



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 26 594 T2** 2006.08.24

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 230 475 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 26 594.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US00/41311**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 984 568.6**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2001/036805**

(86) PCT-Anmeldetag: **19.10.2000**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **25.05.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **14.08.2002**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **08.03.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **24.08.2006**

(51) Int Cl.⁸: **F02M 25/07 (2006.01)**
F01N 3/023 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

437429 17.11.1999 US

(73) Patentinhaber:

**Southwest Research Institute, San Antonio, Tex.,
US**

(74) Vertreter:

**Dehmel & Bettenhausen, Patentanwälte, 80331
München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:

KHAIR, K., Magdi, San Antonio, TX 78248, US

(54) Bezeichnung: **ABGASRÜCKFÜHRUNGSSYSTEM MIT FILTERVORRICHTUNG**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Diese Erfindung betrifft im Allgemeinen ein Filtrationssystem für ein Abgasrückführungssystem und insbesondere ein solches Filtrationssystem, das getrennte elektrochemische und Partikelfilterstufen aufweist.

[0002] Zunehmend strengere Emissionsvorschriften erfordern eine stärkere Reduktion von NO_x -Emissionen. Motorenhersteller haben Systeme für eine Abgasrückführung (EGR) entwickelt, um niedrigere NO_x -Standards zu erreichen. Die Anwendung von EGR in Dieselmotoren hat reale Vorteile bei Niedriglast-Motorzuständen, in welchen hohe Luft/Kraftstoff-(A/F)-Verhältnisse vorherrschen. Bei Hochlast-Motorzuständen sind die A/F-Verhältnisse stark reduziert und können Werte bis zu 20:1 erreichen. Niedrige A/F-Verhältnisse tragen zu einer übermäßigen Rauchbildung bei. Eine Rückführung von Abgas mit hohem Russanteil, unabhängig ob bei hohen oder niedrigen A/F-Zuständen hat negative Folgen für die Motorhaltbarkeit, Schmierölqualität, und auf die Betriebslebensdauer von Komponenten des Abgasrückführungssystems.

[0003] Abgase führen eine Anzahl von chemischen Bestandteilen mit sich, die sich aus dem Verbrennungsprozess ergeben. Diese Bestandteile umfassen normalerweise: unverbrannte Kohlenwasserstoffe, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid und Stickstoffoxide neben anderen Gasen. Der größte Teil, im Allgemeinen über 90%, der von der Dieselerbrennung emittierten Stickstoffoxide liegt in der Form von Stickstoffmonoxid (NO) vor.

[0004] In Hochdruckkreislauf-Abgasrückführungssystemen, wie z.B. EGR-Systemen für turboaufgeladene Motoren, mit direkt zwischen den Abgas- und Ansaugsammlern zurückgeführtem Abgas sind alle Komponenten des EGR-Systems, wie z. B. die Wärmetauscher und Steuerventile einem alle unverbrannten Produkte der Verbrennung enthaltenden Abgas ausgesetzt. Das unbehandelte Abgas verkürzt die Betriebslebensdauer des EGR-Systems, was eine häufige Reinigung der Wärmetauscheroberflächen erfordert, um eine Verschmutzung oder sogar den Verschluss des Gasströmungspfad durch den Austauscher zu verhindern, sowie eine häufige Reinigung des EGR-Strömungssteuerungsventils, um eine Verschmutzung zu verhindern, welche einen einwandfreien Betrieb des Ventils verhindern würde.

[0005] Frühere Versuche unerwünschte Verbrennungsprodukte aus den Abgas in turboaufgeladenen Motoren waren primär auf die Behandlung des Abgases abstromseitig von dem Turbolader ausgerichtet, wobei das behandelte zurückgeführte Abgas anstromseitig von der Kompressorstufe des Turboladers wieder eingeführt wird. Beispielsweise be-

schreibt die PCT International Application Nr. WO 99/09307, veröffentlicht am 25. Februar 1999 ein Niederdruckkreislauf-Abgasrückführungssystem, das einen Katalysator und eine Partikelfalle enthält, die in dem nicht geteilten Abgasstrom abstromseitig von dem Turbolader angeordnet sind.

[0006] Weitere Emissionsreduzierungssysteme waren ebenfalls auf die Reduzierung von NO_x und Kohlenwasserstoffemissionen aus dem von einem Motor ausgegebenen Gesamtabgas ausgerichtet. Ein Abgasbehandlungssystem, das eine Speichervorrichtung zum Sammeln von NO_x , Kohlenwasserstoff oder Partikelemissionen und einen Plasmareaktor zum Zerstören der gesammelten Emissionen aufweist, ist in dem U.S. Patent Nr. 5,746,984, erteilt am 5. Mai 1998 an John W. Hoard und mit dem Titel EXHAUST SYSTEM WITH EMISSIONS STORAGE DEVICE AND PLASMA REACTOR beschrieben. Keines der vorstehend beschriebenen Abgasbehandlungssysteme hat effektiv das Problem der speziellen Behandlung von Abgas angegangen, das durch ein Hochdruckkreislauf-EGR-System zurückgeführt wird.

[0007] Die vorliegende Erfindung ist auf die Überwindung der vorstehend beschriebenen Probleme ausgerichtet. Es ist wünschenswert, über ein Filtrationssystem für ein Hochdruckkreislauf-Abgasrückführungssystem zu verfügen, in welchem das Filtrationssystem Partikelmaterial und andere schädliche Produkte der Verbrennung reduziert, die durch Komponenten des EGR-Systems hindurch zurückgeführt werden. Es ist ferner wünschenswert, über ein solches Filtrationssystem zu verfügen, welches nicht nur Partikelmaterial aus dem Hochdruckkreislaufgasstrom einfängt, sondern auch eine Einrichtung zum Beseitigen des herausgezogenen Partikelmaterials aus dem Filter aufweist. Ferner ist es wünschenswert, über ein EGR-Filtrationssystem zu verfügen, das mit den Gasmolekülen in dem Abgasstrom in Wechselwirkung tritt, um dadurch freie Radikale in dem zurückgeführten Abgasstrom erzeugen, die eine längere Lebensdauer besitzen, und dadurch die Verbrennung des mit dem zurückgeführten Abgas vermischten Kraftstoff verbessern.

[0008] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein turboaufgeladener Verbrennungsmotor mit einem Hochdruckkreislauf-Abgasrückführungs-Filtrationssystem bereitgestellt, wobei der Motor einen Ansaugsammler und einen Zweiwege-Abgassammler in direkter Fluidverbindung mit wenigstens einer Verbrennungskammer des Motors und ein Turboladersystem für die Turboaufladung des Motor besitzt, wobei das Filtrationssystem aufweist: ein Einlassrohr, das direkt mit dem Abgassammler verbunden ist und ausschließlich für den Durchfluss von Abgas für EGR-Zwecke bestimmt ist; einen nicht-thermischen Plasmagenerator, der Abgas aus dem Einlassrohr aufnimmt, wobei der

nicht-thermische Plasmagenerator eine gepulste Koronaentladungs-Vorrichtung ist; die in einem Bereich von 30 kV bis 40 kV arbeitet;
 ein Partikelfilter in direkter Fluidverbindung mit dem Plasmagenerator, und der behandeltes Abgas aus dem Plasmagenerator aufnimmt;
 wobei der Plasmagenerator zum Reinigen des Partikelfilters verwendet wird;
 und einen Ausgangskanal, der mit dem Turboladersystem verbunden ist, so dass das Turboladersystem und der Abgaskanal sich einen gemeinsamen Weg in den Ansaugsammler teilen;
 ein zwischen dem Partikelfilter und dem Abgaskanal angeordnetes Ventil, wobei das Ventil so betreibbar ist, dass es unmittelbar den Anteil des in den Ansaugsammler eintretenden Anteils des behandelten Abgases steuert.

[0009] Weitere Merkmale des die vorliegende Erfindung verkörpernden Abgasrückführungs-Filtrationssystems beinhalten ein Filtrationssystem, das eine Komponente eines Abgasrückführungssystems mit einem zwischen dem Abgasanschluss des Partikelfilters des Filtrationssystems und dem Ansaugsammler des Motors angeordneten Strömungssteuerungsventil ist. Weitere Merkmale beinhalten ein Abgasrückführungssystem mit einem zwischen dem Abgasanschluss des Partikelfilters des Filtrationssystems und dem Strömungssteuerungsventil angeordneten Wärmetauscher.

[0010] Noch weitere Merkmale des die vorliegende Erfindung verkörpernden Abgasrückführungs-Filtrationssystems beinhalten den nicht-thermischen Plasmagenerator, der eine gepulste Koronaentladungs-vorrichtung ist, die Hochspannungsimpulse in dem Bereich von etwa 30 kV bis etwa 40 kV erzeugt, wovon jeder eine Breite von etwa 5 ns bis 10 ns bei einer Frequenz von etwa 100 Hz aufweist. Noch weitere zusätzliche Merkmale beinhalten, dass der Verbrennungsmotor ein turboaufgeladener Verbrennungsmotor mit einer Kompressorstufe ist, die zwischen einem Luftansaugkanal und dem Ansaugsammler angeordnet ist, und mechanisch von einer zwischen dem Abgassammler und einem Abgaskanal des Motors angeordneten Turbinenstufe angetrieben wird. In dieser Ausführungsform ist das die vorliegende Erfindung verkörpernde Abgasrückführungssystem zwischen dem Abgassammler und dem Ansaugsammler des Motors angeordnet, um dadurch ein Hochdruck-kreislauf-Abgasrückführungssystem für den Motor auszubilden.

[0011] Ein vollständigeres Verständnis des Aufbaus und des Betriebs der vorliegenden Erfindung kann durch Bezugnahme auf die nachstehende detaillierte Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen gewonnen werden, wobei:

[0012] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines

turboaufgeladenen Motors mit einem die vorliegende Erfindung verkörpernden Abgasrückführungs-Filtrationssystem ist; und

[0013] [Fig. 2](#) eine schematische Darstellung des Abgasrückführungs-Filtrationssystems ist, das die vorliegende Erfindung verkörpert.

[0014] In der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein Abgasrückführungs-Filtrationssystem in den Zeichnungen insgesamt mit dem Bezugszeichen **10** bezeichnet. In der veranschaulichenden bevorzugten Ausführungsform ist das EGR-Filtrationssystem **10** in ein Hochdruckkreislauf-Abgasrückführungssystem eines turboaufgeladenen Dieselmotors **12** gemäß Darstellung in [Fig. 1](#) eingefügt. Die Strömungsrichtung des Abgases in den, aus dem und durch den Hochdruckkreislauf wird durch zusätzliche Richtungspfeile in [Fig. 1](#) dargestellt. Das aus einem Abgassammler **14** ausgegebene Abgas wird durch das die vorliegende Erfindung verkörpernde EGR-Filtrationssystem **10** geführt, in welchem Russ und andere kohlenstoffhaltige Materie zurückgehalten und behandelt wird, wie es später detaillierter beschrieben wird. Das gefilterte Abgas strömt dann durch einen Abgasrückführungskühler oder Wärmetauscher **16**, der bevorzugt Motormantelwasser als sein Kühlmedium verwendet. Gekühlt strömt das zurückgeführte Abgas zu einem elektronisch gesteuerten EGR-Ventil **18**. Der Ventilbetrieb wird durch ein elektronisches Steuermodul (ECM) **20** gesteuert, welches typischerweise innerhalb des elektronischen Motorsteuermoduls integriert ist. Das gefilterte, gekühlte und mengengesteuerte zurückgeführte Abgas strömt dann in den Ansaugsammler **16** des Motors, wo es aufgenommen und mit über einen Einlassrohr **24** zugeführter frischer Luft vermischt von einer Kompressorstufe **26** komprimiert wird, die mechanisch von einer Abgasturbinenstufe **28** angetrieben wird. Bevorzugt wird die von der von der Kompressorstufe **26** abgegebene komprimierte Luft über einen Luft/Luft-Zwischenkühler **30** gekühlt, der zwischen der Kompressorstufe **26** und dem Ansaugsammler **22** des Motors angeordnet ist.

[0015] Gemäß spezifischer Bezugnahme auf [Fig. 2](#) weist das die vorliegende Erfindung verkörpernde Abgasrückführungs-Filtrationssystem **10** ein Partikelfilter **32** und einen nicht-thermischen Plasmagenerator **34** auf. Das Partikelfilter **32** kann einen Aufbau aus Drahtgitter, gesintertem Metall, Keramik- oder Metallschäumen, Siliziumkarbid oder aus anderem Filtermaterial oder anderer Form aufweisen. Partikelmaterial, das hauptsächlich aus Russ oder kohlenstoffhaltigem Material besteht, wird in dem Partikelfilter **32** eingefangen, und sauberes zurückgeführtes Abgas wird an den EGR-Kühler **16** ausgegeben und anschließend über das EGR-Steuerventil **18** geführt, bevor es in den Ansaugsammler **22** des Motors **12** eingegeben wird.

[0016] Wenn eine Ansammlung von Partikelmaterial in dem Partikelfilter, oder der Falle, 32 zugelassen wird, könnte die Ansammlung möglicherweise ausreichen, den Durchfluss von weiterem Abgas durch das Filtrationssystem 10 zu blockieren. Somit wird das Partikelfilter, oder die Falle, 32 periodisch oder bevorzugt kontinuierlich durch den anstromseitig von den Partikelfilter 32 angeordneten nicht-thermischen Plasmagenerator 34 gereinigt. Insbesondere weist der nicht-thermische Plasmagenerator 34 einen Einlassanschluss 36 auf, der in einer direkten Fluidverbindung mit dem Abgassammler 14 des Motors 12, steht und einen Auslassanschluss 38, der von dem Einlassanschluss 36 beabstandet ist. Das Partikelfilter 32 besitzt einen Einlassanschluss 40 in direkter Fluidverbindung mit dem Auslassanschluss 38 des nicht-thermischen Plasmagenerators und einen Auslassanschluss 42, der von dem Einlassanschluss 40 beabstandet ist, wobei der Auslassanschluss 42 in einer gesteuerten Fluidverbindung mit dem Ansaugsammler 22 des Motors 12 steht.

[0017] Der nicht-thermische Plasmagenerator 34 nimmt Energie aus einer Energieversorgungsquelle 44, wie zum Beispiel dem elektrischen System des Fahrzeugs auf. Energie aus dem Energieversorgungssystem 44 ist in einer elektrischen Energiespeichereinheit gespeichert und wird über einen schnell arbeitenden Schalter an den nicht-thermischen Plasmagenerator 34 in der Form von Hochspannungsimpulsen in der Größenordnung von etwa 30 kV bis etwa 40 kV, wovon jeder eine Breite von etwa 5 bis 10 Nanosekunden bei einer Frequenz von etwa 100 Hz besitzt, abgegeben. Der nicht-thermische Plasmagenerator 34 ist erwünschtermaßen ein gepulster Korona-Reaktor, wie er in dem vorstehend diskutierten U.S. Patent Nr. 5,746,984 beschrieben wird, und ist geeignet für die maximale EGR-Strömungsrate des Abgasrückführungssystems des Motors 12 bemessen. Weitere Beispiele geeigneter nicht-thermische Plasmageneratoren umfassen Niedrigentladungs-, HF-Entladungs-, Dunkelentladungs-, Dielektrikum/Barrieren-Entladung-, elektrifizierte Füllkörper- und Oberflächenentladungsvorrichtungen, wovon Beispiele auch in dem U.S. Patent Nr. 5,746,984 dargestellt sind. Ein weiteres Beispiel einer nicht-thermischen Plasmavorrichtung ist in dem U.S. Patent Nr. 5,904,905, erteilt am 18. Mai 1999 an Franklin A. Doleal et al., beschrieben.

[0018] Das aus den Brennkammern des Motors 12 über den Abgassammler 14 ausgegebene Abgas führt bestimmte chemische Komponenten mit sich, die sich aus dem Verbrennungsprozess ergeben. Wie es vorstehend diskutiert wurde, enthalten diese Komponenten normalerweise unverbrannte Kohlenwasserstoffe, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid und Stickstoffoxide zusammen mit anderen chemischen Verbindungen. Der größte Teil (im Allgemeinen etwa 90%) der von einem Dieselmotor emittierten Stick-

stoffoxide liegen in der Form von Stickstoffmonoxid (NO) vor. Während das NO-Gas durch den nicht-thermischen Plasmagenerator 34 strömt, wird es zu Stickstoffdioxid (NO_2) umgewandelt. Das in dem nicht-thermischen Plasmagenerator erzeugte Stickstoffdioxid reagiert mit Russ, bevorzugt Kohlenstoff, der sich in dem Partikelfilter 32 angesammelt haben kann und bildet Kohlendioxid (CO_2) und Stickstoff (N_2), zwei Gase, die durch die porösen Partikelfilterwände strömen. Die Entfernung des Kohlerusses hält somit das Filter beständig rein.

[0019] Ein weiterer bedeutender Vorteil des die vorliegende Erfindung verkörpernden Abgasfiltrationssystems 10 ist seiner Platzierung in unmittelbarer Nähe, das heißt vor der Turbinenstufe 28 des Turboladers, zu dem Abgassammler 14 zuzuschreiben. Aufgrund der unmittelbaren Nähe des Filtrationssystems 10 zu dem Abgassammler 14 besitzt das zurückgeführte Abgas nicht nur hohe Temperatur, sondern auch hohen Druck. Der Betrieb des nicht-thermischen Plasmagenerators 14 erzeugt hoch angeregte Elektronen, die mit Gasmolekülen in Wechselwirkung treten und somit Radikale erzeugen. Diese Radikale besitzen eine längere Lebensdauer und sind hoch erregt, und verbessern somit die Verbrennung, nachdem sie wieder in die Brennkammer des Motors 12 eingeführt worden sind. Zusätzlich zu der Rolle des nicht-thermischen Plasmagenerators in der Unterstützung der Oxidation des Kohlenmonoxids ist das Dieselabgas im Allgemeinen sauerstoffreich. Mit dem Überschuss an Sauerstoff und dem Vorliegen hoher Temperaturen, die einer unmittelbaren Nähe zu dem Abgassammler zuzuschreiben sind, wird die Kohlenstoffoxidation weiter verbessert.

[0020] Somit stellt das die vorliegende Erfindung verkörpernde Abgasrückführungs-Filtrationssystem 10 ein Filtrationssystem für ein Abgasrückführungssystem bereit, welches verhindert, dass im dem zurückgeführten Abgas mitgeführter Dieselsaß wieder durch den Motor 12 geführt wird. Wichtig ist, dass das EGR-Filtrationssystem 10 eine kontinuierliche Beseitigung des Russes in dem zurückgeführten Abgas bereitstellt und somit den negativen Einschluss von Russ auf die Motorlebensdauer, Schmierölqualität und die Neigung zur Verschmutzung anderer Komponenten des EGR-Systems, wie zum Beispiel des Wärmetauschers 16 oder des EGR-Steuerventils 18 reduziert.

[0021] Zusätzlich stellt das die vorliegende Erfindung verkörpernde EGR-Filtrationssystem 10 eine Anzahl wichtiger Vorteile bereit, die bisher in anderen Abgasrückführungssystemen nicht bereitgestellt wurden. Das EGR-Filtrationssystem 10 oxidiert Kohlenstoff, und erzeugt somit Kohlendioxid, welches ein Gas mit hoher Wärmeabsorptionskapazität ist. Die Erhöhung des Kohlendioxidgehaltes in dem zurückgeführten Abgas verbessert die Fähigkeit des zu-

rückgeführten Abgases für eine weitere Reduzierung von NO_x Emissionen, in dem an die Atmosphäre ausgegebenen Abgas. Eine Reinigung des zurückgeführten Abgases, bevor es durch den Kühler oder Wärmetauscher **16** strömt, trägt dazu bei, den Wärmeübertragungswirkungsgrad des Kühlers aufrecht zu erhalten, indem er verschmutzungsfrei gehalten wird. In ähnlicher Weise trägt die Reinigung des Abgases vor dessen Strömung durch das EGR Steuerventil **18** dazu bei, das Ventil **18** vor Verschmutzung zu schützen und hält die fehlerfreie Funktion des Ventils über längere Betriebszeiten aufrecht. Ferner wird durch die Einführung hoch ionisierter Radikale in das zurückgeführte Abgas die Verbrennung des Kraftstoffs in dem Motor verbessert.

Bezugszeichenliste

10	EGR-Filtrationssystem
12	Motor
14	Abgassammler
16	EGR-Kühler
18	EGR-Ventil
20	ECM
22	Ansaugsammler
24	Lufteinlasskanal
26	Kompressorstufe
28	Turbinenstufe
30	Luft/Luft-Zwischenkühler
32	Partikelfilter
34	nicht-thermischer Plasmagenerator
36	Einlassanschluss (von 34)
38	Auslassanschluss (von 34)
40	Einlassanschluss (von 32)
42	Auslassanschluss (von 32)
44	Energieversorgungsquelle

Patentansprüche

1. Turboaufgeladener Verbrennungsmotor (**12**) mit einem Hochdruckkreislauf-Abgasrückführungs-Filtrationssystem (**10**), wobei der Motor einen Ansaugsammler (**22**) und einen Zweige-Abgassammler (**14**) in direkter Fluidverbindung mit wenigstens einer Verbrennungskammer des Motors und ein Turboladersystem zum Turboaufladen besitzt, wobei das Filtrationssystem aufweist:
ein Einlassrohr (**36**), das direkt mit dem Abgassammler verbunden ist und ausschließlich für den Durchfluss von Abgas für EGR-Zwecke bestimmt ist;
einen nicht-thermischen Plasmagenerator (**34**), der Abgas aus dem Einlassrohr aufnimmt, wobei der nicht-thermische Plasmagenerator eine gepulste Koronaentladungs-Vorrichtung ist, die in einem Bereich von 30 kV bis 40 kV arbeitet;
ein Partikelfilter (**32**) in direkter Fluidverbindung mit dem Plasmagenerator und das behandelte Abgas aus dem Plasmagenerator aufnimmt;
wobei der Plasmagenerator (**34**) zum Reinigen des Partikelfilters (**32**) verwendet wird;

und ein Ausgaberohr (**42**), das mit dem Turboladersystem verbunden ist, so dass das Turboladersystem und das Ausgangsrohr sich einen gemeinsamen Weg in den Ansaugsammler teilen;
ein zwischen dem Partikelfilter (**32**) und dem Ausgaberohr (**42**) angeordnetes Ventil, wobei das Ventil so betreibbar ist, dass es unmittelbar den Anteil des in den Ansaugsammler eintretenden Anteils des behandelten Abgases steuert.

2. Motor nach Anspruch 1, der ferner einen zwischen dem Auslassanschluss des Partikelfilters des Filtrationssystems und dem Ventil angeordneten Kühler (**16**) aufweist.

3. Motor nach Anspruch 2, wobei der Kühler ein Wärmetauscher ist.

4. Motor nach Anspruch 1, wobei der nicht-thermische Plasmagenerator (**34**) eine gepulste Koronaentladungsvorrichtung ist, die bei einer Impulsbreite von 5 ns bis 10 ns mit etwa 100 Hz arbeitet.

5. Motor nach Anspruch 1, wobei der Verbrennungsmotor ein turboaufgeladener Motor mit einer Kompressorstufe (**26**) ist, die zwischen einem Luftereinlasskanal und dem Ansaugsammler angeordnet ist, wobei die Kompressorstufe mechanisch durch eine Turbinenstufe angetrieben wird, die zwischen den Abgassammler und einem Abgaskanal des Motors angeordnet ist, wobei das Abgasrückführungssystem zwischen den Abgassammler und dem Ansaugsammler des Motors angeordnet ist.

6. Verfahren zum Bereitstellen eines Hochdruckkreislauf-Abgasrückführungs-(EGR)-Filtrationssystems (**10**) für Verbrennungsmotoren mit einem Ansaugsammler (**22**) und einem Zweige-Abgassammler (**14**) in direkter Fluidverbindung mit wenigstens einer Brennkammer des Motors und mit einem Turboladersystem zur Turboaufladung des Motors, wobei das Verfahren die Schritte aufweist:

Aufnehmen von Abgas aus dem Motorabgassammler (**14**) über ein Einlassrohr (**36**), das direkt mit dem Abgassammler verbunden ist und ausschließlich für den Durchfluss von Abgas für EGR-Zwecke bestimmt ist;

Durchführen des Abgases durch einen nicht-thermischen Plasmagenerator (**34**), der Abgas aus dem Einlassrohr aufnimmt, wobei der nicht-thermische Plasmagenerator eine gepulste Koronaentladungsvorrichtung ist, die in einem Bereich von 30 kV bis 40 kV arbeitet;

Filtern der Ausgabe des Plasmagenerators über ein Partikelfilter (**32**) in direkter Fluidverbindung mit dem Plasmagenerator;

Reinigen des Partikelfilters (**32**) unter Verwendung des Plasmagenerators (**34**);

Zurückführen der Ausgabe des Filters (**32**) an den Ansaugsammler (**22**) über ein Ausgaberohr (**42**), das

mit dem Turboladersystem verbunden ist, so dass sich das Turboladersystem und das Ausgaberohr einen gemeinsamen Weg in den Ansaugsammler teilen; und

Verwenden eines zwischen dem Partikelfilter (32) und dem Ausgaberohr (42) angeordneten Ventils (18), um den Anteil des in den Ansaugsammler eintretenden behandelten Abgases zu steuern.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei der nicht-thermische Plasmagenerator (34) bei einer Impulsbreite von 5 ns bis 10 ns bei etwa 100 Hz arbeitet.

8. Motor nach Anspruch 1, wobei der Plasmagenerator (34) ferner dazu verwendet wird, Radikale in dem Abgas zu erzeugen, um die Motorverbrennung zu verbessern.

9. Verfahren nach Anspruch 6, wobei der Plasmagenerator (34) ferner dazu verwendet wird, Radikale in dem Abgas zu erzeugen, um die Motorverbrennung zu verbessern.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

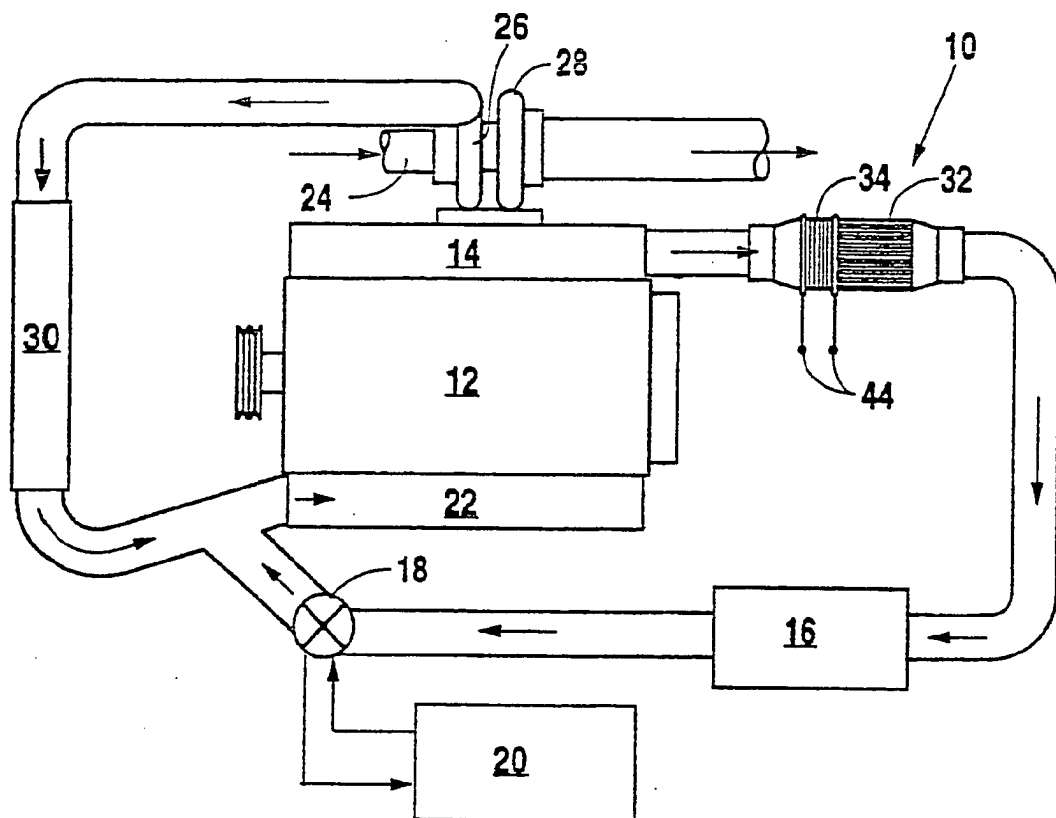


Fig. 1

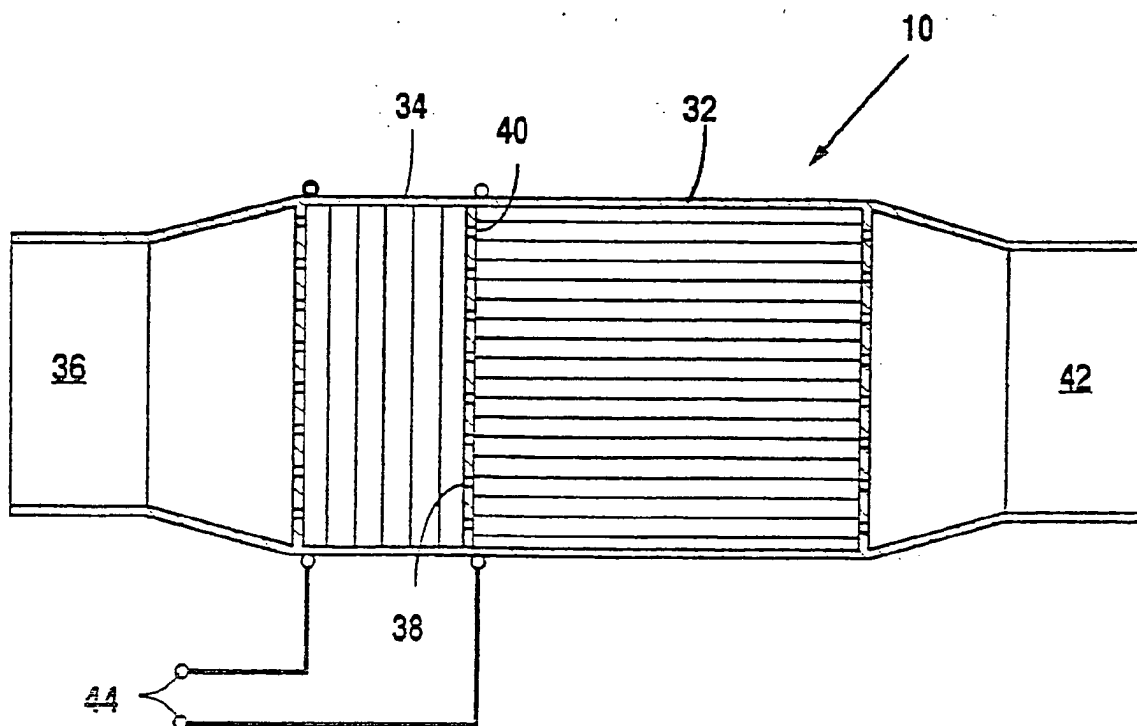


Fig. 2