(19) österreichisches patentamt

(10) AT 500 207 A2 2005-11-15

(12) Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 2064/2004

(22) Anmeldetag: 07.12.2004

(43) Veröffentlicht am: 15.11.2005

(51) Int. Cl.[7]: F02B 3/00
F01N 3/00, F02B 23/00,
F02B 51/02,
F02D13/02, F02D 41/04,
F02D 43/00, F02D 45/00,
F02F 1/00, F02F 3/10

(30) Priorität:

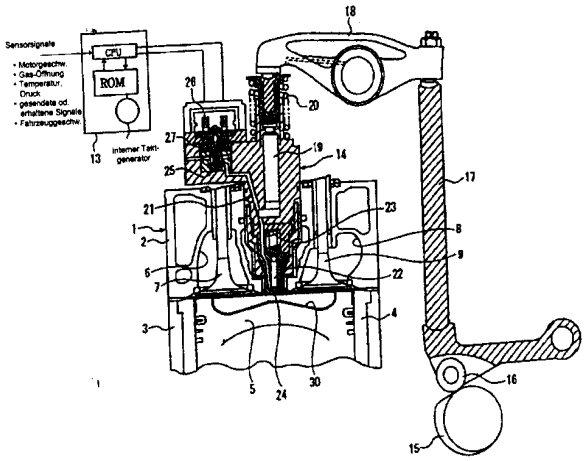
18.12.2003 JP JP2003-420612
beansprucht.

(73) Patentanmelder:

MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.
TOKYO (JP)

(54) STEUERVORRICHTUNG FÜR DEN ABGASAUSTRITT AN VERBRENNUNGS- UND WÄRMEKRAFTMASCHINEN

(57) Ein Katalysator (30) wird von wenigstens einem Teil der Wand einer Verbrennungskammer getragen, es ist ferner eine Steuereinrichtung zum Steuern der Brennstoffeinspritzeinrichtung der Maschine derart vorgesehen, dass unter vorgeschriebenen Betriebsbedingungen der Maschine vor der Haupteinspritzung des Brennstoffes erst eine Piloteinspritzung durchgeführt wird, und es ist eine Steuereinrichtung vorgesehen, welche derart steuert, dass das Auslassventil (9) während einer vorgeschriebenen Periode zu einem vorgeschriebenen Zeitpunkt oder das Einlassventil (7) während einer vorgeschriebenen Periode zu einem vorgeschriebenen Zeitpunkt unter vorgeschriebenen Betriebsbedingungen der Maschine wieder geöffnet wird. Durch die Kombination der Anbringung des Katalysators (30) an der Verbrennungswand und der Steuerung der Brennstoffeinspritzung und der Ventilüberlappung kann die Abgasabgabe einer Verbrennungskraftmaschine drastisch verbessert werden. Der Trägeraufbau für den Katalysator(30), bei dem der Katalysator (30) von einem wärmeisolierenden Material getragen wird, das auf die Wand geschichtet ist, welche nach der vorliegenden Erfindung mit den Verbrennungsgasen in Kontakt kommt, kann bei jeder Art von Wärmekraftmaschine wirkungsvoll angewandt werden.



AT 500 207 A2 2005-11-15

ZUSAMMENFASSUNG

Ein Katalysator wird von wenigstens einem Teil der Wand einer Verbrennungskammer getragen, es ist ferner eine Steuereinrichtung zum Steuern der Brennstoffeinspritzeinrichtung der Maschine derart vorgesehen, daß unter vorgeschriebenen Betriebsbedingungen der Maschine vor der Haupteinspritzung des Brennstoffes erst eine Piloteinspritzung durchgeführt wird, und es ist eine Steuereinrichtung vorgesehen, welche derart steuert, daß das Auslaßventil während einer vorgeschriebenen Periode zu einem vorgeschriebenen Zeitpunkt oder das Einlaßventil während einer vorgeschriebenen Periode zu einem vorgeschriebenen Zeitpunkt unter vorgeschriebenen Betriebsbedingungen der Maschine wieder geöffnet wird. Durch die Kombination der Anbringung des Katalysators an der Verbrennungswand und der Steuerung der Brennstoffeinspritzung und der Ventilüberlappung kann die Abgasabgabe einer Verbrennungskraftmaschine drastisch verbessert werden. Der Trägeraufbau für den Katalysator, bei dem der Katalysator von einem wärmeisolierenden Material getragen wird, das auf die Wand geschichtet ist, welche nach der vorliegenden Erfindung mit den Verbrennungsgasen in Kontakt kommt, kann bei jeder Art von Wärmekraftmaschine wirkungsvoll angewandt werden.

STEUERVORRICHTUNG FÜR DEN ABGASAUSTRITT AN VERBRENNUNGS- UND WÄRMEKRAFTMASCHINEN

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft die eine Steuervorrichtung für die Abgabe von Abgas an einer Verbrennungs- oder Wärmekraftmaschine für Automobile, oder den Gebrauch auf See bzw. den ortsfesten Gebrauch.

Beschreibung der verwandten Technik

In den letzten Jahren besteht ein Trend, wonach die Reglementierung für Abgase von Verbrennungsmaschinen für Automobile etc. (welche nachfolgend als „Maschinen" bezeichnet werden) intensiviert wird, insbesondere haben sich die Reglementierung für Nox (Stickoxyde) und PM (Ausstoß von Teilchen) in den Abgasen von Dieselmaschinen sowie die Regulierung von NOx (Stickoxyden) und von HC (unverbranntem Gas) im Abgas von Benzinmotoren intensiviert.

Im Stande der Technik wurde im allgemeinen die Steuerung des Abgasaustritts zur Verringerung der Abgabe von HC, NOx und PM dadurch vollzogen, indem man dem Abgas gestattete, eine Nachbehandlungseinrichtung zu durchlaufen, die mit einem Katalysator versehen und im Abgassystem installiert war, nachdem das Abgas aus dem Motorzylinder ausgetreten war. Ferner wurde eine Vorrichtung vorgeschlagen, bei der der Katalysator wenigstens auf einen, von der inneren Oberfläche des Zylinders, der Innenfläche des Zylinderkopfes bzw. der oberen Fläche des Kolbens gebildeten, Teil der Verbrennungskammer geschichtet wurde, wie dies in Fig. 1 der JP 5-86863 gezeigt ist, und daß keine Nachbehandlungsvorrichtung im Abgassystem installiert ist.

Es wurde jedoch noch keine Technik geoffenbart, welche von der Trägertechnik für einen Katalysator auf der Oberfläche einer Verbrennungskammer den größten Gebrauch macht, indem die Technik des Tragens des Katalysators an der Oberfläche der Verbrennungskammerwand, wie sie die Fig. 1 der JP 5-86863 zeigt, und derjenigen Technik, welche die Brennstoffeinspritzung über die Brennstoffeinspritzeinrichtung steuert oder durch Steuerung des Zeitpunktes für das Einlaß- und das Auslaßventil über das Ventilantriebsgetriebe des Motors kombiniert werden.

KURZFASSUNG DER ERFINDUNG

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Steuervorrichtung für die Abgabe von Abgas an einer Verbrennungsmaschine zu schaffen, welche die Steuerung der Abgabe von Abgas dadurch verbessert, daß die Trägertechnik für einen Katalysator auf der Oberfläche einer Verbrennungskammerwand und die Technik der Steuerung der Brennstoffeinspritzung über die Brennstoffeinspritzvorrichtung oder der Steuerung des Zeitpunktes für das Einlaß- und das Auslaßventil über das Ventilantriebsgetriebe des Motors miteinander kombiniert werden, um so eine Steuereinrichtung für die Abgabe von Abgas für eine Wärmekraftmaschine zu schaffen, die es ermöglicht, die Steuerung der Abgabe von Abgas zu verbessern, indem der Katalysator tatsächlich an einer Wand der Verbrennungskammer getragen wird, die dem Verbrennungsgas ausgesetzt ist.

Um die erwähnte Aufgabe zu lösen, schlägt die vorliegende Erfindung eine Steuervorrichtung für die Abgabe von Abgas an einer Verbrennungsmaschine vor, die mit einer elektronisch gesteuerten Brennstoffeinspritzeinrichtung ausgerüstet ist, um den Brennstoff direkt in die Verbrennungskammer einzuspritzen, wobei ein Katalysator wenigstens von einem Teil der Wand der Verbrennungskammer, nämlich der Innenfläche des Zylinders, der Innenfläche des Zylinderkopfes bzw. der oberen Fläche des Zylinders getragen wird; und wobei eine Steuereinrichtung vorgesehen ist, um die Brennstoffeinspritzeinrichtung so zu steuern, daß unter vorgeschriebenen Betriebsbedingungen der Maschine vor der Haupteinspritzung des Brennstoffes erst eine Piloteinspritzung mit einer geringen Menge an Brennstoff durchgeführt wird.

Es ist bevorzugt, daß der Katalysator von der oberen Fläche des Kolbens getragen wird, nachdem ein Wärmeisolationsmaterial wenigstens auf die obere Fläche des Kolbens aufgeschichtet wurde. Es ist in diesem Falle ebenso bevorzugt, eine Trägerstruktur für den Katalysator zu wählen, bei der der Katalysator als Ionen in den Kristallen eines keramischen Materiales getragen wird.

Um des weiteren die oben erwähnte Aufgabe zu lösen, schlägt die vorliegende Erfindung eine Steuervorrichtung für die Abgabe von Abgas an einer Verbrennungsmaschine vor, die mit einer elektronisch gesteuerten Brennstoffeinspritzeinrichtung ausgerüstet ist, um den Brennstoff direkt in die Verbrennungskammer einzuspritzen, wobei ein Katalysator wenigstens von einem Teil der Wand der Verbrennungskammer, inklusive der Innenfläche des Zylinders, der Innenfläche des Zylinderkopfes und der oberen Fläche des Zy-

linders getragen wird; und wobei ein elektronisch gesteuertes Ventilantriebsgetriebe zum Steuern des Öffnens und Schließens des Einlaß- und des Auslaßventils der Verbrennungskammer vorgesehen ist, sowie eine Steuereinrichtung zur Steuerung des Ventilantriebsgetriebes derart, daß das Auslaßventil während einer vorgeschriebenen Periode zu einem vorgeschriebenen Zeitpunkt während der ersten Hälfte des Einlaßhubes, während welchen das Einlaßventil geöffnet ist, wieder geöffnet wird.

Um ferner die oben erwähnte Aufgabe zu lösen, schlägt die vorliegende Erfindung eine Steuervorrichtung für die Abgabe von Abgas an einer Verbrennungsmaschine vor, die mit einer elektronisch gesteuerten Brennstoffeinspritzeinrichtung ausgerüstet ist, um den Brennstoff direkt in die Verbrennungskammer einzuspritzen, wobei ein Katalysator wenigstens von einem Teil der Wand der Verbrennungskammer, nämlich der Innenfläche des Zylinders, der Innenfläche des Zylinderkopfes bzw. der oberen Fläche des Zylinders getragen wird; und wobei ein elektronisch gesteuertes Ventilantriebsgetriebe zum Steuern des Öffnens und Schließens des Einlaß- und des Auslaßventils der Verbrennungskammer vorgesehen ist, sowie eine Steuereinrichtung zur Steuerung des Ventilantriebsgetriebes derart, daß das Einlaßventil während einer vorgeschriebenen Periode zu einem vorgeschriebenen Zeitpunkt während des Auslaßhubes, während welchen das Auslaßventil geöffnet ist, wieder geöffnet wird.

Die erfindungsgemäße Steuervorrichtung für die Abgabe von Abgas an der Verbrennungsmaschine zur Erzielung der erwähnten Aufgabe ist auch dadurch gekennzeichnet, daß ein Katalysator wenigstens von einem Teil der Wand der Verbrennungskammer, nämlich der Innenfläche des Zylinders, der Innenfläche des Zylinderkopfes bzw. der oberen Fläche des Zylinders getragen wird, nachdem ein Wärmeisolationsmaterial darauf geschichtet wurde.

Um ferner die oben erwähnte Aufgabe zu lösen, schlägt die vorliegende Erfindung eine Steuervorrichtung für die Abgabe von Abgas an einer Verbrennungsmaschine vor, die mit einem elektronisch gesteuerten Ventilantriebsgetriebe zum Steuern des Öffnens und Schließens des Einlaß- und des Auslaßventils der Verbrennungskammer versehen ist, wobei ein Katalysator wenigstens von einem Teil der Wand der Verbrennungskammer, nämlich der Innenfläche des Zylinders, der Innenfläche des Zylinderkopfes bzw. der oberen Fläche des Zylinders getragen wird; und wobei eine Steuereinrichtung vorgesehen ist, die das Ventilantriebsgetriebe unter vorgeschriebenen Betriebsbedingungen der Maschine derart steuert, daß das Auslaßventil während einer vorgeschriebenen Periode

zu einem vorgeschriebenen Zeitpunkt während der ersten Hälfte des Einlaßhubes, während welchen das Einlaßventil geöffnet ist, wieder geöffnet wird.

Die vorliegende Erfindung schlägt vor, die oben erwähnte Aufgabe durch eine Steuervorrichtung für die Abgabe von Abgas an einer Verbrennungsmaschine zu lösen, die mit einem elektronisch gesteuerten Ventilantriebsgetriebe zum Steuern des Öffnens und Schließens des Einlaß- und des Ausßventils der Verbrennungskammer ausgerüstet ist, wobei ein Katalysator wenigstens von einem Teil der Wand der Verbrennungskammer, nämlich der Innenfläche des Zylinders, der Innenfläche des Zylinderkopfes bzw. der oberen Fläche des Zylinders getragen wird; und wobei eine Steuereinrichtung vorgesehen ist, die das Ventilantriebsgetriebe unter vorgeschriebenen Betriebsbedingungen der Maschine derart steuert, daß das Einlaßventil während einer vorgeschriebenen Periode zu einem vorgeschriebenen Zeitpunkt während des Auslaßhubes, während welchen das Auslaßventil geöffnet ist, wieder geöffnet wird.

Die vorliegende Erfindung schlägt auch vor, die oben erwähnte Aufgabe durch eine Steuervorrichtung für die Abgabe von Abgas an einer Verbrennungsmaschine zu lösen, die mit einem elektronisch gesteuerten Ventilantriebsgetriebe zum Steuern des Öffnens und Schließens des Einlaß- und des Ausßventils der Verbrennungskammer ausgerüstet ist, wobei ein Katalysator wenigstens von einem Teil der Wand der Verbrennungskammer, nämlich der Innenfläche des Zylinders, der Innenfläche des Zylinderkopfes bzw. der oberen Fläche des Zylinders getragen wird; und wobei eine Steuereinrichtung vorgesehen ist, die das Ventilantriebsgetriebe steuert, wenn von der Abgastemperatur festgestellt wird, sie sei höher als eine angemessene Temperatur, so daß sowohl das Einlaß- als auch das Auslaßventil nahe dem Ende des Auslaßhubes und darüber hinaus bis zu Beginn des Einlaßhubes geöffnet werden.

Die vorliegende Erfindung schlägt ferner vor, die oben erwähnte Aufgabe durch eine Steuervorrichtung für die Abgabe von Abgas an einer Wärmekraftmaschine zu lösen, die derart zusammengesetzt ist, daß ein Katalysator an einer dem Verbrennungsgas ausgesetzten Wand durch eine Wärmeisolierschicht getragen wird, die an die Wand geschichtet ist.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

FIG. 1 ist eine Zeichnung zur Erläuterung der Konstruktion des Verbrennungsmotors eines Automobils nach einem ersten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel;

FIG. 2 ist ein Flußdiagramm für die Auswahl eines Einspritzmusters;

FIG. 3 ist ein Diagramm zur Erläuterung des Einspritzmusters;

FIG. 4 ist eine Querschnittsansicht, welche ein zweites Ausführungsbeispiel eines Trägeraufbaues für einen Katalysator nach der vorliegenden Erfindung zeigt;

FIG. 5 ist eine Zeichnung zur Erläuterung der Konstruktion des Verbrennungsmotors eines Automobils nach einem dritten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel;

FIG. 6A ist ein Diagramm zur Erläuterung der Steuerung des neuerlichen Öffnens des Auslaßventiles;

FIG. 6B ist ein Diagramm zur Erläuterung der Steuerung des neuerlichen Öffnens des Einlaßventiles; und

FIG. 7 ist ein Diagramm zur Erläuterung des Zustandes sowohl des Auslaß- als auch des Einlaßventiles beim Öffnen (Ventilüberlappung) nahe dem Ende des Auslaßhubes hinüber zum Beginn des Einlaßhubes.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Steuervorrichtung für die Abgabe von Abgas werden nun unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen im einzelnen beschrieben.

[Erstes Ausführungsbeispiel]

FIG. 1 ist eine Zeichnung zur Erläuterung der Konstruktion des Verbrennungsmotors eines Automobils nach einem ersten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel, FIG. 2 ist ein Flußdiagramm für die Auswahl eines Einspritzmusters, und FIG. 3 ist ein Diagramm zur Erläuterung des Einspritzmusters.

Bezugnehmend auf FIG. 1 weist ein Verbrennungsmotor mit mehreren Zylindern 1 (nachfolgend einfach als „Motor" bezeichnet) einen Zylinderkopf 2 und einen Zylinderblock 3 auf. Ein Kolben 5 paßt jeweils in die Zylinderauskleidung 4 des Zylinderblocks 3, um darin zu gleiten. Ein Katalysator, wie Platin (Pt), Palladium (Pd), Rhodium (Rh), etc. ist aufgeschichtet (bzw. wird getragen) (siehe die Katalysator-Deckschicht 30 in FIG. 1).

Ein Einlaßventil 7 und ein Auslaßventil 9 sind für jeden der Zylinder im Zylinderkopf 2 vorgesehen, um jeweils die Einlaßöffnung 6 bzw. die Auslaßöffnung 8 zu öffnen bzw. zu schließen, wobei die Einlaß- und Auslaßventile mit Hilfe eines Ventilantriebsgetriebes angetrieben werden.

Eine Einspritzeinheit 14 ist als elektronisch gesteuerte Brennstoffeinspritzeinrichtung ausgebildet und ist für jeden der Zylinder an den Zylinderkopf 2 montiert. Die Drehung

einer in der Zeichnung nicht dargestellten Kurbelwelle wird auf eine Nockenwelle 15 übertragen, und die Drehung der Nockenwelle 15 wird mittels eines Nockenfolgers 16 und eines Stößels 17 in eine hin- und hergehende Bewegung eines hin- und herwippenden Armes 18 umgeformt. Wenn der Kolben 19 der Einspritzeinheit 14 durch die hin- und hergehende Bewegung des hin- und herwippenden Armes 18 entgegen der Federkraft einer Rückholfeder 20 durch den hin- und herwippenden Arm 18 abwärts gedrückt wird, wird durch die Abwärtsbewegung des Kolbens 19 Brennstoff in die Verbrennungskammer eingespritzt. Sobald sich der Kolben 19 abwärts bewegt, wird der Brennstoff zwischen dem unteren Ende des Kolbens 19 und einem Tellerventil 25 zusammengepreßt, und ein Nadelventil 22 wird durch den Druck entgegen der Federkraft einer Nadelventilfeder 23 angehoben, wodurch Einspritzlöcher 24 geöffnet werden, und Brennstoff über die Einspritzlöcher 24 in die Verbrennungskammer eingespritzt wird.

Der Einspritzzeitpunkt und die Menge an eingespritztem Brennstoff werden durch Steuerung des Öffnens und Schließens des Brennstoffdurchlasses 21 durch das Tellerventil 25 mittels eines Solenoids 26 gesteuert. Wenn das Tellerventil 25 entgegen der Federkraft der Tellerventilfeder 27 durch die Magnetisierung des ein Steuersignal von einer elektronischen Steuereinheit (ECU) 13 erhaltenden Solenoids gegen das Solenoid 26 hin angezogen wird und das Ventil 25 geschlossen wird (der Brennstoffdurchlaß 21 ist abgeschlossen), dann wird der Brennstoff zwischen dem unteren Ende des Kolbens 19 und dem Tellerventil 25 durch die Abwärtsbewegung des Kolbens 19 zusammengepreßt, und wenn die Erregung des Solenoids 26 aufhört und das Tellerventil 25 durch die Federkraft der Tellerventilfeder 27 abwärts gedrückt wird, um zu öffnen (der Brennstoffdurchlaß 21 steht in Verbindung mit einem in der Zeichnung nicht dargestellten Brennstofftank), dann kann der Brennstoff zwischen dem unteren Ende des Kolbens 19 und dem Tellerventil 25 durch die Abwärtsbewegung des Kolbens 19 nicht mehr zusammengepreßt werden. Daher kann der Beginn und das Ende der Brennstoffeinspritzung durch das Öffnen und Schließen des Tellerventiles 25 gesteuert werden, und die Menge an eingespritztem Brennstoff kann durch die Dauer zwischen dem Schließen und Öffnen des Tellerventils 25 gesteuert werden.

Die ECU 13 weist eine zentrale Prozessoreinheit (CPU), einen Nur-Lese-Speicher (ROM), einen integrierten Taktgenerator und eine Schnittstelle als Eingabe-/Ausgabe-Prozessorkreis auf. Die ECU erhält Signale betreffend die Motorgeschwindigkeit, die Öffnung des Gashebels, die Temperaturen des Motorkühlwassers, des Abgases etc., die Drücke der Ansaugluft und des Abgases etc., das Signal, welches von einer im Fahrzeug befindlichen Einheit eines ETC (automatisches Non-Stop-Fahrpreis-Sammelsystem) aus-

gesandt wird und von diesem empfangen wird, sowie Signale von Sensoren, wie einem Sensor für die Fahrzeuggeschwindigkeit etc, und sie steuert den Einspritzzeitpunkt sowie die Menge der Brennstoffeinspritzung durch die Einspritzeinheit 14 auf ein Optimum entsprechend dem Betriebszustand des Motors.

Wie in FIG. 2 und FIG. 3 gezeigt wird, führt die ECU 13 die Steuerung so aus, daß eine einzige Einspritzung, bei der nur eine Haupteinspritzung von Brennstoff zum gewöhnlichen Einspritzzeitpunkt dann erfolgt, wenn der Motor 1 unter vorgeschriebenen Betriebsbedingungen läuft, d.h. wenn die Abgastemperatur gering ist und dieser Zustand über eine längere Dauer anhält, wenn die Temperatur des Kühlwassers für den Motor gering ist, und wenn die Motorgeschwindigkeit gering ist (siehe Schritt 1 – 5 in FIG. 2); und falls der Motor 1 unter anderen Bedingungen läuft, dann führt die ECU 13 eine Steuerung so durch, daß eine Mehrfach-Einspritzung erfolgt, bei der für eine Steuerung beim Einlaßhub oder beim Kompressionshub eine Piloteinspitzung einer kleinen Menge an Brennstoff vor der Haupteinspritzung durchgeführt wird, worauf dann die Haupteinspritzung zum gewöhnlichen Einspritzzeitpunkt erfolgt (siehe Schritt 6 in FIG. 2).

Da der Motor 1 derart aufgebaut ist, daß die Brennstoffeinspritzung auf diese Weise gesteuert wird, wenn der Motor beispielsweise mit geringer Geschwindigkeit, bei niedriger Last läuft und eine einzige Einspritzung erfolgt, so wird der Brennstoff von der Einspritzeinheit zum gewöhnlichen Einspritzzeitpunkt eingespritzt, und eine beständige Verbrennung aufrecht erhalten.

Läuft anderseits der Motor beispielsweise mit mittlerer oder hoher Geschwindigkeit bzw. mittlerer oder hoher Belastung, bei welcher eine Mehrfacheinspritzung durchgeführt wird, so wird durch die Piloteinspritzung während des Einlaßhubes oder des Kompressionshubes HC bzw. CO (Kohlenmonoxyd) erzeugt, und das durch die Haupteinspritzung während des Verbrennungshubes (bzw. Expansionshubes) produzierte NOx wird durch den HC die Gegenwart de Katalysatorschicht 30 wirkungsvoll reduziert (desoxydiert), die auf die obere Fläche des Kolbens 5 geschichtet ist, womit sich ein verbesserter Abgasausstoß ergibt.

Da die Produktion an NOx innerhalb des Motors 1 verringert wird, ist eine Nachbehandlungseinrichtung, wie ein Katalysator für die Okklusion bzw. Absorption von NOx, im Abgassystem nicht erforderlich (obwohl er natürlich vorgesehen werden kann). Nebenbei sei bemerkt, daß im Falle der Abstand vom Zylinder zur Nachbehandlungseinrichtung lang wäre, sich die Abgastemperatur auf Grund der Wärmeverluste im Abgassystem er-

niedrigen würde und sich die Aktivität des Katalysators reduziert. Gemäß der vorliegenden Erfindung aber erfolgt eine Abnahme der Abgastemperatur, wie diese, nicht, und NOx wird durch die Aktivität des Katalysators von guter Aktivität in wirkungsvoller Weise reduziert.

Da bei der Vorrichtung nach der vorliegenden Erfindung die Wärmekapazität im Vergleich zu demjenigen Fall gering ist, in dem eine Nachbehandlungseinrichtung benutzt wird, bei der die Wärmekapazität durch das Abgassystem groß wird, wird die aufgebrachte Katalysatorschicht 30 mit der Erwärmung des Motors 1 rasch erhitzt, sobald der Motor gestartet wird.

Da ferner bei Übergangszuständen des Motors 1 die Ansprechzeitverzögerung im Vergleich zu dem Fall einer Nachbehandlungseinrichtung gering ist, ist es möglich, das Muster der Brennstoffeinspritzung unmittelbar von einer einzigen Einspritzung auf eine für die Verringerung von NOx optimale Mehrfacheinspritzung umzuschalten.

[Zweites Ausführungsbeispiel]

FIG. 4 zeigt eine Querschnittsansicht eines zweiten Ausführungsbeispieles eines Trägeraufbaues für einen Katalysator nach der vorliegenden Erfindung.

Diese Ausführungsform ist ein Beispiel für den Fall, daß Katalysatoren 30a, wie Platin (Pt), Palladium (Pd), Rhodium (Rh), etc., in Form von verstreuten Punkten auf einer Wand der Verbrennungskammer getragen werden, welche hier von der Oberseite des Kolbens 5 gebildet wird, nachdem sie zunächst, beispielsweise durch thermisches Sprühen (siehe die thermisch aufgesprühte Keramikschicht 31), mit einem Material hoher Wärmeisolationswirkung, wie Keramik, beschichtet wurde.

Bei diesem Trägeraufbau für den Katalysator, steigt die Aktivität des Katalysators 31, da die Temperatur an der oberen Fläche des Kolbens infolge der Anwesenheit der thermisch aufgesprühten Keramikschicht 31 hoch bleibt, und es wird eine weitere Verbesserung bei der Abgabe von Abgasen sowie eine Verbesserung des Brennstoffverbrauchs durch den Wärmeisolationseffekt erzielt.

Dadurch, daß die Trägerstruktur für den Katalysator auf die obere Fläche des Kolbens 5 als jene Fläche aufgebracht wird, die dem Verbrennungsgas (oder Abgas) einer Wärmekraftmaschine ausgesetzt ist, kann eine Verringerung der Wärmeverluste und eine

Verbesserung der Aktivität des Katalysators bei jeglicher Art von Wärmekraftmaschinen erzielt werden, wie bei einer Gasturbine, einem Kessel etc.

[Drittes Ausführungsbeispiel]

FIG. 5 ist eine Zeichnung zur Erläuterung der Konstruktion des Verbrennungsmotors eines Automobils nach einem dritten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel, FIG. 6A ist ein Diagramm zur Erläuterung der Steuerung des neuerlichen Öffnens des Auslaßventiles, und FIG. 6B ist ein Diagramm zur Erläuterung der Steuerung des neuerlichen Öffnens des Einlaßventiles. FIG. 7 ist ein Diagramm zur Erläuterung des Zustandes sowohl des Auslaß- als auch des Einlaßventiles beim Öffnen (Ventilüberlappung) nahe dem Ende des Auslaßhubes hinüber nahe zum Beginn des Einlaßhubes.

Diese Ausführungsform ist ein Beispiel für den Fall, daß das Öffnen bzw. Schließen des Einlaßventiles 7 und des Auslaßventiles 9 durch ein elektronisch gesteuertes Ventilantriebsgetriebe gesteuert wird, wie dies in FIG. 5 gezeigt ist. Das Einlaßventil 7 und das Auslaßventil 9 werden durch eine Ventilfeder 10a bzw. 10b aufwärts gedrückt, um jeweils die Einlaßöffnung 6 bzw. die Auslaßöffnung 8 zu schließen. Wenn ein Solenoid 11a bzw. 11b als Steuereinrichtung durch Steuersignale aus einer elektronischen Steuereinheit (ECU) 12 zum Steuern des Einlaß- bzw. des Auslaßventiles erregt wird, so werden das Einlaßventil 7 und das Auslaßventil 9 entgegen der Federkraft der Ventilfeder 10a bzw. 10b abwärts bewegt, um jeweils die Einlaßöffnung 6 bzw. die Auslaßöffnung 8 zu öffnen. Der Aufbau ist im übrigen der selbe wie derjenige der FIG. 1.

Die ECU 12 weist eine zentrale Prozessoreinheit (CPU), einen Nur-Lese-Speicher (ROM), einen integrierten Taktgenerator und eine Schnittstelle als Eingabe-/Ausgabe-Prozessorkreis auf. Die ECU 12 steuert den Zeitpunkt des Öffnens und Schließens und die Öffnungsdauer des Einlaßventiles 7 bzw. des Auslaßventiles 9, so daß sie entsprechend den Laufbedingungen des Motors 1, basierend auf der Information aus der ECU 13 des ersten Ausführungsbeispieles, optimal sind, wobei die ECU 12 mit der ECU 13 über eine Kommunikationseinrichtung, wie ein Steuerbereichsnetzwerk (CAN) verbunden ist.

Die ECU 12 steuert derart, daß das Auslaßventil 9 beim Einlaßhub zu einer optimalen Zeit und während einer optimalen Dauer neuerlich geöffnet wird, wie dies FIG. 6A zeigt, wenn eine Mehrfacheinspritzung vorgenommen wird, wie sie unter Bezugnahme auf die FIG. 1 erläutert wurde, beispielsweise wenn der Motor mit mittlerer oder hoher Geschwindigkeit bzw. im mittleren oder hohen Belastungsbereich läuft, um es dem Abgas zu gestatten, in die Verbrennungskammer während der Ventilüberlappungsdauer zurückzu-

strömen, die durch das Wiederöffnen des Auslaßventiles 9 (inneres EGR) zustande gebracht wird, worauf die Hauptbrennstoffeinspritzung durch die Einspritzeinheit 14 durchgeführt wird.

Die ECU 12 steuert aber auch derart, daß das Einlaßventil 7 beim Auslaßhub zu einer optimalen Zeit und während einer optimalen Dauer neuerlich geöffnet wird, wie dies FIG. 6B zeigt, wenn eine Mehrfacheinspritzung vorgenommen wird, wie die unter Bezugnahme auf die FIG. 1 erläutert wurde, beispielsweise wenn der Motor mit mittlerer oder hoher Geschwindigkeit bzw. im mittleren oder hohen Belastungsbereich läuft, um es dem Abgas zu gestatten, während der Ventilüberlappungsdauer in den Einlaßsammelkanal zurückzuströmen, die durch das Wiederöffnen des Einlaßventiles 7 (inneres EGR) zustande gebracht wird, worauf die Hauptbrennstoffeinspritzung durch die Einspritzeinheit 14 durchgeführt wird.

Ferner steuert die ECU 12 derart, daß das Schließen der Auslaßöffnung verzögert und das Öffnen der Einlaßöffnung vorgezogen wird, wie dies in FIG. 7 gezeigt ist, um die Ventilüberlappungsperiode zu steuern und auch die Ventilanhebung des Einlaßventils bzw. des Auslaßventils zu steuern, wenn festgestellt wird, daß die Abgastemperatur des Motors 1 diejenige Temperatur überschreitet, welcher der Katalysator standhalten kann, um so die Abgastemperatur abzusenken, indem man es frischem Gas erlaubt, in einem Kurzschluß durch die Verbrennungskammer zu strömen.

Bei dieser Ausführungsform wird eine Oxydation der PM im Abgas und ein Effekt der Reduzierung an NOx durch eine reduktive Reaktion unter Benutzung von HC erreicht, welcher durch die Piloteinspritzung erzeugt wird, indem eine katalytische Reaktion an der auf die obere Fläche des Kolbens 5 geschichtete Katalysatorschicht stattfindet, und wobei zusätzlich zu dem anderen Effekt der Reduzierung von NOx noch einer durch die Verbrennung in einer Atmosphäre geringer Sauerstoffdichte auf Grund der inneren EGR erfolgt, durch welche die maximale Verbrennungstemperatur abgesenkt wird. Des weiteren kann mit der erhöhten Temperatur des Abgases durch die interne EGR eine Erhöhung der Aktivität des Katalysators erwartet werden.

Indem Pilot-Brennstoff direkt in die Verbrennungskammer unmittelbar danach eingespritzt wird, nachdem das Auslaßventil 9 neuerlich geöffnet wurde, wird eine Zeitverzögerung, welche den Rückstrom des Abgases begleitet, vermieden, und das intern rezirkulierte Abgas wird durch die kombinierte Steuerung der internen EGR und der Pilot-Brennstoffeinspritzung davon abgehalten, direkt in das Abgassystem auszuströmen.

Es ist zulässig, daß die an Hand der FIG. 1 des ersten Ausführungsbeispieles erläuterte Mehrfacheinspritzung bei der dritten Ausführungsform nicht durchgeführt wird. Natürlich ist es zweckmäßig, den Trägeraufbau für den Katalysator nach dem zweiten Ausführungsbeispiel auch im dritten Ausführungsbeispiel anzuwenden. Obwohl der Katalysator in den zuvor erläuterten Ausführungsformen auf der oberen Fläche des Kolbens 5 getragen wird, ist es auch zweckmäßig, wenn der Katalysator an der Innenfläche der Zylinderauskleidung 4 oder des Zylinders – falls es sich um einen auskleidungslosen Zylinderblock handelt – oder an der Innenfläche des Zylinderkopfes 2 getragen wird. Ferner ist es als Modifikation des dritten Ausführungsbeispieles zweckmäßig, wenn das Ventilantriebsgetriebe so gesteuert wird, daß das Einlaßventil 7 nahe dem Ende des Auspuffhubes geöffnet wird, bei welchem das Auslaßventil 9 geöffnet wird, um die Abgastemperatur auf einen geeigneten Temperaturbereich zu steuern, sobald die ECU 12 durch die Signale der Temperatursensoren für die Abgastemperatur etc. feststellt, daß die Abgastemperatur eine vorgeschriebene geeignete Temperatur überschreitet.

Auf Grund der Steuervorrichtung für die Abgabe von Abgas an einer Verbrennungskraftmaschine, die auf die oben erwähnte Weise aufgebaut ist, kann das durch die Verbrennung des in die Verbrennungskammer eingespritzten Hauptbrennstoffes erzeugte NOx durch den HC des vor der Haupteinspritzung eingespritzten Pilotbrennstoffes in wirksamer Weise durch die katalytische Reaktion mit dem von der Wand der Verbrennungskammer getragenen Katalysator reduziert (desoxydiert) werden. Durch die Verbesserung des Trägeraufbaues für den Katalysator wird die Abgabe von Abgas noch weiter verbessert. Die Abgabe von Abgas verbessert sich ferner durch die Durchführung einer internen EGR (Abgas-Rezirkulierung) durch eine Steuerung in der Form, daß sowohl das Einlaß- als auch das Auslaßventil für einige Zeit wieder geöffnet werden (Ventilüberlappung).

Indem eine Steuereinrichtung zum Steuern des Ventilantriebsgetriebes vorgesehen wird, so daß sowohl das Einlaß- als auch das Auslaßventil nahe dem Ende des Auslaßhubes hinüber bis zum Beginn des Einlaßhubes geöffnet werden, wobei die Menge an Luft gesteuert wird, die direkt von der Einlaßöffnung zur Auslaßöffnung und durch die Verbrennungskammer strömt, wird ein übermäßiger Anstieg der Abgastemperatur unterdrückt, und im Ergebnis die wärmebedingte Zerstörung des Katalysators verhindert und die Zuverlässigkeit der Verbrennungsmaschine verbessert.

Auf Grund der Steuervorrichtung für die Abgabe von Abgas an einer Wärmekraftmaschine, die auf die oben erwähnte Weise aufgebaut ist, kann eine Verringerung der Wärmeverluste und eine Verbesserung der Aktivität des Katalysators erzielt werden.

Die Steuervorrichtung für die Abgabe von Abgas nach der vorliegenden Erfindung ist für stationäre Motore, Schiffahrtsmotore oder Wärmekraftmaschinen und nicht nur für Automobilmotore, anwendbar.

PATENTANSPRÜCHE

1. Steuervorrichtung für die Abgabe von Abgas an einer Verbrennungskraftmaschine, die mit einer elektronisch gesteuerten Brennstoffeinspritzeinrichtung ausgestattet ist, um Brennstoff direkt in eine Verbrennungskammer einzuspritzen, wobei ein Katalysator von wenigstens einem, von der inneren Oberfläche des Zylinders, der Innenfläche des Zylinderkopfes bzw. der oberen Fläche des Kolbens gebildeten, Teil der Verbrennungskammer getragen ist; wobei eine Steuereinrichtung zum Steuern der Brennstoffeinspritzeinrichtung derart vorgesehen ist, daß unter vorgeschriebenen Betriebsbedingungen der Maschine vor der Haupteinspritzung des Brennstoffes erst eine Piloteinspritzung mit einer geringen Menge an Brennstoff durchgeführt wird.

2. Steuervorrichtung für die Abgabe von Abgas an einer Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 1, bei der der Katalysator an der oberen Fläche des Kolbens getragen wird, nachdem ein Wärmeisolationsmaterial wenigstens auf die obere Fläche des Kolbens aufgeschichtet wurde.

3. Steuervorrichtung für die Abgabe von Abgas an einer Verbrennungskraftmaschine, die mit einer elektronisch gesteuerten Brennstoffeinspritzeinrichtung ausgestattet ist, um Brennstoff direkt in eine Verbrennungskammer einzuspritzen, wobei ein Katalysator von wenigstens einem, von der inneren Oberfläche des Zylinders, der Innenfläche des Zylinderkopfes bzw. der oberen Fläche des Kolbens gebildeten, Teil der Verbrennungskammer getragen ist; und wobei ein elektronisch gesteuertes Ventilantriebsgetriebe zum Steuern des Öffnens und Schließens des Einlaß- und des Auslaßventils der Verbrennungskammer vorgesehen ist, sowie eine Steuereinrichtung zur Steuerung des Ventilantriebsgetriebes derart, daß das Auslaßventil während einer vorgeschriebenen Periode zu einem vorgeschriebenen Zeitpunkt während der ersten Hälfte des Einlaßhubes, während welchen das Einlaßventil geöffnet ist, wieder geöffnet wird.

4. Steuervorrichtung für die Abgabe von Abgas an einer Verbrennungskraftmaschine, die mit einer elektronisch gesteuerten Brennstoffeinspritzeinrichtung ausgestattet ist, um Brennstoff direkt in eine Verbrennungskammer einzuspritzen, wobei ein Katalysator von wenigstens einem, von der inneren Oberfläche des Zylinders, der Innenfläche des Zylinderkopfes bzw. der oberen Fläche des Kolbens gebildeten, Teil der Verbrennungskammer getragen ist; und wobei ein elektronisch gesteuertes Ventilantriebsgetriebe zum Steuern des Öffnens und Schließens des Einlaß- und des Auslaßventils der Verbrennungskammer vorgesehen ist, sowie eine Steuereinrichtung zur Steuerung des Ventilan-

triebsgetriebes derart, daß das Einlaßventil während einer vorgeschriebenen Periode zu einem vorgeschriebenen Zeitpunkt während der ersten Hälfte des Auslaßhubes, während welchen das Auslaßventil geöffnet ist, wieder geöffnet wird.

5. Steuervorrichtung für die Abgabe von Abgas an einer Verbrennungskraftmaschine, bei welcher ein Katalysator von wenigstens einem, von der inneren Oberfläche des Zylinders, der Innenfläche des Zylinderkopfes bzw. der oberen Fläche des Kolbens gebildeten, Teil der Verbrennungskammer getragen ist, nachdem ein Wärmeisolationsmaterial wenigstens darauf aufgeschichtet wurde.

6. Steuervorrichtung für die Abgabe von Abgas an einer Verbrennungsmaschine, die mit einem elektronisch gesteuerten Ventilantriebsgetriebe zum Steuern des Öffnens und Schließens des Einlaß- und des Auslaßventils der Verbrennungskammer versehen ist, wobei ein Katalysator wenigstens von einem Teil der Wand der Verbrennungskammer, nämlich der Innenfläche des Zylinders, der Innenfläche des Zylinderkopfes bzw. der oberen Fläche des Zylinders, getragen wird; und wobei eine Steuereinrichtung vorgesehen ist, die das Ventilantriebsgetriebe unter vorgeschriebenen Betriebsbedingungen der Maschine derart steuert, daß das Auslaßventil während einer vorgeschriebenen Periode zu einem vorgeschriebenen Zeitpunkt während der ersten Hälfte des Einlaßhubes, während welchen das Einlaßventil geöffnet ist, wieder geöffnet wird.

7. Steuervorrichtung für die Abgabe von Abgas an einer Verbrennungsmaschine, die mit einem elektronisch gesteuerten Ventilantriebsgetriebe zum Steuern des Öffnens und Schließens des Einlaß- und des Auslaßventils der Verbrennungskammer versehen ist, wobei ein Katalysator wenigstens von einem Teil der Wand der Verbrennungskammer, nämlich der Innenfläche des Zylinders, der Innenfläche des Zylinderkopfes bzw. der oberen Fläche des Zylinders getragen wird; und wobei eine Steuereinrichtung vorgesehen ist, die das Ventilantriebsgetriebe unter vorgeschriebenen Betriebsbedingungen der Maschine derart steuert, daß das Einlaßventil während einer vorgeschriebenen Periode zu einem vorgeschriebenen Zeitpunkt während des Auslaßhubes, während welchen das Auslaßventil geöffnet ist, wieder geöffnet wird.

8. Steuervorrichtung für die Abgabe von Abgas an einer Verbrennungsmaschine, die mit einem elektronisch gesteuerten Ventilantriebsgetriebe zum Steuern des Öffnens und Schließens des Einlaß- und des Ausßventils der Verbrennungskammer ausgerüstet ist, wobei ein Katalysator wenigstens von einem Teil der Wand der Verbrennungskammer, nämlich der Innenfläche des Zylinders, der Innenfläche des Zylinderkopfes bzw. der obe-

ren Fläche des Zylinders getragen wird; und wobei eine Steuereinrichtung vorgesehen ist, die das Ventilantriebsgetriebe steuert, wenn von der Abgastemperatur festgestellt wird, sie sei höher als eine angemessene Temperatur, so daß sowohl das Einlaß- als auch das Auslaßventil nahe dem Ende des Auslaßhubes und darüber hinaus nahe des Beginnes des Einlaßhubes geöffnet werden.

9. Steuervorrichtung für die Abgabe von Abgas an einer Wärmekraftmaschine, die derart aufgebaut ist, daß ein Katalysator von einer dem Verbrennungsgas ausgesetzten Wand mittels einer Schicht aus Wärmeisolationsmaterial getragen wird, das auf die Wand geschichtet ist.

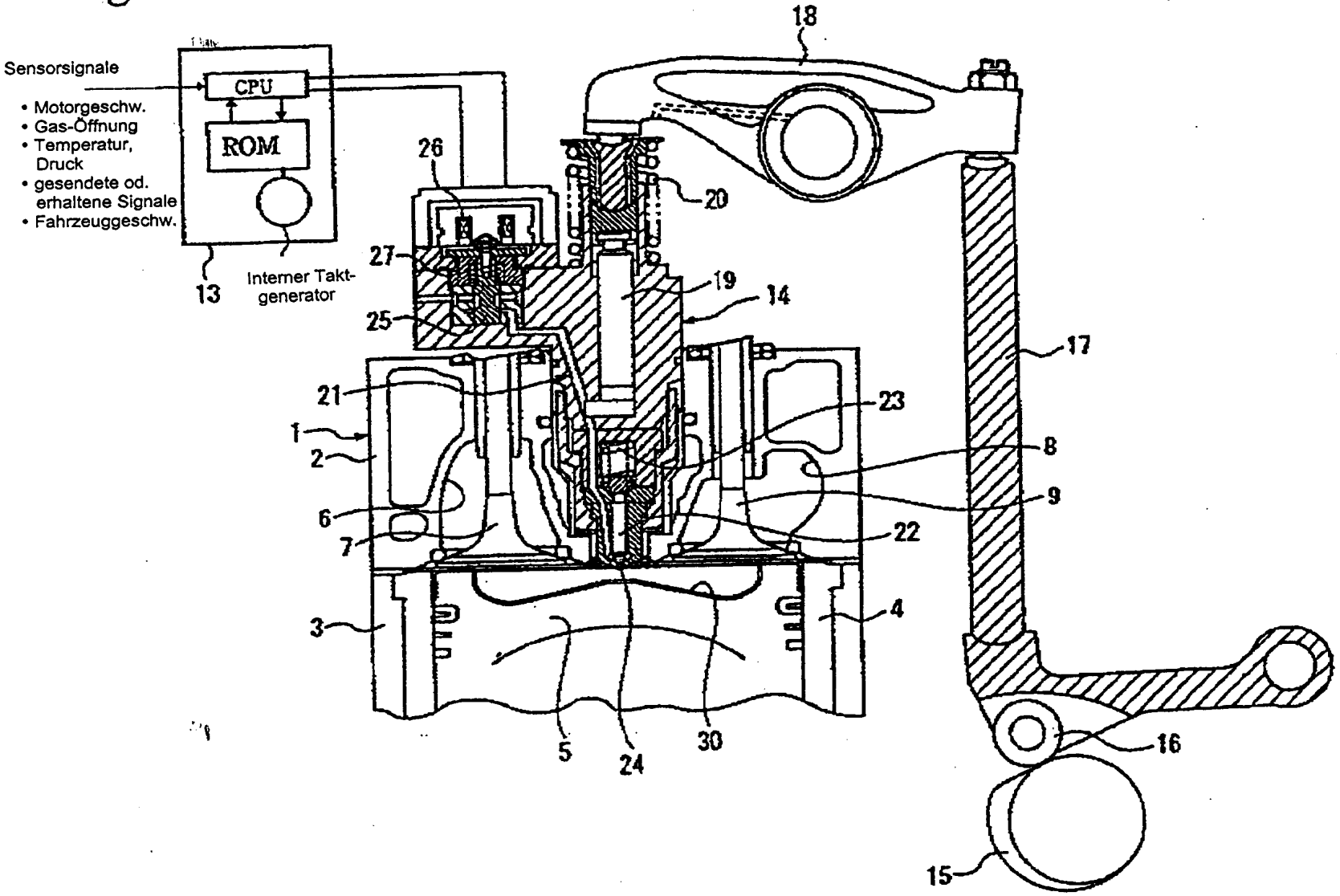
Wien, am 7.Dezember 2004

Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.
durch:

PATENTANWÄLTE
Dipl.-Ing. Dr. Helmut WILDHACK
Dipl.-Ing. Dr. Gerhard JELLINEK

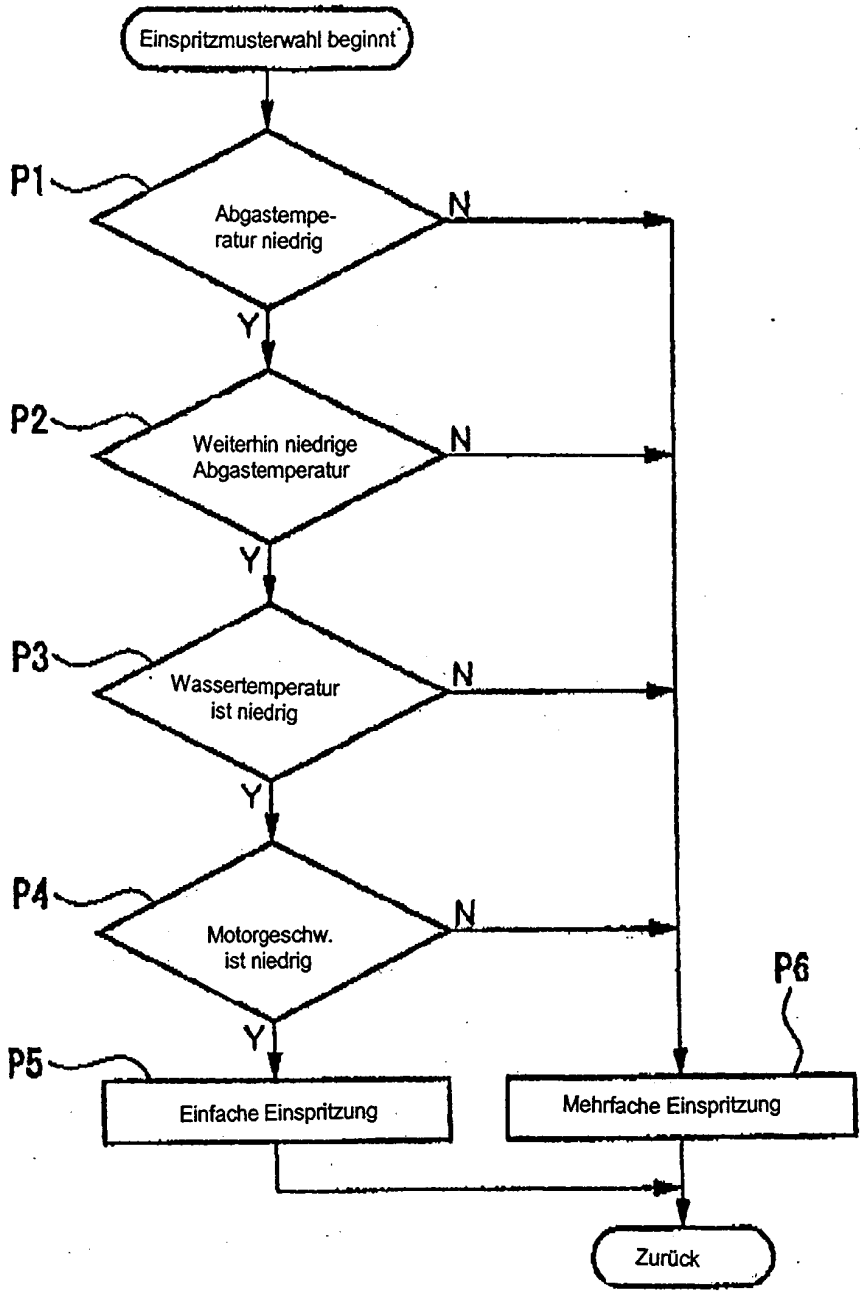
Dipl.-Ing. Dr. Andreas Wildhack
Ausweis Nr. 425

Fig. 1



NACHGEREICHT

Fig. 2



NACHGEREICHT

Fig. 3

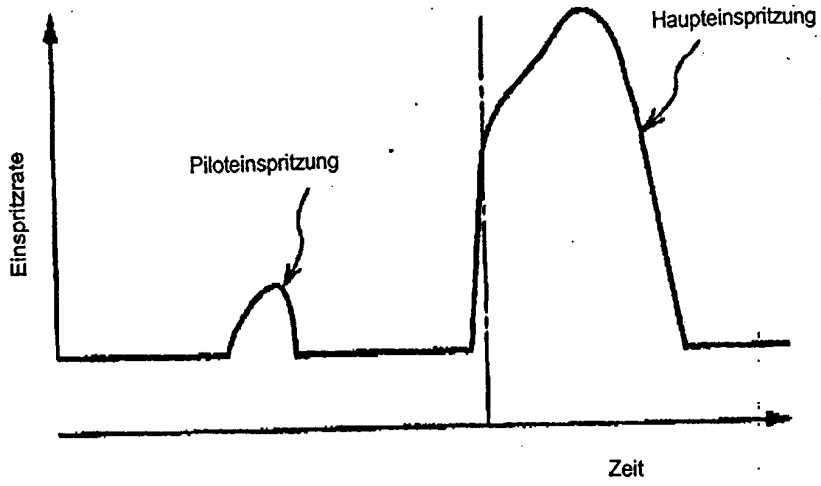
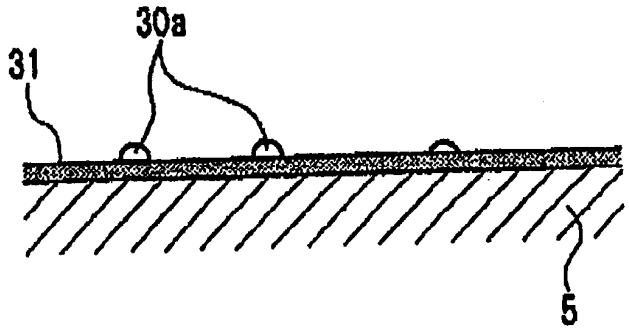
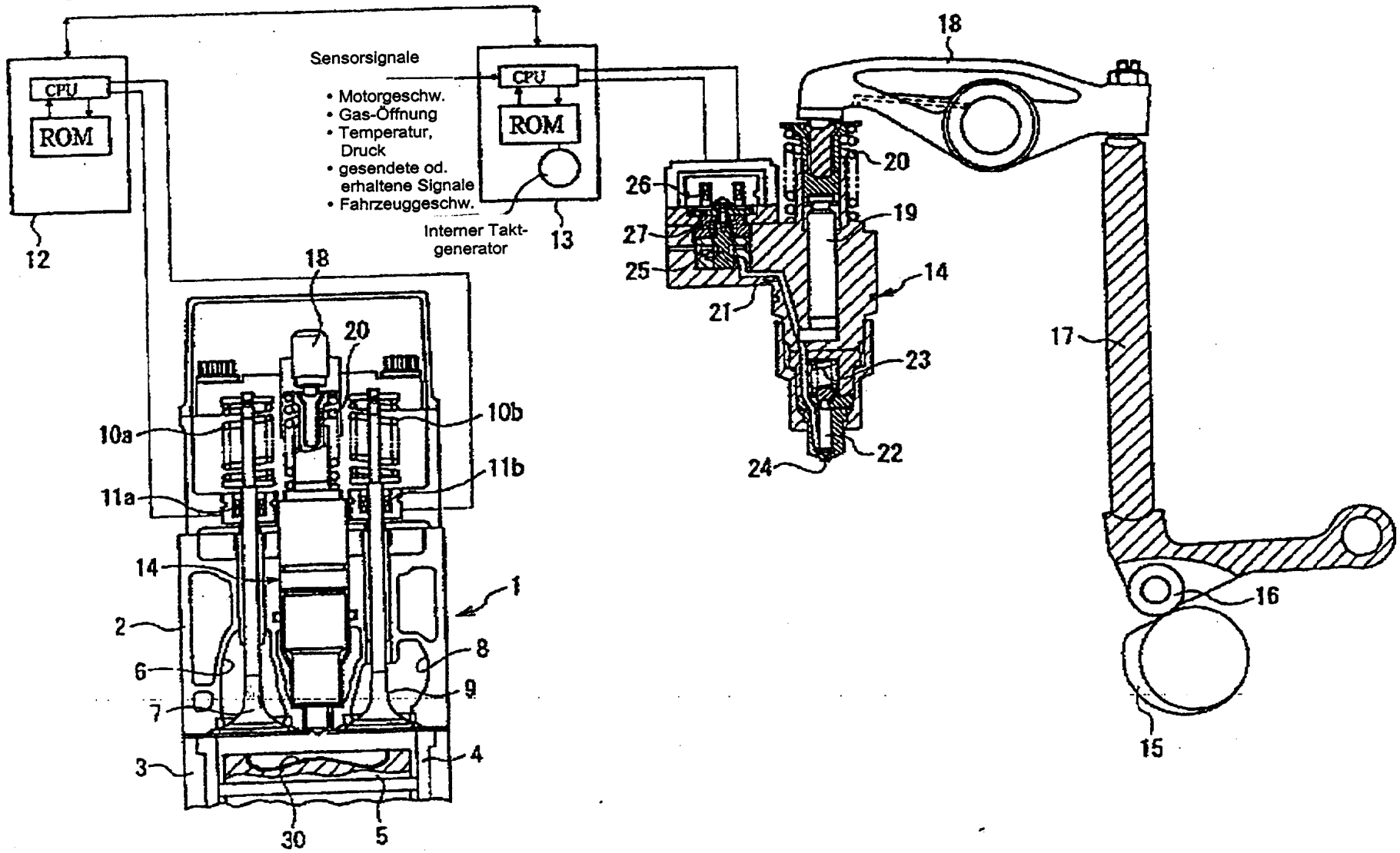


Fig. 4



NACHGEREICHT

Fig. 5



NACHGEREICHT

Fig. 6A

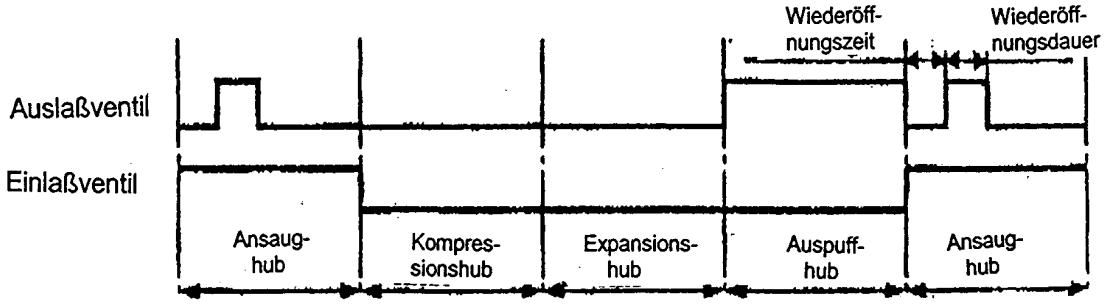


Fig. 6B

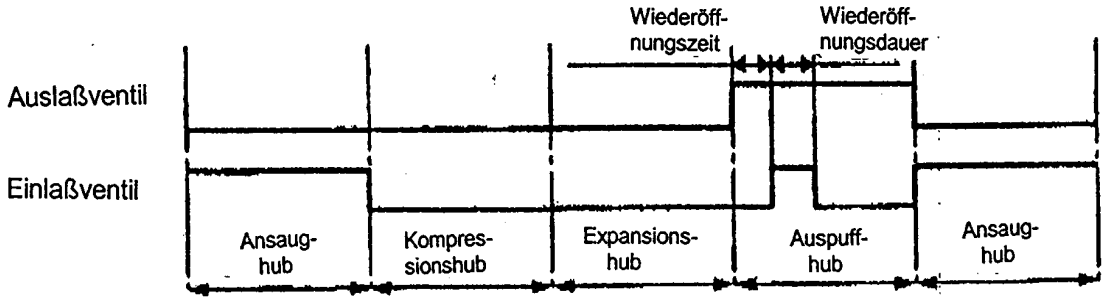
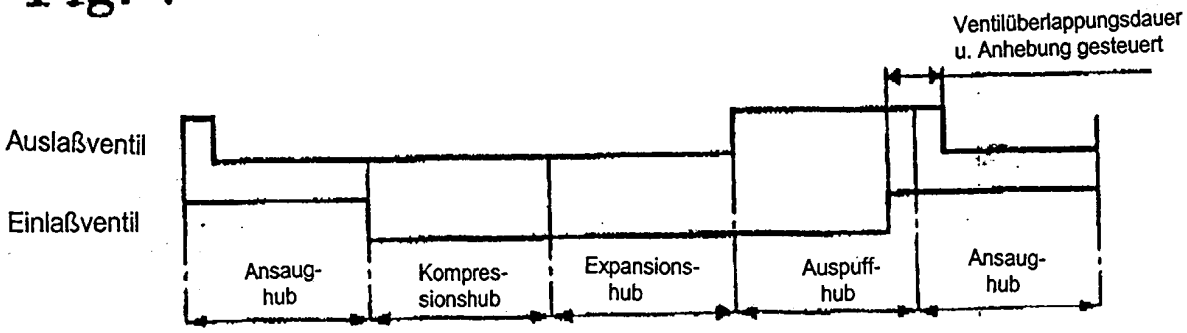


Fig. 7



NACHGEREICHT