

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 509/2008
(22) Anmeldetag: 01.04.2008
(45) Ausgabetag: 15.08.2009

(51) Int. Cl.⁸: **F02M 25/07** (2006.01)
F28D 9/00 (2006.01)

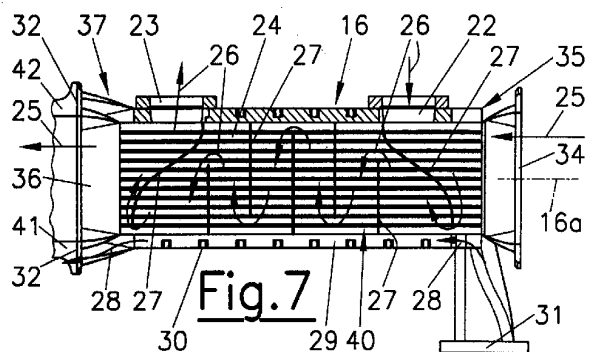
(56) Entgegenhaltungen:
US 7210468B1 JP 2007-255358A
EP 1843033A2
WO 2007/045406A1
WO 2007/04506A1

(73) Patentinhaber:
AVL LIST GMBH
A-8020 GRAZ (AT)

(72) Erfinder:
ROITHINGER ROBERT
ST. VALENTIN (AT)

(54) BRENNKRAFTMASCHINE

(57) Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine (1) mit einem zwischen einem Ein- und einem Auslasssystem (2, 4) angeordneten Abgasrückführsystem (5) mit einer stromaufwärts einer Abgasturbine (7, 8) zumindest eines Abgasturboladers (9, 10) vom Auslasssystem (4) abzweigenden EGR-Leitung (11), wobei in der EGR-Leitung (11) zumindest ein EGR-Kühler (16) angeordnet ist, wobei zumindest ein erster EGR-Kühler (16) als Abgas/Abgas-Wärmetauscher mit einem EGR-Strömungsweg (26) und einem ersten Kühlmittelströmungsweg (25) ausgebildet ist, welcher erste Kühlmittelströmungsweg (25) stromabwärts der Abgasturbine (7, 8) an das Auslasssystem (4) angeschlossen ist. Um die Kühlung des rückgeführten Abgases zu verbessern, ohne zusätzliche Wärme in das Kühlmittelsystem des Fahrzeuges einzutragen, ist ein an eine Kühlluftleitung (41) angeschlossener zweiter Kühlmittelströmungsweg (28) vorgesehen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit einem zwischen einem Ein- und einem Auslasssystem angeordneten Abgasrückführsystem mit zumindest einer stromaufwärts einer Abgasturbine eines Abgasturboladers vorn Auslasssystem abzweigenden EGR-Leitung, wobei in der EGR-Leitung zumindest ein EGR-Kühler angeordnet ist, wobei zumindest ein erster EGR-Kühler als Abgas/Abgas-Wärmetauscher mit zumindest einem EGR-Strömungsweg und zumindest einem ersten Kühlmittelströmungsweg ausgebildet ist, welcher erste Kühlmittelströmungsweg stromabwärts der Abgasturbine an das Auslasssystem angeschlossen ist.

[0002] Die US 7,210,468 B1 offenbart eine Brennkraftmaschine mit einem Auslasssystem zwischen einem Einlassstrang und einem Auslassstrang, wobei in der EGR-Leitung ein Abgas/Abgas-Wärmetauscher angeordnet ist, bei dem als Kühlmedium das kühle Abgas stromabwärts einer Abgasturbine verwendet wird. (EGR = Exhaust Gas Recirculation).

[0003] Die JP 2007-255358 A offenbart eine Brennkraftmaschine mit einem EGR-System und einem in Auslassstrang stromabwärts einer Abgasturbine angeordneten Katalysator. Der Katalysator weist einen Kühlmantel auf, welcher vom rückgeführten Abgas durchströmt wird. Dadurch soll das Regenerationsverhalten des Katalysators verbessert werden.

[0004] Die EP 1 843 033 A2 beschreibt eine Abgasanlage einer Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug mit Abgasrückführung, welche stromaufwärts einer Abgasturbine vom Auslasssystem abzweigt. In der Abgasrückführleitung ist ein Kühler zur Kühlung des rückgeführten Abgases vorgesehen. Weiters weist die Abgasrückführleitung eine Wärmeübertragereinheit auf, mit der Wärmeenergie aus dem in der Abgasrückführung befindlichen Abgas auskoppelbar und in ein Abgasnachbehandlungssystem einkoppelbar ist.

[0005] Die WO 2007/045406 A1 offenbart einen Wärmetauscher zur Kühlung von Abgas, welcher einen ersten Strömungskanal für ein erstes Medium, insbesondere Gas, und einem zweiten Strömungskanal für ein zweites Medium, insbesondere ein Kühlmedium aufweist.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist, ausgehend von einer Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art, die Kühlung des rückgeführten Abgases zu verbessern, ohne zusätzliche Wärme in das Kühlmittelsystem des Fahrzeuges zu bringen.

[0007] Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass zur Kühlung des rückgeführten Abgases zumindest ein an eine Kühlluftleitung angeschlossener zweiter Kühlmittelströmungsweg vorgesehen ist und dass der zweite Kühlmittelströmungsweg durch einen Strömungsmantel gebildet ist, welcher einen den EGR-Strömungsweg und die ersten Kühlkanäle aufweisenden Raum umgibt, wobei vorzugsweise der zweite Kühlmittelströmungsweg zumindest teilweise in den ersten EGR-Kühler integriert ist.

[0008] Die ersten und zweiten Kühlmittelströmungswege können nacheinander oder parallel auf den EGR-Strömungsweg einwirken.

[0009] Vorzugsweise ist vorgesehen, dass der erste Kühlmittelströmungsweg durch eine Vielzahl von parallelen ersten Kühlkanälen gebildet ist, welche vom zu kühlenden rückgeführten Abgas umströmt sind.

[0010] Eine optimale Kühlung des rückgeführten Abgases kann erreicht werden, wenn der vorzugsweise mehrflutige EGR-Strömungsweg in Bezug auf die ersten Kühlkanäle nach dem Kreuzstromprinzip, vorzugsweise nach dem Kreuzgleichstromprinzip geführt sind.

[0011] Zusätzliche Kühleffekte lassen sich erreichen, wenn der zweite Kühlmittelströmungsweg in Bezug auf die ersten Kühlkanäle und/oder die Hauptrichtung des EGR-Strömungsweges nach dem Gleichstromprinzip geführt ist.

[0012] Eine sehr kompakte Bauweise lässt sich realisieren, wenn die Eintritte des EGR-Strömungsweges des ersten und des zweiten Kühlmittelströmungsweges im Bereich eines ersten Endes des Abgas/Abgas-Wärmetauschers und die Austritte des EGR-Strömungsweges,

des ersten Kühlmittelströmungsweges und des zweiten Kühlmittelströmungsweges im Bereich eines zweiten Endes des Abgas/Abgas-Wärmetauschers angeordnet sind.

[0013] In weiterer Ausführung der Erfindung ist vorgesehen, dass zur Förderung der Kühlluft durch den zweiten Kühlmittelströmungsweg ein Gebläse vorgesehen ist. Das rückgeführte Abgas kann somit zusätzlich durch Motorraumluft abgekühlt werden, ohne dass zusätzliche Wärme in das Kühlmittelsystem des Fahrzeuges gelangt.

[0014] Die Führung der erwärmten Kühlluft des zweiten Kühlluftströmungsweges kann stromauf- und/oder stromabwärts des ersten EGR-Kühlers in einem doppelwandigen Rohr des Auslasssystems erfolgen. Dadurch kann Bauraum eingespart werden und die erwärmte Kühlluft zur Erwärmung und zum Spülen einer Abgasnachbehandlungseinrichtung verwendet werden.

[0015] Weiters kann im Rahmen der Erfindung vorgesehen sein, dass zumindest ein vorzugsweise vom Motorkühlmedium durchflossener zweiter EGR-Kühler in der EGR-Leitung in Serie zum ersten EGR-Kühler angeordnet ist, wobei vorzugsweise der erste EGR-Kühler einen EGR-Vorkühler bildet. Weiters kann eine Verbesserung der Kühlung des rückgeführten Abgases erreicht werden, wenn zumindest ein dritter EGR-Kühler in der EGR-Leitung angeordnet ist, wobei vorzugsweise der dritte EGR-Kühler dem zweiten EGR-Kühler nachgeschaltet ist.

[0016] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen

[0017] Fig. 1 die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine in einer schematischen Darstellung,

[0018] Fig. 2 einen Abgas/Abgas-Wärmetauscher aus Fig. 1 in einer Schrägansicht,

[0019] Fig. 3 den Abgas/Abgas-Wärmetauscher in einer weiteren Schrägansicht,

[0020] Fig. 4 den Abgas/Abgas-Wärmetauscher in einer abgaseintrittsseitigen Ansicht,

[0021] Fig. 5 den Abgas/Abgas-Wärmetauscher in einer abgasaustrittsseitigen Ansicht,

[0022] Fig. 6 den Abgas/Abgas-Wärmetauscher in einer Draufsicht,

[0023] Fig. 7 den Abgas/Abgas-Wärmetauscher in einem Schnitt gemäß der Linie VII-VII in Fig. 4,

[0024] Fig. 8 den Abgas/Abgas-Wärmetauscher in einem Schnitt gemäß der Linie VIII-VIII in Fig. 4,

[0025] Fig. 9 den Abgas/Abgas-Wärmetauscher in einem Schnitt gemäß der Linie IX-IX in Fig. 6,

[0026] Fig. 10 den Abgas/Abgas-Wärmetauscher in einem Schnitt gemäß der Linie X-X in Fig. 6 und

[0027] Fig. 11 den Abgas/Abgas-Wärmetauscher in einem weiteren Schnitt gemäß der Linie XI-XI in Fig. 6.

[0028] Die Brennkraftmaschine 1 mit mehreren Zylindern C1, C2, C3, C4, C5, C6 weist ein Einlasssystem 2 mit einem Einlasssammler 3 und ein Auslasssystem 4, sowie ein Abgasrückführsystem (EGR-System) 5 auf. Im Auslassstrang 6 des Auslasssystems sind die Abgasturbinen 7, 8 eines ersten Abgasturboladers 9, bzw. eines zweiten Turboladers 10 angeordnet. Das EGR-System 5 weist eine EGR-Leitung 11 auf, welche vom Abgassammler 12 stromaufwärts der Abgasturbinen 7, 8 abzweigt, und welche in den Einlassstrang 13 des Einlasssystems 2 stromabwärts der Verdichter 14, 15 des ersten, bzw. zweiten Abgasturboladers 9, 10 einmündet. Im Bereich der Abzweigung ist in der EGR-Leitung 11 ein zum Beispiel druckluftbetätigtes Ventil zum Regeln und Absperrn des EGR-Stroms vorgesehen. In der EGR-Leitung 11 ist ein als Vorkühler ausgebildeter erster EGR-Kühler 16, ein einen Hochtemperaturkühler bildender zweiter EGR-Kühler 17, sowie ein dritter EGR-Kühler 18 angeordnet, welcher einen Niedertemperaturkühler bildet. Mit Bezugszeichen 19 und 20 sind im Einlassstrang 13 angeordnete Ladeluftkühler bezeichnet. Mit 21 ist ein Kühlmittelkühler bezeichnet.

[0029] Der erste EGR-Kühler 16 ist als Abgas/Abgas-Wärmetauscher für ein erstes und ein

zweites Kühlmedium konzipiert, wobei das erste Kühlmedium durch den Abgasstrom stromabwärts der zweiten Abgasturbine 8 und das zweite Kühlmedium durch Kühlluft, beispielsweise aus dem Motorraum, gebildet wird.

[0030] Der erste EGR-Kühler 16 weist einen EGR-Strömungsweg 26 mit Eintritten 22 und Austritten 23 auf, wobei im Ausführungsbeispiel der EGR-Strömungsweg 26 zweiflutig durch den ersten EGR-Kühler 16 geführt ist. Die beiden Fluten des EGR-Strömungsweges 26 sind mit 26a und 26b bezeichnet. Je nach thermodynamischer Auslegung kann der erste EGR-Kühler 16 auch einflutig ausgeführt sein. Weiters weist der erste EGR-Kühler 16 einen durch erste Kühlkanäle 24 gebildeten ersten Kühlmittelströmungsweg 25 auf, wobei die ersten Kühlkanäle 24 parallel zueinander in Richtung der Längsachse 16a des ersten EGR-Kühlers 16 angeordnet sind. Der EGR-Strömungsweg 26 und der erste Kühlmittelströmungsweg 25 sind dabei nach dem Kreuzstromprinzip insbesondere nach dem Kreuzgleichstromprinzip zueinander angeordnet. Der EGR-Strömungsweg 26 umströmt dabei die im Ausführungsbeispiel durch quadratische Rohre gebildeten ersten Kühlkanäle 24, wobei die EGR-Strömung durch Leitwände 27 mäanderartig durch den ersten EGR-Kühler 16 - quer zum ersten Kühlmittelströmungsweg 25 - geführt ist.

[0031] Weiters weist der erste EGR-Kühler 16 einen einen zweiten Kühlmittelströmungsweg 28 bildenden Kühlmantel 29 auf, welcher den den ersten Kühlmittelströmungsweg 25 und den EGR-Strömungsweg 26 aufweisenden Raum 40 umgibt. Im Kühlmantel 29 sind dabei Leitelemente 30 angeordnet, wie deutlich aus Fig. 3 hervorgeht, bei der der EGR-Kühler 16 ohne äußeres Gehäuse dargestellt ist. Dadurch kann die Verweildauer der Kühlluft im Kühlmantel 29 erhöht werden. Die das zweite Kühlmittel bildende Kühlluft strömt von einer Kühlluftleitung über einen seitlichen Eintritt 31 in den Kühlmantel 29 und verlässt den Kühlraum 29 wieder über axiale Austritte 32 in den hohlzylindrischen Kanal 41 eines doppelwandigen Rohres 42 des Auslasssystems 4.

[0032] Wie aus den Fig. 9 bis 11 hervorgeht, sind die beiden Fluten 26a, 26b des EGR-Strömungsweges 26 durch eine Wand 33 voneinander getrennt.

[0033] Die Eintritte 22 für das rückgeführte Abgas, der Eintritt 31 für die Kühlluft, sowie der radiale Eintritt 34 für das durch kühles Abgas gebildete erste Kühlmedium sind im Bereich eines ersten Endes 35 des ersten EGR-Kühlers 16 angeordnet. Die Austritte 23 für das rückgeführte Abgas, die Austritte 32 für die Kühlluft, sowie der radiale Austritt 36 für das erste Kühlmedium sind im Bereich eines zweiten Endes 37 des ersten EGR-Kühlers 16 angeordnet.

[0034] Der EGR-Strom wird somit durch das kühle Abgas stromabwärts der zweiten Abgasturbine 8 und durch die Kühlluft optimal gekühlt. Zur Erhöhung der Kühlleistung kann darüber hinaus noch vorgesehen sein, dass die Kühlluft über ein Gebläse 38 dem zweiten Kühlmittelströmungsweg 28 zugeführt wird.

[0035] Die Kühlung des rückgeführten Abgases durch kühles Abgas aus dem Auslasssystem 4, sowie durch Kühlluft aus dem Motorraum hat den Vorteil, dass ein zusätzlicher Wärmeeintrag in das Kühlmittelsystem des Fahrzeuges vermieden wird. Darüber hinaus wird das "kalte" Abgas des Auslasssystems 4 vor Eintritt in eine Abgasnachbehandlungsanlage 39 angewärmt, was das Ansprechverhalten der Abgasnachbehandlungsanlage 39 verbessert.

[0036] Das dem Abgaskrümmter 12 entnommene rückzuführende Abgas, welches etwa 700°C aufweist, wird, bevor es dem zweiten und dritten EGR-Kühler 17, 18 zugeführt wird, mit "kaltem" Abgas vorgekühlt. Das Abgas verliert in den Abgasturbinen 7, 8 an Energie, was sich auch in einer Temperaturreduktion niederschlägt. Bei modernen Nutzfahrzeug-Brennkraftmaschinen mit zum Beispiel zweistufiger Aufladung, weist das Abgas am Austritt der zweiten Abgasturbine 8 eine Temperatur von etwa 350°C auf. Dieses Temperaturgefälle ist ausreichend, um das rückzuführende Abgas zu kühlen.

[0037] Durch die den Kühlmantel 29 durchströmende Kühlluft wird der Kühleffekt wesentlich verbessert. Das Gebläse 38 zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit der Kühlluft kann elektrisch, mechanisch oder auch hydraulisch angetrieben sein. Eine gezielte Abfuhr der war-

men Abluft aus dem Motorraum, etwa über eine Rohrleitung oder - wie dargestellt - im hohlzylindrischen Kanal 41 eines doppelwandigen Rohres 42 des Auslasssystems 4, ist vorteilhaft, um einen Hitzestau zu vermeiden. Die heiße Abluft kann in einer Abgasreinigungsanlage verwendet werden (z.B. zur Harnstoffaufbereitung oder dergleichen).

[0038] Bei modernen Nutzfahrzeug-Brennkraftmaschinen ist das Abgas nach der letzten Turbinenstufe, speziell im Teillastbetrieb, bereits so kühl, dass die Temperatur für die Abgasreinigungsanlage nicht ausreichend ist. Durch den beschriebenen ersten EGR-Kühler 16 kann das Abgas, eventuell durch Wegschaltung der Motorraumluftkühlung mittels des rückgeführten Abgases auf ausreichend hohe Temperaturen gebraucht werden.

[0039] Die zweiflutige Abgasrückführung ist in bestimmten Zylinderkonfigurationen, beispielsweise bei einem Reihenmotor mit sechs Zylindern von Vorteil, um Gaspulse nutzen zu können.

[0040] Die Fig. 2 bis 8 zeigen eine Ausführung, bei der die in den ersten EGR-Kühler 16 integrierten ersten und zweiten Kühlmittelströmungswege 25, 28 parallel auf den EGR-Strömungsweg 26 einwirken. Aus Platzgründen oder aus thermodynamischen Gründen kann es aber auch günstig sein, den ersten und den zweiten Kühlmittelströmungsweg 25, 28 hintereinander in Bezug auf den EGR-Strömungsweg 26 anzuordnen.

Patentansprüche

1. Brennkraftmaschine (1) mit einem zwischen einem Ein- und einem Auslasssystem (2, 4) angeordneten Abgasrückführsystem (5) mit zumindest einer stromaufwärts einer Abgasturbine (7, 8) zumindest eines Abgasturboladers (9, 10) vom Auslasssystem (4) abzweigenden EGR-Leitung (11), wobei in der EGR-Leitung (11) zumindest ein EGR-Kühler (16) angeordnet ist, wobei zumindest ein erster EGR-Kühler (16) als Abgas/Abgas-Wärmetauscher mit zumindest einem EGR-Strömungsweg (26) und zumindest einem ersten Kühlmittelströmungsweg (25) ausgebildet ist, welcher erste Kühlmittelströmungsweg (25) stromabwärts der Abgasturbine (7, 8) an das Auslasssystem (4) angeschlossen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Kühlung des rückgeführten Abgases zumindest ein an eine Kühlluftleitung (41) angeschlossener zweiter Kühlmittelströmungsweg (28) vorgesehen ist und dass der zweite Kühlmittelströmungsweg (28) durch einen Strömungsmantel (29) gebildet ist, welcher einen den EGR-Strömungsweg (26) und die ersten Kühlkanäle (24) aufweisenden Raum (40) umgibt.
2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Kühlmittelströmungsweg (28) zumindest teilweise in den ersten EGR-Kühler (16) integriert ist.
3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste und der zweite Kühlmittelströmungsweg (25, 28) nacheinander auf den EGR-Strömungsweg (26) thermisch einwirken.
4. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste und der zweite Kühlmittelströmungsweg (25, 28) parallel auf den EGR-Strömungsweg (26) thermisch einwirken.
5. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Kühlmittelströmungsweg (25) durch eine Vielzahl von parallelen ersten Kühlkanälen (24) gebildet ist, welche vom zu kühlenden rückgeführten Abgas umströmt sind.
6. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der EGR-Strömungsweg (26) in Bezug auf den ersten Kühlmittelströmungsweg (25) nach dem Kreuzstromprinzip, vorzugsweise nach dem Kreuzgleichstromprinzip geführt sind.
7. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Kühlmittelströmungsweg (28) stromab-und/oder stromaufwärts des ersten

- EGR-Kühlers (16) an einen hohlzylindrischen Kanal (41) eines doppelwandigen Rohres (42) des Auslasssystems (4) angeschlossen ist.
8. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Kühlmittelströmungsweg (28) in Bezug auf den ersten Kühlmittelströmungsweg (25) und/oder die Hauptrichtung des EGR-Strömungsweges (26) nach dem Gleichstromprinzip geführt ist.
 9. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Eintritte (22, 34, 31) des EGR-Strömungsweges (26) des ersten Kühlmittelströmungsweges (25) und des zweiten Kühlmittelströmungsweges (28) im Bereich eines ersten Endes (35) des Abgas/Abgas-Wärmetauschers und die Austritte (23, 36, 32) des EGR-Strömungsweges (26), des ersten Kühlmittelströmungsweges (25) und des zweiten Kühlmittelströmungsweges (28) im Bereich eines zweiten Endes (37) des Abgas/Abgas-Wärmetauschers angeordnet sind.
 10. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Förderung der Kühlluft durch den zweiten Kühlmittelströmungsweg (28) ein Gebläse (38) vorgesehen ist.
 11. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein vorzugsweise vom Motorkühlmedium durchflossener zweiter EGR-Kühler (17) in der EGR-Leitung (11) in Serie zum ersten EGR-Kühler (16) angeordnet ist, wobei vorzugsweise der erste EGR-Kühler (16) einen EGR-Vorkühler bildet.
 12. Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein dritter EGR-Kühler (18) in der EGR-Leitung (11) angeordnet ist, wobei vorzugsweise der dritte EGR-Kühler (18) dem zweiten EGR-Kühler (17) nachgeschaltet ist.
 13. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der EGR-Strömungsweg (26) zumindest durch den ersten EGR-Kühler (16) mehrflutig, vorzugsweise zweiflutig, ausgebildet ist.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

