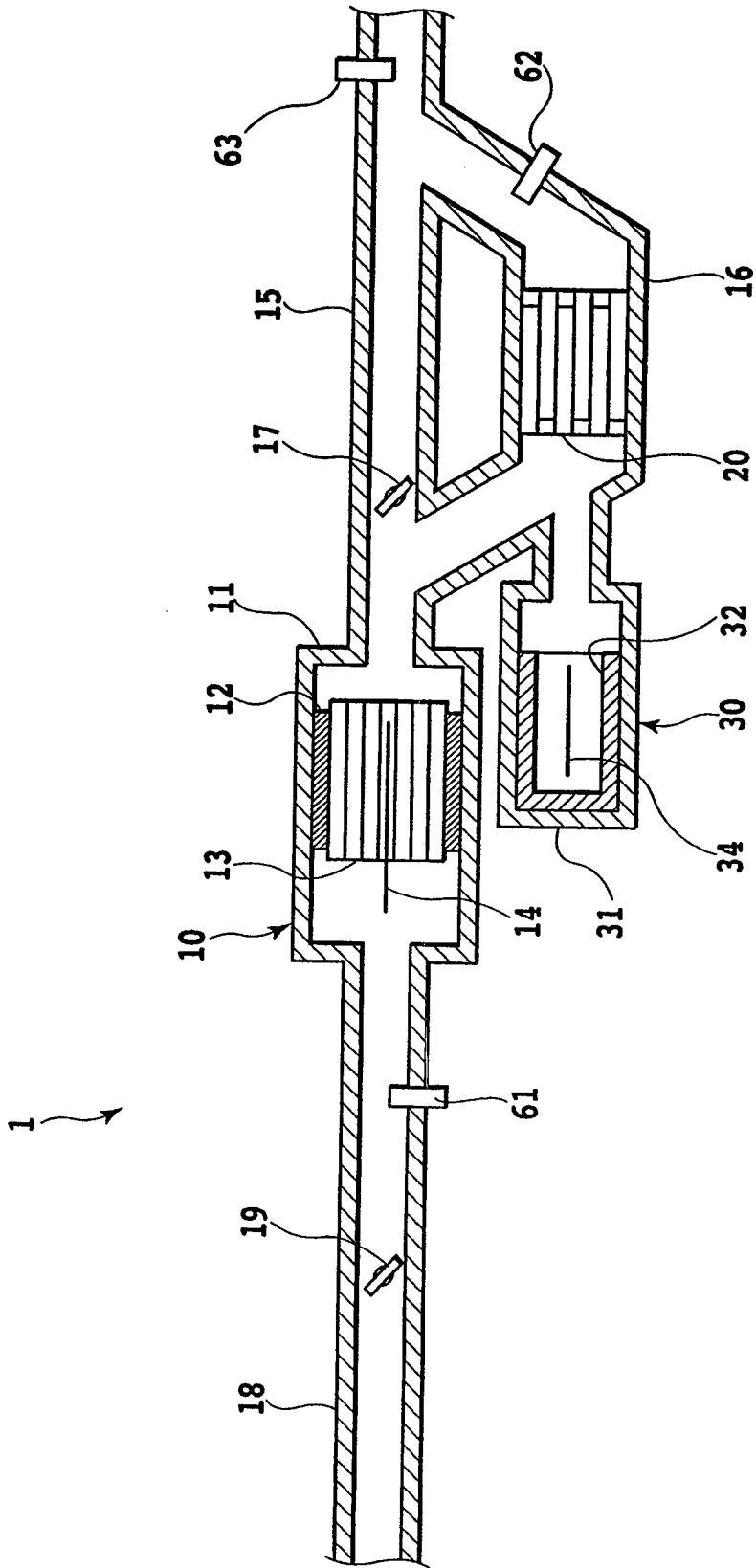


FIG.1

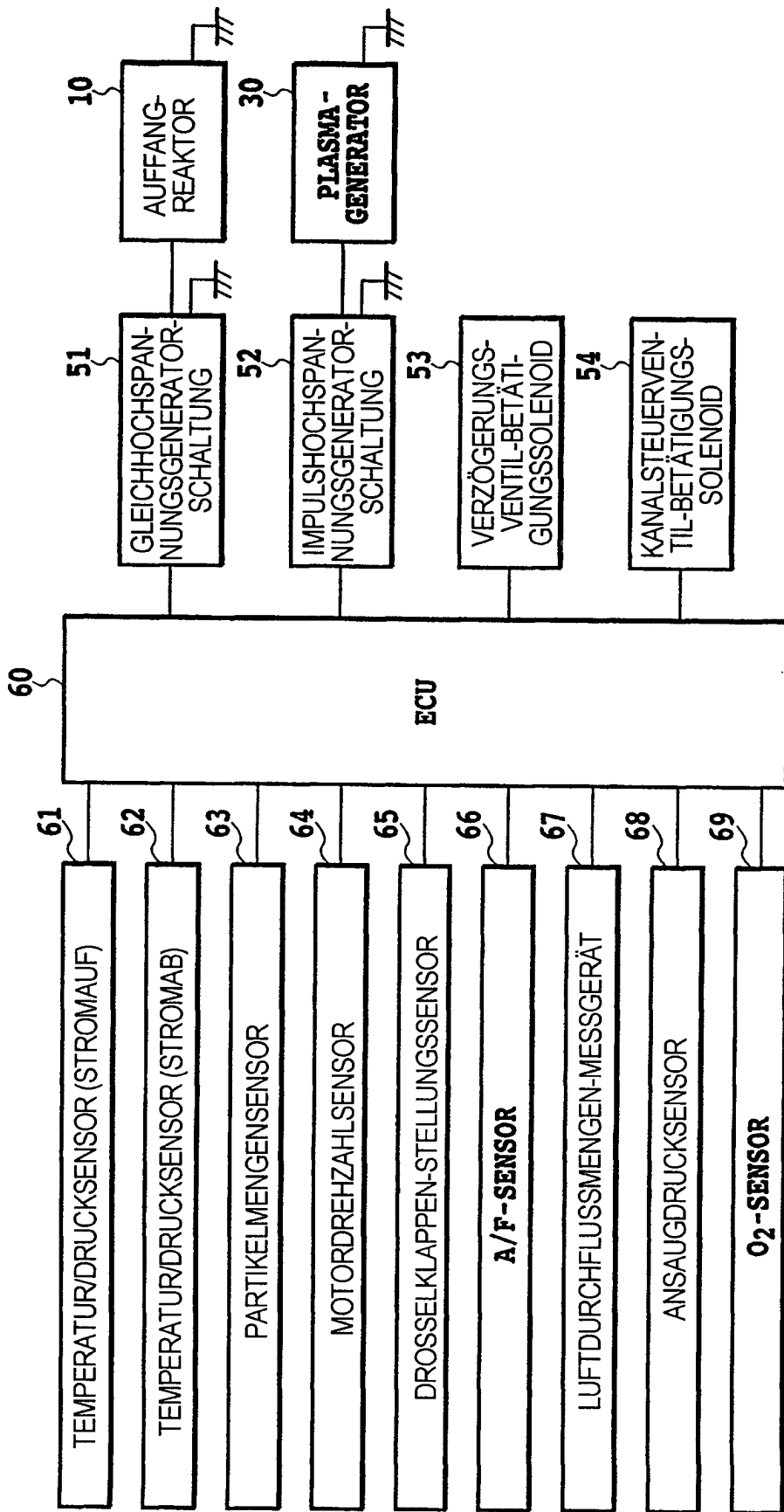


FIG. 2

