

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
29. November 2007 (29.11.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2007/135021 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
F02M 25/07 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/054686

(22) Internationales Anmeldedatum:  
15. Mai 2007 (15.05.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2006 023855.9 19. Mai 2006 (19.05.2006) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): MAHLE INTERNATIONAL GMBH [DE/DE];  
Pragstrasse 26-46, 70376 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GRÜNER, Andreas [DE/DE]; Sommerweide 2, 73110 Hattenhofen (DE).

SENDOR, Robert [DE/DE]; Gebhardtstrasse 3c, 82515 Wolfratshausen (DE). KNAUSS, Rüdiger [DE/DE]; Goethestrasse 1, 71394 Kernen I. R. (DE). SCHWALK, Bernhard [DE/DE]; Bretzfelderstrasse 26, 70437 Stuttgart (DE).

(74) Anwalt: ROTERMUND + PFUSCH + BERNHARD; Waiblinger Strasse 11, 70372 Stuttgart (DE).

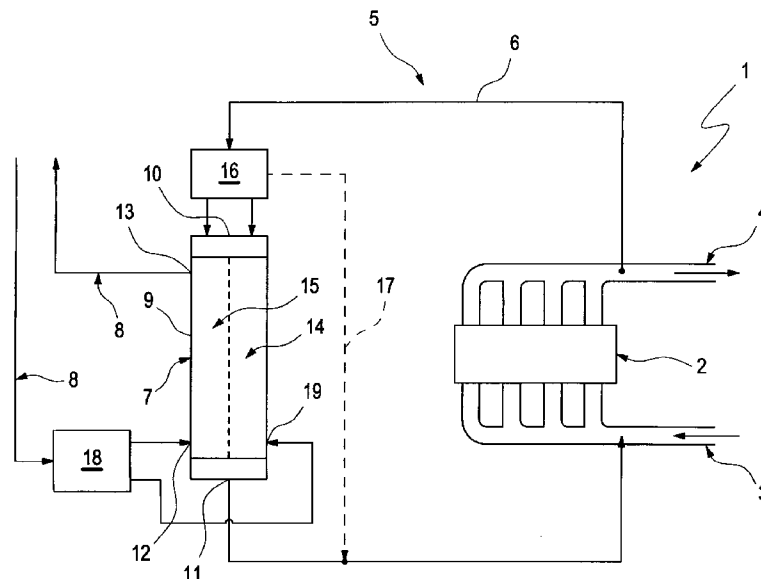
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: EXHAUST GAS RECIRCULATION DEVICE

(54) Bezeichnung: ABGASRÜCKFÜHREINRICHTUNG



(57) Abstract: The invention relates to an exhaust gas recirculation device (5) for an internal combustion engine (1), especially in a motor vehicle, said device comprising an exhaust gas recirculation line (6) and an exhaust gas cooler (7) which is built into the exhaust gas recirculation line (6) and connected to a cooling circuit (8) operating by means of a liquid coolant. The exhaust gas recirculation cooler (7) comprises a cooler housing (9) which comprises at least one exhaust gas inlet (10), an exhaust gas outlet (11), a coolant inlet (12) and a coolant outlet (13), and through which a coolant flows. In order to be able to adjust the adjustment of the cooling power, the exhaust gas recirculation cooler (7) contains, in the cooler housing (9) thereof, a first cooling tube arrangement (14) and a second cooling tube arrangement (15) which enables a larger heating flow between the exhaust gas and the coolant than the first cooling tube arrangement (14).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/135021 A1



GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

**(57) Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Abgasrückführeinrichtung (5) für eine Brennkraftmaschine (1), insbesondere in einem Kraftfahrzeug, mit einer Abgasrückführleitung (6) und mit einem in die Abgasrückführleitung (6) eingebauten Abgasrückführkühler (7), der an einen mit einem flüssigen Kühlmittel arbeitenden Kühlkreis (8) angeschlossen ist. Der Abgasrückführkühler (7) weist ein von Kühlmittel durchströmbares Kühlergehäuse (9) auf, das zumindest einen Abgaseinlass (10), einen Abgasauslass (11), einen Kühlmittelinlass (12) und einen Kühlmittelauslass (13) aufweist. Um die Kühlleistung besser variieren zu können, enthält der Abgasrückführkühler (7) in seinem Kühlergehäuse (9) eine erste Kühlrohranordnung (14) und eine zweite Kühlrohranordnung (15), die einen größeren Wärmestrom zwischen Abgas und Kühlmittel ermöglicht als die erste Kühlrohranordnung (14).

## Abgasrückführeinrichtung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Abgasrückführeinrichtung für eine Brennkraftmaschine, insbesondere in einem Kraftfahrzeug, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

Bei Brennkraftmaschinen kommt vermehrt eine Abgasrückführung zum Einsatz, um dadurch die Emissionswerte und die Wirtschaftlichkeit der Brennkraftmaschine zu verbessern. Um dabei einen Anstieg von  $\text{NO}_x$ -Emissionen zu vermeiden, ist es erforderlich, die rückgeführten Abgase mit Hilfe eines Abgasrückführkühlers, kurz AGR-Kühler, zu kühlen, da die  $\text{NO}_x$ -Bildung im Verbrennungsprozess mit ansteigender Temperatur überproportional zunimmt.

Dementsprechend umfasst eine Abgasrückführeinrichtung, kurz AGR-Einrichtung, der eingangs genannten Art üblicherweise einen AGR-Kühler, der in eine Abgasrückführleitung, kurz AGR-Leitung eingebaut ist und der an einen mit einem flüssigen Kühlmittel arbeitenden Kühlkreis angeschlossen ist. Der AGR-Kühler weist hierzu ein vom Kühlmittel durchströmbares Kühlergehäuse auf, das einen Abgaseinlass, einen Abgasaus-

lass, einen Kühlmittleinlass und einen Kühlmittelauslass aufweist.

Aus der WO 96/30 635 A1 ist eine derartige AGR-Einrichtung bekannt, die sich außerdem dadurch auszeichnet, dass sie einen, den AGR-Kühler extern umgehenden Bypass aufweist, der mit Hilfe eines Schaltventils steuerbar ist. Mit Hilfe eines derartigen Bypasses wird die Möglichkeit geschaffen, den AGR-Kühler bei aktiviertem Bypass zu umgehen. Dies ist zum Beispiel bei einem Kaltstart der Brennkraftmaschine erwünscht, um dadurch über die Wärme der rückgeführten Abgase die Brennkraftmaschine möglichst rasch aufzuwärmen. Bei warmer Brennkraftmaschine wird der Bypass deaktiviert, so dass dann die rückgeführten Abgase den AGR-Kühler durchströmen und dabei gekühlt werden.

Aus der DE 199 62 863 A1 ist eine weitere AGR-Einrichtung mit AGR-Kühler und Bypass bekannt. Allerdings umgeht bei dieser AGR-Einrichtung der Bypass den AGR-Kühler intern. Das bedeutet, dass der Bypass innerhalb des Kühlergehäuses verläuft, jedoch gegenüber dem Kühlmittel thermisch isoliert ist.

Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für eine AGR-Einrichtung der eingangs genannten Art eine verbesserte Ausführungsform anzugeben, die sich insbesondere durch eine erhöhte Variabilität der einstellbaren Kühlleistung des AGR-Kühlers auszeichnet.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, im AGR-Kühler zwei getrennt durchströmbare Kühlrohranordnungen vorzusehen, die sich durch unterschiedliche Kühlleistungen voneinander unterscheiden. Die eine oder erste Kühlrohranordnung weist eine geringere Kühlleistung auf und ermöglicht somit einen kleineren Wärmestrom zwischen Abgas und Kühlmittel. Im Unterschied dazu weist die andere oder zweite Kühlrohranordnung eine größere Kühlleistung auf und ermöglicht so einen größeren Wärmestrom zwischen Abgas und Kühlmittel. Durch diese Bauweise werden quasi zwei separate AGR-Kühler mit unterschiedlicher Kühlleistung in ein gemeinsames Gehäuse integriert, wodurch sich eine extrem kompakte Bauweise ergibt. Mit Hilfe der vorgeschlagenen Bauweise des AGR-Kühlers sind grundsätzlich drei verschiedene Durchströmungszustände realisierbar. In einem ersten Durchströmungszustand, der beispielsweise dann eingestellt wird, wenn kein Kühlbedarf oder nur ein kleiner Kühlbedarf besteht, werden die Abgase ausschließlich durch die erste Kühlrohranordnung geleitet, die den kleineren Wärmestrom ermöglicht. In einem zweiten Durchströmungszustand, der beispielsweise dann eingestellt wird, wenn ein mittlerer Kühlungsbedarf besteht, werden die Abgase ausschließlich durch die zweite Kühlrohranordnung geführt, die den größeren Wärmestrom ermöglicht. In einem dritten Durchströmungszustand, der beispielsweise zur Deckung eines großen Kühlbedarfs eingestellt

wird, strömen die Abgase durch beide Kühlrohranordnungen. Dabei kann vorgesehen sein, die Aufteilung des Abgasstroms auf die beiden Kühlrohranordnungen im dritten Durchströmungszustand gestuft oder stufenlos einstellbar auszugestalten, wodurch die vom AGR-Kühler bereitgestellte Kühlleistung noch besser an den aktuellen Kühlbedarf anpassbar ist.

Bei einer Weiterbildung der AGR-Einrichtung kann ein den AGR-Kühler extern umgehender Bypass vorgesehen sein, der beispielsweise bei fehlendem Kühlbedarf aktiviert ist. Alternativ kann zum Beispiel bei Brennkraftmaschinen, die aufgrund ihrer Bauweise eine vergleichsweise kurze Warmlaufphase aufweisen, auf einen derartigen Bypass verzichtet werden. Die rückgeführten Abgase können während des Warmlaufbetriebs ausschließlich durch die leistungsschwächere erste Kühlrohranordnung geleitet werden. Eine dann gegebene Verlängerung der Warmlaufphase gegenüber einer Ausführungsform mit externem Bypass oder internem, isoliertem Bypass, wird dabei in Kauf genommen.

Um die Kühlleistung beziehungsweise den Wärmestrom zwischen Abgas und Kühlmittel innerhalb der beiden Kühlrohranordnungen unterschiedlich ausgestalten zu können, werden mehrere verschiedene Maßnahmen vorgeschlagen, die kumulativ oder alternativ sowie in beliebigen Kombinationen realisierbar sind. Beispielsweise kann die zweite Kühlrohranordnung auf der Abgasseite und/oder auf der Kühlmittelseite eine größere Oberfläche aufweisen als die erste Kühlrohranordnung. Die zweite Kühlrohranordnung kann mehr Kühlrohre aufweisen als

die erste Kühlrohranordnung. Die Kühlrohre der zweiten Kühlrohranordnung können für das Abgas kleiner Durchströmungsquerschnitte und/oder größere Durchströmungswiderstände besitzen. Die Kühlrohre der zweiten Kühlrohranordnung können aus einem anderen Material als die Kühlrohre der ersten Kühlrohranordnung bestehen und einen größeren Wärmeleitkoeffizienten besitzen. In den Kühlrohren der zweiten Kühlrohranordnung können Lamellen zur Verbesserung des Wärmeübergangs zwischen Abgas und Kühlrohr und/oder Turbulatoren angeordnet sein, welche den Strömungswiderstand und die Verweilzeit der Abgase im jeweiligen Kühlrohr erhöhen, sowie Turbulenzen verursachen, was jeweils zur Erhöhung des Wärmeübergangs zwischen Abgas und Kühlrohr beiträgt. Zweckmäßig können die Lamellen als Turbulatoren ausgestaltet sein.

Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen

auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Bauteile beziehen.

Es zeigen, jeweils schematisch,

- Fig. 1 eine stark vereinfachte, schaltplanartige Prinzipdarstellung einer Brennkraftmaschine mit Abgasrückführeinrichtung,
- Fig. 2 und 3 perspektivische Längsschnitte eines Abgasrückführkühlers bei verschiedenen Ausführungsformen,
- Fig. 4 und 5 perspektivische Längsschnitte eines anderen Abgasrückführkühlers mit Abgasventilanordnung bei unterschiedlichen Blickrichtungen und Schnittebenen.

Entsprechend Fig. 1 umfasst eine Brennkraftmaschine 1, die in einem Kraftfahrzeug angeordnet sein kann, einen Motorblock 2 mit nicht gezeigten Zylindern, eine Frischgasanlage 3, die den Zylindern des Motorblocks 2 Frischgas zuführt, und eine Abgasanlage 4, die von den Zylindern des Motorblocks 2 Abgas abführt. Des Weiteren ist die Brennkraftmaschine 1 mit einer Abgasrückführeinrichtung 5 ausgestattet, die im Folgenden mit AGR-Einrichtung 5 bezeichnet wird. Die AGR-Einrichtung 5 umfasst eine Abgasrückführleitung 6, die im Folgenden mit AGR-Leitung 6 bezeichnet wird. Die AGR-Leitung 6 dient zum externen Rückführen von Abgas aus der Abgasanlage 4 in die Frischgasanlage 3. Hierzu ist die AGR-Leitung 6 einerseits an die Abgasanlage 4 und andererseits

an die Frischgasanlage 3 angeschlossen. Die AGR-Einrichtung 5 weist außerdem einen Abgasrückführkühler 7 auf, der im Folgenden als AGR-Kühler 7 bezeichnet wird. Der AGR-Kühler ist in der AGR-Leitung 6 angeordnet, so dass er vom Abgas durchströmbar ist. Der AGR-Kühler 7 ist an einen Kühlkreis 8 angeschlossen, der mit einem flüssigen Kühlmittel arbeitet. Vorzugsweise handelt es sich hierbei um denselben Kühlkreis 8, der bei der Brennkraftmaschine 1 zur Kühlung des Motorblocks 2 dient. Der AGR-Kühler 7 ermöglicht eine wärmeübertragende Kopplung zwischen Kühlmittel und Abgas und weist ein Kühlergehäuse 9 auf, das vom Kühlmittel durchströmbar ist und das zumindest einen Abgaseinlass 10, einen Abgasauslass 11, einen Kühlmittelinlass 12 und einen Kühlmittelauslass 13 aufweist.

In seinem Kühlergehäuse 9 enthält der AGR-Kühler 7 zwei Kühlrohranordnungen, nämlich eine erste Kühlrohranordnung 14 und eine zweite Kühlrohranordnung 15. Jede Kühlrohranordnung 14, 15 verbindet im Gehäuse 9 den Abgaseinlass 10 mit dem Abgasauslass 11 und ermöglicht so die Durchströmung des AGR-Kühlers 7 mit Abgas. Gleichzeitig sind die beiden Kühlrohranordnungen 14, 15 mit dem durch das Kühlergehäuse 9 hindurchgeführten Kühlmittel wärmeübertragend gekoppelt. Die beiden Kühlrohranordnungen 14, 15 sind so aufeinander abgestimmt beziehungsweise so ausgestaltet, dass die zweite Kühlrohranordnung 15 bei gleichen Randbedingungen einen größeren Wärmestrom zwischen Abgas und Kühlmittel ermöglicht als die erste Kühlrohranordnung 14. Gleiche Randbedingungen bedeuten insbesondere gleiche Volumenströme von Abgas und

Kühlmittel sowie gleiche Temperaturdifferenz zwischen Abgas und Kühlmittel.

Die AGR-Einrichtung 5 umfasst außerdem eine Abgasventilanordnung 16, die hier am Abgaseinlass 10 angeordnet ist. Grundsätzlich ist auch eine Ausführungsform denkbar, bei der sie am Abgasauslass 11 angeordnet ist. Die Abgasventilanordnung 16 ist so ausgestaltet, dass sie mehrere verschiedene Schaltstellungen ermöglicht. In einer ersten Schaltstellung führt sie das Abgas ausschließlich durch die erste Kühlrohranordnung 14. Die erste Schaltstellung wird von einer hier nicht dargestellten Steuerung der AGR-Einrichtung 5 zum Beispiel dann ausgewählt, wenn für das rückzuführende Abgas nur ein kleiner Kühlbedarf besteht. Insbesondere kann die erste Schaltstellung auch dann ausgewählt werden, wenn für das rückzuführende Abgas kein Kühlbedarf besteht, was beispielsweise während einer Warmlaufphase der Brennkraftmaschine 1 der Fall ist. Bei einer zweiten Schaltstellung führt die Abgasventilanordnung 16 das rückgeführte Abgas ausschließlich durch die zweite Kühlrohranordnung 15. Die zweite Schaltstellung wird beispielsweise dann ausgewählt, wenn ein deutlich höherer oder mittlerer Kühlbedarf für das Abgas besteht.

Vorzugsweise ermöglicht die Abgasventilanordnung 16 außerdem die Einstellung wenigstens einer dritten Schaltstellung, bei welcher die Abgasventilanordnung 16 das Abgas durch beide Kühlrohranordnungen 14, 15 leitet. Diese dritte Schaltstellung kann bei einem nochmals höheren oder großen Kühlbedarf

im Abgas ausgewählt werden. Dabei ist es grundsätzlich möglich, die Abgasventilanordnung 16 so auszugestalten, dass innerhalb dieser dritten Schaltstellung grundsätzlich beliebige Zwischenstellungen einstellbar sind, wodurch die Aufteilung des rückgeführten Abgasstromes auf die beiden Kühlrohranordnungen 14, 15 zwischen 0% und 100% quasi beliebig einstellbar ist, insbesondere gestuft oder stufenlos.

Optional kann die AGR-Einrichtung 5 außerdem mit einem hier nur mit unterbrochener Linie angedeuteten Bypass 17 ausgestattet sein, der es ermöglicht, den AGR-Kühler 17 extern zu umgehen. Vorteilhaft ist hierzu die Abgasventilanordnung 16 zum Einstellen einer vierten Schaltstellung ausgebildet, in welcher sie die rückgeführten Abgase ausschließlich durch den Bypass 17 führt, was insbesondere bei fehlendem Kühlbedarf im Abgas sinnvoll ist. Zur Erzielung einer besonders kompakten Bauweise wird jedoch vorzugsweise auf diesen Bypass 17 verzichtet.

Die AGR-Einrichtung 5 beziehungsweise der Kühlkreis 8 kann mit einer Kühlmittelventilanordnung 18 ausgestattet sein, die es ermöglicht, den Kühlmittelstrom zwischen dem Kühlmittelinlass 12 und einem ebenfalls an das Gehäuse 9 angeschlossenen Zusatzanschluss 19 umzuschalten oder aufzuteilen, insbesondere gestuft oder stufenlos zwischen 0% und 100%. Mit Hilfe des Zusatzanschlusses 19 kann im Kühlergehäuse 9 eine veränderte Kühlmittelströmung realisiert werden, die beispielsweise die Kühlleistung der ersten Kühlrohranordnung 14 verbessert. Auf eine mit dem Zusatzan-

schluss 19 versehene Ausführungsform wird weiter unten mit Bezug auf Fig. 3 näher eingegangen. Die Kühlmittelventilanordnung 18 kann statt wie hier im Vorlauf auch im Rücklauf des Kühlkreises 8 angeordnet sein, wobei sie dann die Kühlmittelströmung zwischen dem Kühlmittelauslass 13 und dem Zusatzanschluss 19 umschaltet oder aufteilt.

Entsprechend den Fig. 2 und 3 ist die erste Kühlrohranordnung 14 beispielsweise durch ein einziges Kühlrohr 20 gebildet, das den Abgaseinlass 10 mit dem Abgasauslass 11 verbindet. Im Unterschied dazu ist hier die zweite Kühlrohranordnung 15 durch mehrere Kühlrohre 21 gebildet, die ebenfalls den Abgaseinlass 10 mit Abgasauslass 11 verbinden. Im vorliegenden Fall sind sechs parallele Kühlrohre 21 in der zweiten Kühlrohranordnung 15 vorgesehen. Die Kühlrohre 20, 21 der beiden Kühlrohranordnungen 14, 15 erstrecken sich jeweils geradlinig und parallel zueinander.

Das Kühlergehäuse 9 umschließt einen Kühlraum 22, der bei den Ausführungsformen der Fig. 2 und 3 auch als Hauptkühlraum 22 bezeichnet wird. Der Kühlraum 22 ist im Bereich des Abgaseinlasses 10 und im Bereich des Abgasauslasses 11 jeweils durch einen Boden 23 begrenzt und dicht verschlossen. Die Kühlrohre 20, 21 der beiden Kühlrohranordnungen 14, 15 verlaufen innerhalb des Kühlraums 22 und durchsetzen die Böden 23.

Die Kühlrohre 21 der zweiten Kühlrohranordnung 15 besitzen sowohl abgasseitig als auch kühlmittelseitig insgesamt eine

größere Oberfläche als das Kühlrohr 20 der ersten Kühlrohranordnung 14. Des Weiteren sind sie jeweils mit kleineren Durchströmungsquerschnitten versehen als das Kühlrohr 20 der ersten Kühlrohranordnung 14. Hierdurch können die Kühlrohre 21 der zweiten Kühlrohranordnung 15 außerdem einen größeren Strömungswiderstand aufweisen als das Kühlrohr 20 der ersten Kühlrohranordnung 14. Optional kann außerdem vorgesehen sein, die Kühlrohre 21 der zweiten Kühlrohranordnung 15 aus einem anderen Material herzustellen als das Kühlrohr 20 der ersten Kühlrohranordnung 14, derart, dass sie einen größeren Wärmeleitkoeffizienten aufweisen. Beispielsweise sind die Kühlrohre 21 der zweiten Kühlrohranordnung 15 aus Aluminium oder Kupfer hergestellt, während das Kühlrohr 20 der ersten Kühlrohranordnung 14 aus Edelstahl besteht.

Bei den Ausführungsformen der Fig. 2 und 3 ist im Kühlergehäuse 9 eine Trennwand 24 angeordnet, und zwar so, dass sie das Kühlrohr 20 der ersten Kühlrohranordnung 14 in Umfangsrichtung, also quer zur Längsrichtung dieses Kühlrohrs 20 vollständig umschließt, und zwar beabstandet, so dass sich zwischen der Trennwand 24 und besagtem Kühlrohr 20 ein Zusatzkühlraum 25 ausbildet, der das Kühlrohr 20 der ersten Kühlrohranordnung 14 in Umfangsrichtung vollständig umschließt. Die Trennwand 24 trennt dabei den Zusatzkühlraum 25 innerhalb des Kühlergehäuses 9 vom übrigen Kühlraum 22 beziehungsweise Hauptkühlraum 22. Diese Trennung ist jedoch nicht vollständig, da die Trennwand 24 zumindest eine Öffnung 26 enthält, durch die der Zusatzkühlraum 25 mit dem Hauptkühlraum 22 kommuniziert. Auf diese Weise ist auch der

Zusatzkühlraum 25 vom Kühlmittel durchströmbar. Das Kühlrohr 20 der ersten Kühlrohranordnung 14 erstreckt sich somit im Zusatzkühlraum 25, während sich die Kühlrohre 21 der zweiten Kühlrohranordnung 15 im Hauptkühlraum 22 erstrecken. Die Trennwand 24 bewirkt eine gezielte Drosselung der Umspülung des Kühlrohrs 20 in der ersten Kühlrohranordnung 14 im Vergleich zur Umspülung der Kühlrohre 21 der zweiten Kühlrohranordnung 15. Die Trennwand 24 bildet somit eine Maßnahme zur Realisierung einer reduzierten Kühlleistung für die erste Kühlrohranordnung 14.

Bei der hier gezeigten Ausführungsform erfolgt die Anordnung der Trennwand 24 und des davon umschlossenen Kühlrohrs 20 innerhalb des Kühlergehäuses 9 so, dass der Hauptkühlraum 22 auch die Trennwand 24 und somit den Zusatzkühlraum 25 in der Umfangsrichtung umschließt. Folglich ist die Trennwand 24 in Umfangsrichtung allseitig vom Kühlmittel umspült. Hierdurch wird eine gleichmäßige Kühlung innerhalb des Kühlrohrs 20 der ersten Kühlrohranordnung 14 verbessert. Bei einer anderen Ausführungsform kann die Trennwand 24 auch so im Kühlergehäuse 9 angeordnet sein, dass sie wie ein Zwischenboden den Zusatzkühlraum 25 vom Hauptkühlraum 22 trennt, wobei sie auch dann durch wenigstens eine Öffnung 26 eine Kommunikation zwischen den beiden Kühlräumen 22, 25 ermöglicht. Der Zusatzkühlraum 25 ist dann nicht innerhalb des Hauptkühlraums 22 angeordnet, sondern quasi parallel dazu.

Bei der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform enthält die Trennwand 24 zumindest zwei derartige Öffnungen 26, die im

Hinblick auf die Durchströmung des Kühlergehäuses 9 mit Kühlmittel so angeordnet sind, dass sie wenigstens eine Einlassöffnung und zumindest eine Auslassöffnung für Kühlmittel bilden. Die Durchströmung des Zusatzkühlraums 25 ist durch Pfeile angedeutet.

Bei der in Fig. 3 dargestellten Ausführungsform weist die Trennwand 24 zusätzlich zu der wenigstens einen Öffnung 26 eine weitere Öffnung 27 auf, die an den weiter oben bereits mit Bezug auf Fig. 1 genannten Zusatzanschluss 19 angeschlossen ist. Der an den Kühlkreis 8 angeschlossene Zusatzanschluss 19 ist dabei durch das Kühlergehäuse 9 hindurch an den Zusatzkühlraum 25 angeschlossen. Dabei durchsetzt der Zusatzanschluss 19 den Hauptkühlraum 22 zumindest teilweise. Die mit Bezug auf Fig. 1 genannte Kühlmittelventilanordnung 18, die mit dem Zusatzanschluss 19 und zum Beispiel mit dem Kühlmittelinlass 12 verbunden ist, kann nun so ausgestaltet sein, dass sie eine erste Schaltstellung ermöglicht, in welcher das Kühlmittel ausschließlich durch den Kühlmittelinlass 12 einströmt und durch den Kühlmittelauslass 13 ausströmt, vergleiche die mit durchgezogenen Linien gezeichneten Pfeile. Des Weiteren kann sie eine zweite Schaltstellung realisieren, in welcher das Kühlmittel entsprechend mit unterbrochener Linie gezeichneten Pfeilen ausschließlich durch den Zusatzanschluss 19 einströmt und durch den Kühlmittelauslass 13 ausströmt. Alternativ kann in der zweiten Schaltstellung die Strömung auch so erfolgen, dass das Kühlmittel nur durch den Kühlmittelinlass 12 einströmt und durch den Zusatzanschluss 19 ausströmt. Des Weiteren ist es

grundsätzlich möglich, die Kühlmittelventilanordnung 18 auch so auszubilden, dass sie eine dritte Schaltstellung ermöglicht, in der das Kühlmittel durch den Kühlmittelleinlass 12 einströmt und sowohl durch den Kühlmittelauslass 13 als auch durch den Zusatzanschluss 19 ausströmt. Alternativ ist auch eine Beschaltung möglich, bei der das Kühlmittel in der dritten Schaltstellung durch den Kühlmittelleinlass 12 und durch den Zusatzanschluss 19 einströmt und durch den Kühlmittelauslass 13 ausströmt. Denkbar ist auch ein hier nicht gezeigter, den AGR-Kühler 7 intern oder extern umgehender Bypass für das Kühlmittel, wobei dann die Kühlmittelventilanordnung 18 in einer weiteren oder vierten Schaltstellung das Kühlmittel durch besagten Bypass leitet.

Bei der in den Fig. 4 und 5 gezeigten Ausführungsform sind die Kühlrohre 20, 21 der beiden Kühlrohrabschnitte 14, 15 als Gleichteile ausgestaltet. Hierdurch baut diese Ausführungsform preiswerter. Um die Leistungsfähigkeit der zweiten Kühlrohranordnung 15 gegenüber der ersten Kühlrohranordnung 14 zu verbessern, sind der zweiten Kühlrohranordnung 15 hier mehr Kühlrohre 21 zugeordnet als der ersten Kühlrohranordnung 14. Ohne Beschränkung der Allgemeinheit umfasst die erste Kühlrohranordnung 14 hier zwei Kühlrohre 20, während die zweite Kühlrohranordnung 15 drei Kühlrohre 21 aufweist. Des Weiteren sind die Kühlrohre 21 der zweiten Kühlrohranordnung 15 in ihrem Inneren mit Lamellen und/oder Turbulatoren 28 ausgestattet, die in bekannter Weise zu einer extremen Verbesserung des Wärmeübergangs zwischen dem Abgas und den Kühlrohren 21 bewirken. Im Unterschied dazu enthalten

die Kühlrohre 20 der ersten Kühlrohranordnung 14 vorzugsweise weder Lamellen noch Turbulatoren.

Die bei der Ausführungsform der Fig. 4 und 5 und die bei den Ausführungsformen der Fig. 2 und 3 gezeigten Maßnahmen zur Realisierung unterschiedlicher Wärmeströme in den beiden Kühlrohranordnungen 14, 15 sind beliebig miteinander kombinierbar.

Mit Bezug auf die Fig. 4 und 5 wird im Folgenden eine besondere Ausführungsform der Abgasventilanordnung 16 näher erläutert.

Entsprechend den Fig. 4 und 5 besitzt das Kühlergehäuse 9 einlassseitig einen Einlassflansch 29 der den Abgaseinlass 10 bildet und über den im vorliegenden Fall die Abgasventilanordnung 16 angeschlossen ist. Das Kühlergehäuse 9 verfügt außerdem über einen Auslassflansch 30, der den Abgasauslass 11 bildet und über den das Kühlergehäuse 9 an die AGR-Leitung 6 anschließbar ist. Bei einer alternativen Ausführungsform kann die Abgasventilanordnung 16 in entsprechender Weise auch auslassseitig angeordnet sein.

Die Abgasventilanordnung 16 umfasst ein Ventilgehäuse 31, das beispielsweise als Metallgussteil ausgestaltet ist. In diesem Ventilgehäuse 31 sind zwei Steuerventile, nämlich ein erstes Steuerventil 32 und ein zweites Steuerventil 33 angeordnet. Das erste Steuerventil 32 steuert den Abgasstrom durch die erste Kühlrohranordnung 14, während das zweite

Steuerventil 33 den Abgasstrom durch die zweite Kühlrohranordnung 15 steuert. Die beiden Steuerventile 32, 33 sind zweckmäßig gleich aufgebaut (Gleichteile) und können zwischen einer maximal geöffneten Offenstellung und einer Schließstellung verstellt werden, wobei sie insbesondere eine oder mehrere Zwischenstellungen realisieren können, um ein gestuftes oder sogar stufenloses Umschalten zwischen der Schließstellung und der Offenstellung zu ermöglichen. Demnach handelt es sich bei den Steuerventilen 32, 33 nicht um Schaltventile, die ausschließlich zwischen einer Schließstellung und einer Offenstellung umschaltbar sind.

Entsprechend Fig. 4 weist das Kühlergehäuse 9 im Bereich des Abgaseinlasses 10 einen Abgaseinlassraum 34 auf, der durch den einlassseitigen Boden 23 vom Kühlmittel im Kühlraum 22 getrennt ist. Die Abgasventilanordnung 16 beziehungsweise deren Ventilgehäuse 31 ist mit einer Teilungswand 35 ausgestattet, die sich parallel zur Strömungsrichtung, also parallel zu den Kühlrohren 20, 21 erstreckt und sich dabei bis zum oder nahe an besagten Boden 23 erstreckt. Die Teilungswand 35 unterteilt den Abgaseinlassraum 34 in einen ersten Teilraum 36, der mit der ersten Kühlrohranordnung 14 kommuniziert, und einen zweiten Teilraum 37, der mit der zweiten Kühlrohranordnung 15 kommuniziert. Eine feste Anbindung der Teilungswand 35 an den Boden 23 ist nicht erforderlich. Gegebenenfalls auftretende Leckagen sind tolerierbar. Die Teilungswand 35 ragt in eine Lücke hinein, die zwischen den freien Enden der beiden benachbarten Rohre 20, 21 der beiden Kühlrohranordnungen 14, 15 gebildet ist.

Die Teilungswand 35 des Ventilgehäuses 31 erstreckt sich auch innerhalb des Ventilgehäuses 31, und zwar innerhalb eines Abgasaustritts 38, der von den beiden Steuerventilen 32, 33 weg und zum Abgaseinlass 10 des Kühlergehäuses 9 hin führt. Hierdurch wird innerhalb des gemeinsamen Ventilgehäuses 31 eine getrennte Strömungsführung für das Abgas von den Steuerventilen 32, 33 zum Abgaseinlass 10 und durch die bis zum einlassseitigen Boden 23 verlängerte Teilungswand 35 auch zu den beiden Kühlrohranordnungen 14, 15 realisiert.

Entsprechend Fig. 5 weist das Ventilgehäuse 31 außerdem einen Abgaseintritt 39 auf, der an die AGR-Leitung 6 anschließbar ist und der das Abgas den beiden Steuerventilen 32, 33 zuführt. Dabei kann auch im Abgaseintritt 39 eine Teilungswand 40 angeordnet sein, die innerhalb des Abgaseintritts 39 eine getrennte Strömungsführung für das Abgas bis zum jeweiligen Steuerventil 32, 33 ermöglicht. Durch die beiden Teilungswände 35, 40 sind im Ventilgehäuse 31 zwei vollständig voneinander getrennte Strömungspfade realisiert, von denen der eine mit dem ersten Steuerventil 32 und der andere separat mit dem zweiten Steuerventil 33 steuerbar ist.

Entsprechend den Fig. 4 und 5 weist das Ventilgehäuse 31 einen Kühlmantel 41 auf, der in den Kühlkreis 8 eingebunden ist. Hierzu sind ein am Ventilgehäuse 31 ausgebildeter Einlassstutzen 42 und der Kühlmittelauslass 13 des Kühlergehäuses 9 über ein Verbindungsstück 43 miteinander verbunden.

Sofern die Abgasventilanordnung 16 abströmseitig des AGR-Kühlers 7 angeordnet ist, kann eine derartige Flüssigkeitskühlung des Ventilgehäuses 31 entfallen.

\*\*\*\*\*

## Ansprüche

1. Abgasrückführeinrichtung für eine Brennkraftmaschine (1), insbesondere in einem Kraftfahrzeug,
  - mit einer Abgasrückführleitung (6) zum externen Rückführen von Abgas aus einer Abgasseite der Brennkraftmaschine (1) in eine Frischgasseite der Brennkraftmaschine (1),
  - mit einem in die Abgasrückführleitung (6) eingebauten Abgasrückführkühler (7), der an einen mit einem flüssigen Kühlmittel arbeitenden Kühlkreis (8) anschließbar ist,
  - wobei der Abgasrückführkühler (7) ein von Kühlmittel durchströmbares Kühlergehäuse (9) aufweist, das zumindest einen Abgaseinlass (10), einen Abgasauslass (11), einen Kühlmittelinlass (12) und einen Kühlmittelauslass (13) aufweist,dadurch gekennzeichnet,
  - dass der Abgasrückführkühler (7) in seinem Kühlergehäuse (9) eine erste Kühlrohranordnung (14) mit wenigstens einem der Abgaseinlass (10) mit dem Abgasauslass (11) verbindenden Kühlrohr (20) und eine zweite Kühlrohranordnung (15) mit wenigstens einem den Abgaseinlass (10) mit dem Abgasauslass (11) verbindenden Kühlrohr (21) enthält,
  - dass die Kühlrohranordnungen (14, 15) so ausgestaltet sind, dass die zweite Kühlrohranordnung (15) einen größe-

ren Wärmestrom zwischen Abgas und Kühlmittel ermöglicht als die erste Kühlrohranordnung (14).

2. Abgasrückführeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

- dass eine Abgasventilanordnung (16) vorgesehen ist, die am Abgaseinlass (10) oder am Abgasauslass (11) angeordnet und so ausgestaltet ist, dass das Abgas in einer ersten Schaltstellung der Abgasventilanordnung (16) nur durch die erste Kühlrohranordnung (14) und in einer zweiten Schaltstellung der Abgasventilanordnung (16) nur durch die zweite Kühlrohranordnung (15) strömt, und/oder
- dass die Abgasventilanordnung (16) so ausgestaltet ist, dass das Abgas in einer dritten Schaltstellung der Abgasventilanordnung (16) durch beide Kühlrohranordnungen (14, 15) strömt, und/oder
- dass die Abgasventilanordnung (16) so ausgestaltet ist, dass das Abgas in einer vierten Schaltstellung der Abgasventilanordnung (16) nur durch einen den Abgasrückführkühler (7) intern oder extern umgehenden Bypass (17) strömt, und/oder
- dass die Abgasventilanordnung (16) so ausgestaltet ist, dass sie zwischen ihren einzelnen Schaltstellungen mit wenigstens einer Zwischenstufe oder stufenlos verstellbar ist.

3. Abgasrückführeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch wenigstens eines der folgenden Merkmale:

- die zweite Kühlrohranordnung (15) weist abgasseitig und/oder kühlmittelseitig eine größere Oberfläche auf als die erste Kühlrohranordnung (14);
- die zweite Kühlrohranordnung (15) weist mehr Kühlrohre (21) auf als die erste Kühlrohranordnung (20);
- das jeweilige Kühlrohr (21) der zweiten Kühlrohranordnung (15) besitzt abgasseitig einen kleineren Durchströmungsquerschnitt als das jeweilige Kühlrohr (20) der ersten Kühlrohranordnung (14);
- das eine Kühlrohr (21) oder die Kühlrohre (21) der zweiten Kühlrohranordnung (15) besteht/bestehen aus einem Material, das einen größeren Wärmeleitkoeffizienten aufweist als das Material, aus dem das eine Kühlrohr (20) oder die Kühlrohre (20) der ersten Kühlrohranordnung (14) besteht/bestehen;
- das eine Kühlrohr (21) oder die Kühlrohre (21) der zweiten Kühlrohranordnung (15) weist/weisen abgasseitig einen größeren Durchströmungswiderstand auf als das eine Kühlrohr (20) oder die Kühlrohre (20) der ersten Kühlrohranordnung (14).

4. Abgasrückführeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

- dass im einen Kühlrohr (21) oder in jedem Kühlrohr (21) der zweiten Kühlrohranordnung (15) Turbulatoren (28) und/oder Lamellen (28) angeordnet sind, und/oder

- dass in einem Kühlrohr (20) oder in jedem Kühlrohr (20) der ersten Kühlrohranordnung (14) keine Turbulatoren (28) und/oder Lamellen (29) angeordnet sind.

5. Abgasrückführeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet,

- dass im Kühlergehäuse (9) eine Trennwand (24) einen Hauptkühlraum (22), der vom Kühlmittel durchströmbar ist und in dem das eine Kühlrohr (21) oder die Kühlrohre (21) der zweiten Kühlrohranordnung (15) verläuft/verlaufen, von einem Zusatzkühlraum (25) trennt, in dem das eine Kühlrohr (20) oder die Kühlrohre (20) der ersten Kühlrohranordnung (14) verläuft/verlaufen, wobei die Trennwand (24) wenigstens eine Öffnung (26) enthält, durch die der Zusatzkühlraum (25) mit dem Hauptkühlraum (22) kommuniziert, oder
- dass die erste Kühlrohranordnung (14) oder das eine Kühlrohr (20) oder jedes Kühlrohr (20) der ersten Kühlrohranordnung (14) in Umfangsrichtung von einer Trennwand (24) umhüllt ist, derart, dass die Trennwand (24) einen das jeweilige Kühlrohr (20) oder die jeweiligen Kühlrohre (20) in Umfangsrichtung umhüllenden Zusatzkühlraum (25) in Umfangsrichtung umschließt, wobei die Trennwand (24) zumindest eine Öffnung (26) enthält, durch die der Zusatzkühlraum (25) mit einem Hauptkühlraum (22) kommuniziert, der vom Kühlergehäuse (9) umschlossen ist, der vom Kühlmittel durchströmbar ist und in dem das eine Kühlrohr (21) oder die Kühlrohre (21) der zweiten Kühlrohranordnung (15) verläuft/verlaufen, und/oder

- dass der Hauptkühlraum (22) die jeweilige Trennwand (24) und den jeweiligen Zusatzkühlraum (25) in Umfangsrichtung umschließt, so dass die den Zusatzkühlraum (25) umschließende Trennwand (24) in Umfangsrichtung allseitig vom Kühlmittel beaufschlagbar ist.

6. Abgasrückföhreinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennwand (24) zumindest zwei solche Öffnungen (26) enthält, die zumindest eine Einlassöffnung und zumindest eine Auslassöffnung bilden.

7. Abgasrückföhreinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,

- dass die Trennwand (24) zusätzlich zumindest eine weitere Öffnung (27) aufweist, durch die ein an den Kühlkreis (8) angeschlossener Zusatzanschluss (19) durch das Kühlergehäuse (9) an den Zusatzkühlraum (25) angeschlossen ist, und/oder
- dass der Zusatzanschluss (19) zumindest einen Teil des Hauptkühlraums (22) durchsetzt, und/oder
- dass eine Kühlmittelventilanordnung (18) vorgesehen ist, die mit dem Zusatzanschluss (19) und mit dem Kühlmittel-einlass (12) oder dem Kühlmittelauslass (13) verbunden und so ausgestaltet ist, dass das Kühlmittel in einer ersten Schaltstellung nur durch den Kühlmittelinlass (12) einströmt und durch den Kühlmittelauslass (13) ausströmt und in einer zweiten Schaltstellung nur durch den Kühlmittel-einlass (12) einströmt und durch den Zusatzanschluss (19)

ausströmt oder nur durch den Zusatzanschluss (19) einströmt und durch den Kühlmittelauslass (13) ausströmt, und/oder

- dass die Kühlmittelventilanordnung (18) so ausgestaltet ist, dass das Kühlmittel in einer dritten Schaltstellung durch den Kühlmittelinlass (12) einströmt und durch den Kühlmittelauslass (13) und durch den Zusatzanschluss (19) ausströmt oder durch den Kühlmittelinlass (12) und durch den Zusatzanschluss (19) einströmt und durch den Kühlmittelauslass (13) ausströmt, und/oder
- dass die Kühlmittelventilanordnung (18) so ausgestaltet ist, dass das Kühlmittel in einer vierten Schaltstellung durch einen den Abgasrückführkühler (7) intern oder extern umgehenden Bypass strömt, und/oder
- dass die Kühlmittelventilanordnung (18) so ausgestaltet ist, dass sie zwischen ihren jeweiligen Schaltstufen über wenigstens eine Zwischenstufe gestuft oder stufenlos verstellbar ist.

8. Abgasrückführeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Kühlrohre (20, 21) der beiden Kühlrohranordnungen (14, 15) als Gleichteile ausgestaltet sind, wobei das Kühlrohr (21) oder die Kühlrohre (21) der zweiten Kühlrohranordnung (15) zusätzlich mit Lamellen (28) und/oder mit Turbulatoren (28) versehen ist/sind.

9. Abgasrückführeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

dadurch gekennzeichnet,

- dass das Kühlergehäuse (9) abgaseinlassseitig einen Boden (23) enthält, der von den Kühlrohren (20, 21) der beiden Kühlrohranordnungen (14, 15) durchsetzt ist und der einen Abgaseinlassraum (34) vom Kühlmittel trennt, wobei eine zur Aufteilung des Abgases auf die erste Kühlrohranordnung (14) und/oder zweite Kühlrohranordnung (15) vorgesehene Abgasventilanordnung (16) an den Abgaseinlass (10) angeschlossen ist, wobei die Abgasventilanordnung (16) eine Teilungswand (35) aufweist, die sich bis zum oder nahe an den Boden (23) erstreckt und im Abgaseinlassraum (34) einen mit der ersten Kühlrohranordnung (14) kommunizierenden ersten Teilraum (36) von einem mit der zweiten Kühlrohranordnung (15) kommunizierenden zweiten Teilraum (37) trennt, oder
- dass das Kühlergehäuse (9) abgasauslassseitig einen Boden (23) enthält, der von den Kühlrohren (20, 21) der beiden Kühlrohranordnungen (14, 15) durchsetzt ist und der einen Abgasauslassraum vom Kühlmittel trennt, wobei eine zur Aufteilung des Abgases auf die erste Kühlrohranordnung (14) und/oder auf die zweite Kühlrohranordnung (15) vorgesehene Abgasventilanordnung (16) an den Abgasauslass (11) angeschlossen ist, wobei die Abgasventilanordnung (16) eine Teilungswand aufweist, die sich bis zum oder nahe an den Boden (23) erstreckt und im Abgasauslassraum einen mit der ersten Kühlrohranordnung (14) kommunizierenden ersten

Teilraum von einem mit der zweiten Kühlrohranordnung (15) kommunizierenden zweiten Teilraum trennt.

10. Abgasrückführeinrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass im Kühlergehäuse (9) ein gemeinsamer Kühlraum (22) ausgebildet ist, der vom Kühlmittel durchströmbar ist, durch den die Kühlrohre (20, 21) beider Kühlrohranordnungen (14, 15) hindurchgeführt sind und der zum Abgaseinlass (10) sowie zum Abgasauslass (11) hin jeweils durch einen Boden (23) begrenzt ist.

11. Abgasrückführeinrichtung zumindest nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,

- dass die Abgasventilanordnung (16) zwei Steuerventile (32, 33) aufweist, die jeweils in eine Schließstellung, in eine Offenstellung und in eine oder mehrere Zwischenstellungen gestuft oder stufenlos verstellbar sind, von denen ein erstes Steuerventil (32) den Abgasstrom durch die erste Kühlrohranordnung (14) steuert und von denen ein zweites Steuerventil (33) den Abgasstrom durch die zweite Kühlrohranordnung (15) steuert, und/oder
- dass die beiden Steuerventile (32, 33) in einem gemeinsamen Ventilgehäuse (31) angeordnet sind, das einen zu beiden Steuerventilen (32, 33) hinführenden Abgaseintritt (39) und einen von beiden Steuerventilen (32, 33) wegführenden Abgasaustritt (38) aufweist, wobei im Abgaseintritt (39) und/oder im Abgasaustritt (38) eine Teilungswand (35, 40) angeordnet ist, die das Abgas im Ventilgehäuse (31)

getrennt zu den Steuerventilen (32, 33) hinführt und/oder  
getrennt von den Steuerventilen (32, 33) wegführt,  
und/oder

- dass das Ventilgehäuse (31) einen Kühlmantel (41) aufweist, der in den Kühlkreis (8) eingebunden ist.

12. Abgasrückführkühler für eine Abgasrückführeinrichtung (5) einer Brennkraftmaschine (1), insbesondere in einem Kraftfahrzeug,

- wobei der Abgasrückführkühler (7) an eine Abgasrückführung (6) zum externen Rückführen von Abgas aus einer Abgasseite der Brennkraftmaschine (1) in eine Frischgasseite der Brennkraftmaschine (1) anschließbar ist,
- wobei der Abgasrückführkühler (7) an einen mit einem flüssigen Kühlmittel arbeitenden Kühlkreis (8) anschließbar ist,
- wobei der Abgasrückführkühler (7) ein vom Kühlmittel durchströmbares Kühlergehäuse (9) aufweist, das zumindest einen Abgaseinlass (10), einen Abgasauslass (11), einen Kühlmittelinlass (12) und einen Kühlmittelauslass (13) aufweist,

dadurch gekennzeichnet,

- dass der Abgasrückführkühler (7) in seinem Kühlergehäuse (9) eine erste Kühlrohranordnung (14) mit wenigstens einem den Abgaseinlass (10) mit dem Abgasauslass (11) verbindenden Kühlrohr (20) und eine zweite Kühlrohranordnung (15) mit wenigstens einem den Abgaseinlass (10) mit dem Abgasauslass (11) verbindenden Kühlrohr (21) enthält,

- die Kühlrohranordnungen (14, 15) so ausgestaltet sind, dass die zweite Kühlrohranordnung (15) einen größeren Wärmestrom zwischen Abgas und Kühlmittel ermöglicht als die erste Kühlrohranordnung (14).

13. Abgasrückführkühler nach Anspruch 12, gekennzeichnet durch die kennzeichnenden Merkmale wenigstens eines der Ansprüche 2 bis 11.

\*\*\*\*\*

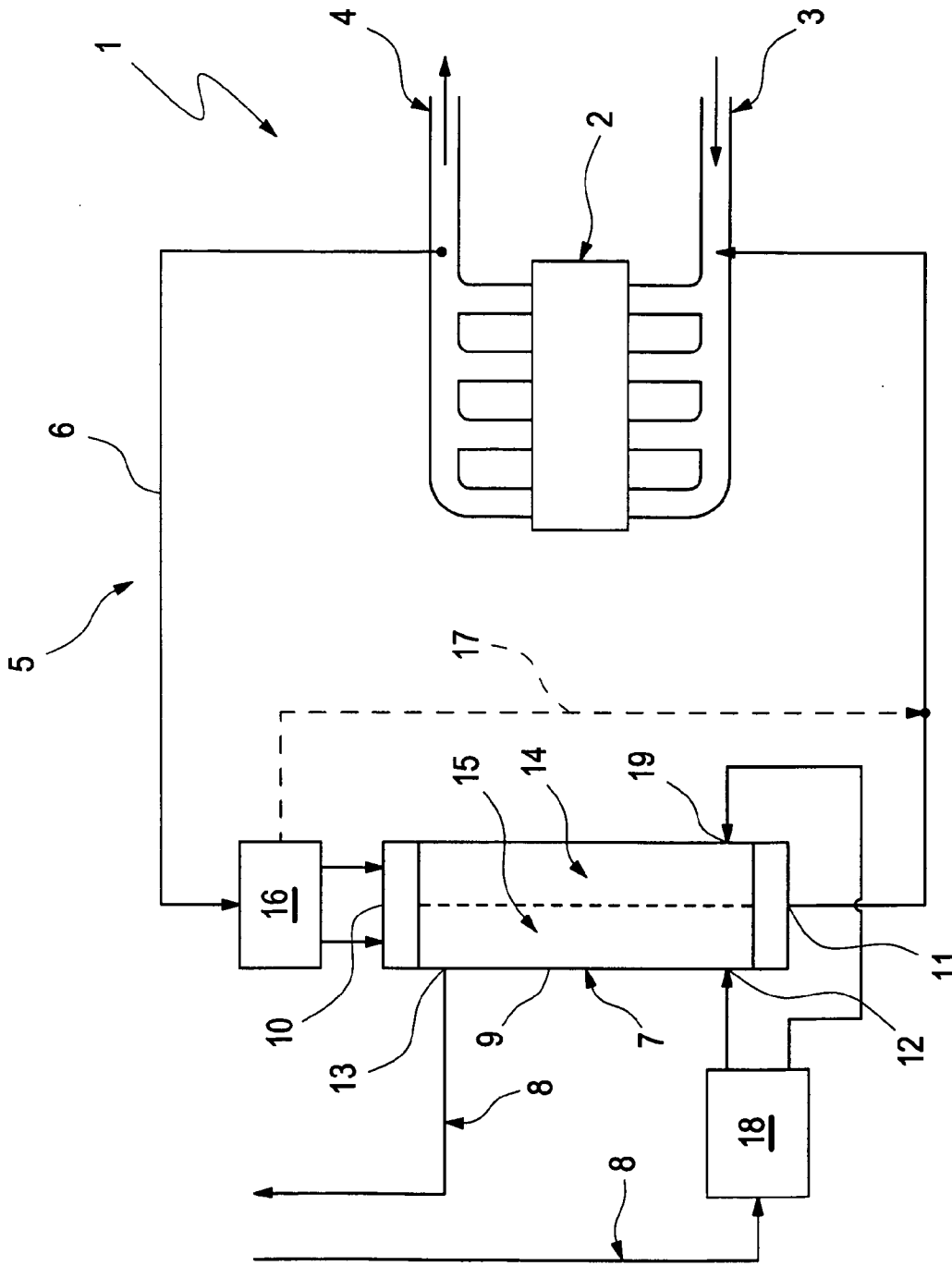
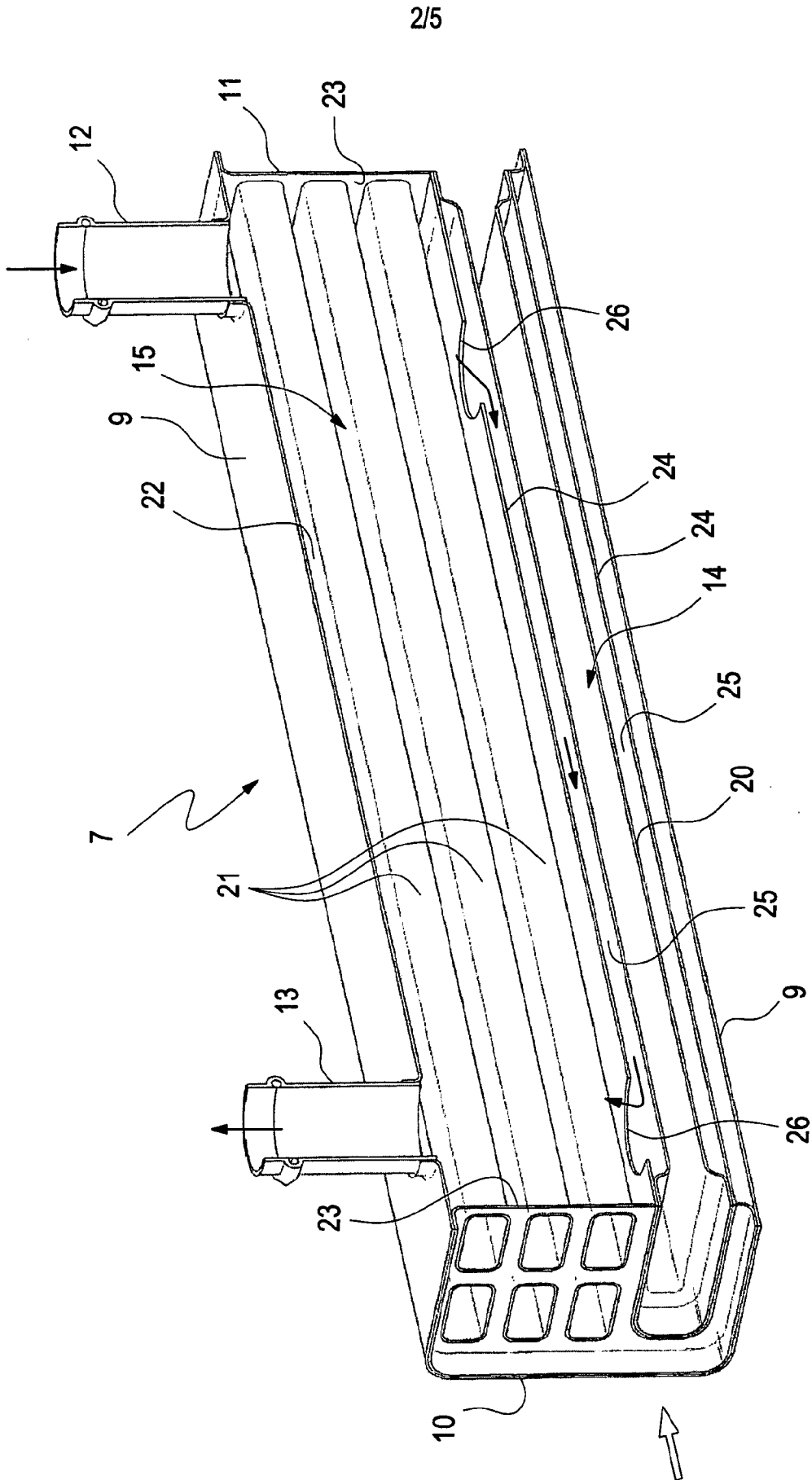


Fig. 1





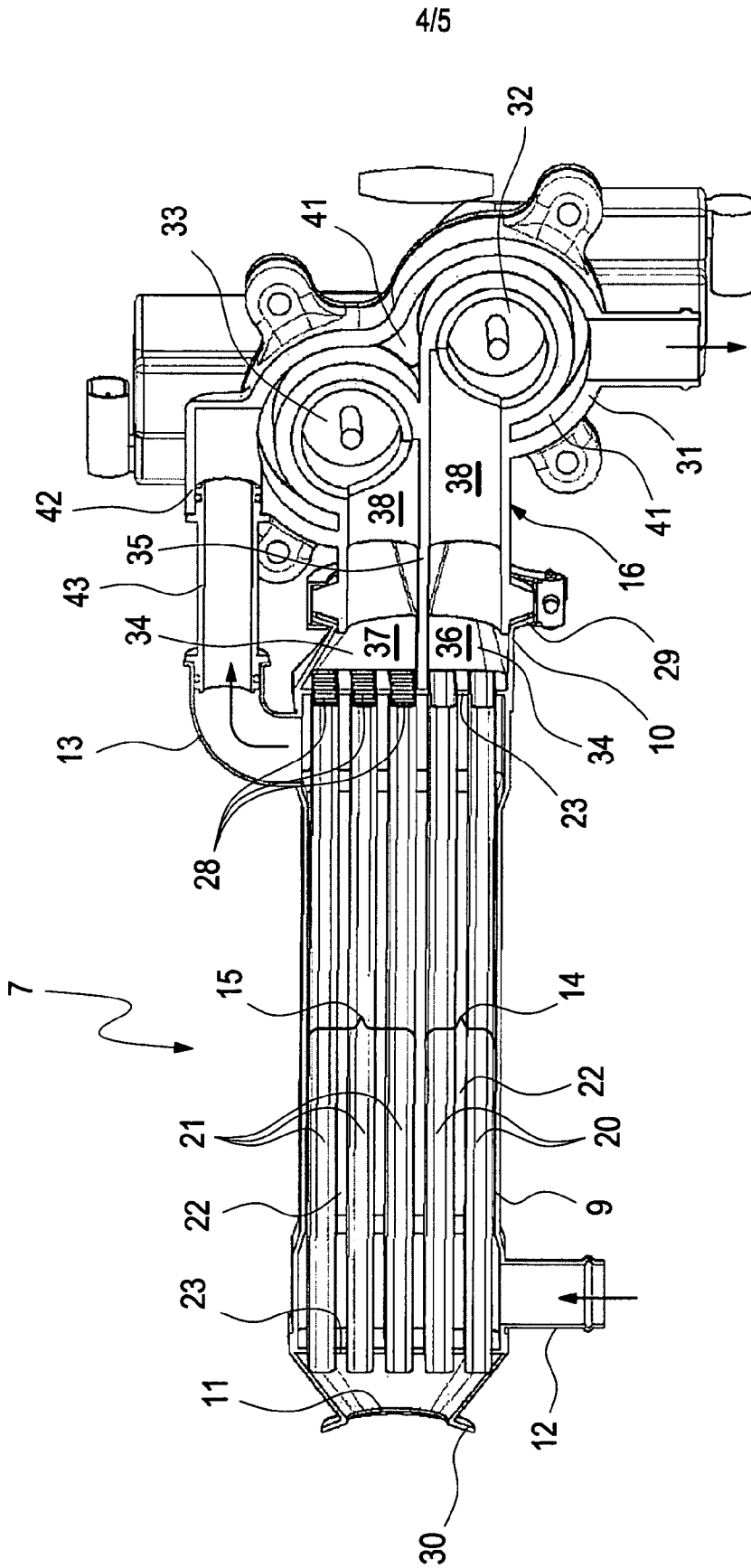


Fig. 4

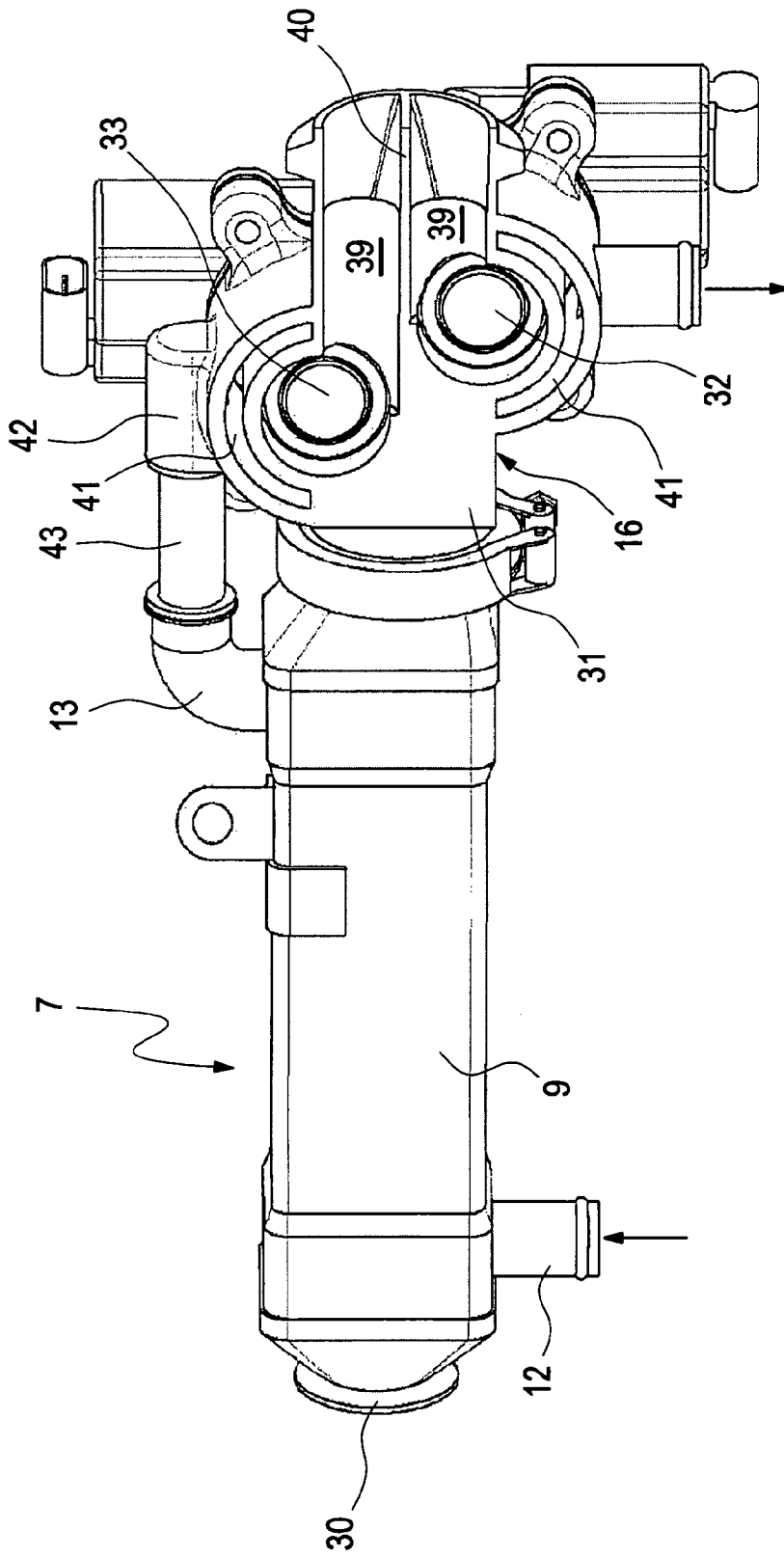


Fig. 5

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/EP2007/054686

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
INV. F02M25/07

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 270 921 A (CUMMINS ENGINE CO INC [US]) 2 January 2003 (2003-01-02)	1-3,5, 12,13
Y	paragraph [0055] - paragraph [0057]; figures 7,8a-8c	4,8
Y	----- US 2004/107949 A1 (MIYOSHI SOTSUO [JP] ET AL) 10 June 2004 (2004-06-10)	4,8
	paragraph [0083] - paragraph [0085]; figure 13	
X	----- JP 2004 257366 A (DENSO CORP) 16 September 2004 (2004-09-16)	1,2,9-13
	abstract; figures 2,3	
P,X	----- JP 2006 299942 A (T RAD CO LTD) 2 November 2006 (2006-11-02)	1,3,4, 12,13
	abstract; figures 1-7	
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 August 2007

Date of mailing of the international search report

06/09/2007

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Marsano, Flavio

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2007/054686

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 103 44 217 A1 (MAHLE FILTERSYSTEME GMBH [DE]) 14 April 2005 (2005-04-14) paragraph [0039] - paragraph [0046]; figure 8  -----	1,5,12, 13

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2007/054686

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1270921	A	02-01-2003	NONE
US 2004107949	A1	10-06-2004	EP 1467082 A1 13-10-2004 WO 03060314 A1 24-07-2003
JP 2004257366	A	16-09-2004	NONE
JP 2006299942	A	02-11-2006	NONE
DE 10344217	A1	14-04-2005	NONE

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/054686

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
INV. F02M25/07

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
F02M

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 270 921 A (CUMMINS ENGINE CO INC [US]) 2. Januar 2003 (2003-01-02)	1-3, 5, 12, 13
Y	Absatz [0055] - Absatz [0057]; Abbildungen 7, 8a-8c	4, 8
Y	----- US 2004/107949 A1 (MIYOSHI SOTSUO [JP] ET AL) 10. Juni 2004 (2004-06-10)	4, 8
	Absatz [0083] - Absatz [0085]; Abbildung 13	
X	----- JP 2004 257366 A (DENSO CORP) 16. September 2004 (2004-09-16)	1, 2, 9-13
	Zusammenfassung; Abbildungen 2, 3	
P, X	----- JP 2006 299942 A (T RAD CO LTD) 2. November 2006 (2006-11-02)	1, 3, 4, 12, 13
	Zusammenfassung; Abbildungen 1-7	
	----- -/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
  - \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
  - \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
  - \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
  - \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
  - \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
29. August 2007	06/09/2007
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Marsano, Flavio

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 103 44 217 A1 (MAHLE FILTERSYSTEME GMBH [DE]) 14. April 2005 (2005-04-14) Absatz [0039] - Absatz [0046]; Abbildung 8 -----	1, 5, 12, 13

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/054686

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1270921	A	02-01-2003 KEINE	
US 2004107949	A1	10-06-2004 EP 1467082 A1 WO 03060314 A1	13-10-2004 24-07-2003
JP 2004257366	A	16-09-2004 KEINE	
JP 2006299942	A	02-11-2006 KEINE	
DE 10344217	A1	14-04-2005 KEINE	