(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 108 807 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
02.01.2013 Patentblatt 2013/01

(51) Int Cl.:
F02M 25/07 *(2006.01)* ***F02D 9/04*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **09151997.5**

(22) Anmeldetag: **04.02.2009**

(54) **Abgasrückführsystem für eine Verbrennungskraftmaschine**

Exhaust gas recirculation device for an internal combustion engine

Dispositif de recirculation des gaz d'échappement pour un moteur à combustion interne

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **12.04.2008 DE 102008018583**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.10.2009 Patentblatt 2009/42

(73) Patentinhaber: **Pierburg GmbH**
41460 Neuss (DE)

(72) Erfinder: **Paffrath, Holger**
50259 Pulheim (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte ter Smitten Eberlein Rütten**
Partnerschaftsgesellschaft
Burgunderstr. 29
40549 Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 186 767
DE-A1-102005 021 172
DE-B- 1 003 505
DE-B- 1 214 931
US-A- 2 703 561
US-A1- 2007 175 215

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 108 807 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Abgasrückführsystem für eine Verbrennungskraftmaschine mit einem Abgasrückführventil, welches in einer Abgasrückführleitung angeordnet ist, einem ersten Abgaskühler, der in der Abgasrückführleitung angeordnet ist und einer Turbine, welche in Strömungsrichtung des Abgases hinter dem ersten Abgaskühler in der Abgasrückführleitung angeordnet ist.

[0002] Abgasrückführsysteme für Verbrennungskraftmaschinen, bei denen in der Abgasrückführleitung ein Abgaskühler und ein Abgasrückführventil angeordnet sind, sind allgemein bekannt und werden in einer Vielzahl von Anmeldungen beschrieben. Anwendung finden derartige gekühlte Abgasrückführsysteme insbesondere bei turboaufgeladenen Verbrennungskraftmaschinen. Die Kühlung des Abgases führt zu deutlichen Vorteilen bezüglich der Emissionen und des Kraftstoffverbrauches des Fahrzeugs.

[0003] Bekannt sind Systeme, bei denen im Hochdruckbereich das Abgas zurückgeführt wird, was bedeutet, dass das Abgas vor der Turbine dem Abgas und hinter dem Verdichter der Ansaugluft wieder zugeführt wird, als auch Niederdruckabgasrückführsysteme, bei denen das Abgas hinter der Turbine entnommen wird und der Ansaugluft vor dem Verdichter wieder zugeführt wird. Während mit Niederdruckabgasrückführsystemen höhere Abgasraten erreicht werden, besteht das Problem eines geringen Druckgefälles zwischen der Stelle der Abgasentnahme und der Stelle der Abgaszuführung in den Ansaugkanal, so dass zusätzlich Drosseln zur Erhöhung des Druckgefälles verwendet werden müssen. Ein weiterer Vorteil ist die Rückführung von sauberem Abgas, da dieses beispielsweise bei einer Diesel-Brennkraftmaschine hinter dem Dieselpartikelfilter entnommen werden kann. Ein Hochdruck-Abgasrückführsystem weist im Gegensatz hierzu eine deutlich höhere Dynamik auf, ist jedoch bezüglich der erreichbaren Rückführraten beschränkt, da andernfalls die Turbine nicht ausreichend mit Abgas versorgt würde.

[0004] Eine Kühlung des Abgases findet derzeit insbesondere in Niederdrucksystemen Anwendung, bekannt sind jedoch auch die dynamischer arbeitenden Hochdrucksysteme, bei denen nach dem Kaltstart heißes Abgas durch den Hochdruckstrang zurückgeführt wird. Zur weiteren Emissions- und Kraftstoffverbrauchsverbesserung wäre es sinnvoll, das Abgas tiefer als heute üblich und unter die vorhandenen Kühlmitteltemperaturen abzukühlen. Hierdurch kann bei Ottomotoren zusätzlich die Klopfneigung reduziert werden. Nachteilhaft an den bekannten Systemen ist, dass bei hoher Leistung der Abgaskühler, diese durch die geringe Abgastemperatur zu starker Versottung neigen.

[0005] So wird in der EP 1 186 767 A2 ein Abgasrückführsystem vorgeschlagen, bei dem im Niederdruckbereich eine Turbokühleinheit angeordnet ist, welche aus einem angetriebenen Verdichter einem Abgaskühler sowie einer mit dem Verdichter gekoppelten Turbine besteht. Während es durch den angetriebenen Verdichter möglich ist, ein ausreichendes Druckgefälle zur Rückführung des Abgases im Niederdruckbereich zu erreichen, sorgt die Turbine für eine zusätzliche Entspannung des im Abgaskühler gekühlten Abgases, was zu einer zusätzlichen Kühlung des Abgases gegebenenfalls unter die Kühlmitteltemperatur führt. Nachteilhaft an einem derartigen System ist jedoch der notwendige mechanische Antrieb des Verdichters, ohne den kein ausreichendes Druckgefälle aufgebaut werden kann, sowie der daraus folgende zusätzliche Energieverlust des Gesamtsystems. Des Weiteren weist ein derartiges System eine nicht ausreichende Dynamik auf.

[0006] Des Weiteren ist aus der EP 1 186 767 A2 ein Abgasrückführsystem bekannt, bei dem in einer Niederdruckabgasrückführleitung eine Einheit aus einem Kompressor einem Kühler und einer Turbine angeordnet ist, wobei der Kompressor und die Turbine mechanisch angetrieben werden. Hierdurch wird ein ausreichendes Druckgefälle zur Förderung des Abgases sichergestellt.

[0007] Aus der US 2007/0175215 A1 ist eine Abgasrückführung bekannt, bei der hinter zwei getrennten Abgaskrümmern ein Ventil angeordnet ist, über die die beiden Krümmer miteinander verbindbar sind. Von einem der Krümmer zweigt die Abgasrückführleitung ab, in der stromabwärts einer Turbine ein Abgaskühler angeordnet ist. Eine Kühlung des Abgases auf eine Temperatur unterhalb der Kühlmitteltemperatur ist entsprechend nicht möglich.

[0008] Es stellt sich daher die Aufgabe, ein Abgasrückführsystem bereitzustellen, mit dem Abgas gegebenenfalls unter die Kühlmitteltemperatur abgekühlt werden kann, eine Versottung des Abgaskühlers sowie die Größe des Abgaskühlers verringert und ohne Energieverlust Abgas mit hoher Dynamik zurückgeführt werden kann.

[0009] Diese Aufgabe wird durch den kennzeichnenden Teil des Hauptanspruchs gelöst. Durch die Anordnung einer Regelklappe im Abgaskrümmer kann Abgas einzelner oder mehrerer Zylinder im Abgasstrang aufgestaut werden, so dass ein ausreichendes Druckgefälle zur Verfügung steht, um Abgas über die Abgasrückführleitung in den Ansaugbereich der Verbrennungskraftmaschine zurückzuführen. Durch die Turbine hinter dem Abgaskühler kann zusätzlich das Abgas unter die Kühlmitteltemperatur abgekühlt werden, ohne innerhalb des Abgaskühlers die Temperatur zu unterschreiten, die zu einer erhöhten Versottung führt. Eine derartige Rückführung kann im Bereich des Abgaskrümmers erfolgen, so dass durch die kurze Regelstrecke eine hohe Dynamik des Systems sichergestellt wird. Der Abgaskühler kann bei einem derartigen System kleiner ausgeführt werden, da zusätzliche Kühlerleistung durch die Entspannung in der Turbine übernommen wird. Die entstehende Turbinenleistung kann dabei auf unterschiedliche Weise abgeführt werden. Dabei ist die Regelklappe im Abgaskrümmer zwischen den Einzelauslassrohren der einzelnen Zylinder angeordnet, so dass bei geschlossener Re-

gelklappe nur das Abgas der durch die Regelklappe abgetrennten Zylinder in die Abgasrückführleitung gelangt. Eine derartige Anordnung hat den Vorteil, dass einer nachfolgenden Turbine im Abgasstrang immer ausreichend Abgas zur Verfügung steht, da nur das Abgas einzelner Zylinder aufgestaut wird und somit der Abgasrückführung zur Verfügung steht. Zusätzlich ist es vorteilhaft, dass nur einige Zylinder gegen den gegebenenfalls durch die Kühlturbine erhöhten Abgasdruck ausschieben müssen. Auf einen zusätzlichen Verdichter in der Abgasrückführleitung kann verzichtet werden, so dass auch der Antrieb einer Verdichter-Turbinen-Einheit im Vergleich zu bekannten Ausführungen wegfällt. Dies führt zu einer zusätzlichen Verbesserung des Kraftstoffverbrauchs.

[0010] In einer weiterführenden Ausführungsform ist die Turbine über einen Bypasskanal umgehbar, in dem eine zweite Regelklappe angeordnet ist. Hierdurch kann beispielsweise nach dem Kaltstart der Verbrennungskraftmaschine wärmeres Abgas zur schnelleren Aufheizung der Verbrennungskraftmaschine zurückgeführt werden, indem das Abgas über den Bypasskanal geführt wird.

[0011] In einer weiteren bevorzugten Ausführung ist hinter dem ersten Abgaskühler eine Turbokühleinheit angeordnet, welche einen mit der Turbine gekoppelten Verdichter sowie einen zweiten Abgaskühler aufweist, wobei in Strömungsrichtung des Abgases hinter dem ersten Abgaskühler zunächst der Verdichter, daran anschließend der zweite Abgaskühler und folgend die Turbine angeordnet ist. Der Verdichter muss bei einer derartigen Ausführung nicht angetrieben werden, sondern verbraucht lediglich die durch die Turbine erzeugte Leistung. Die Verwendung einer derartigen Turbokühleinheit erhöht die Möglichkeiten zur weiteren Abkühlung des Abgases in der Abgasrückführleitung.

[0012] In einer hierzu alternativen Ausführungsform ist die Turbine mit einem Generator oder einem Gebläse gekoppelt, an welche die Turbine ihre Leistung abgibt. Hierdurch kann die Energiebilanz der Verbrennungskraftmaschine zusätzlich verbessert werden.

[0013] In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Turbokühleinheit als Baueinheit ausgeführt, so dass der benötigte Bauraum weiter sinkt.

[0014] Zur Verbesserung der Dynamik des Abgasrückführsystems zweigt die Abgasrückführleitung vor der Turbine eines Turboladers aus dem Abgasstrang ab und mündet hinter einem Ladeluftkühler in die Ansaugleitung der Verbrennungskraftmaschine.

[0015] Ein derartiges Abgasrückführsystem eignet sich somit sowohl zur weiteren Absenkung der Abgastemperatur des zurückgeführten Abgases als auch zur Minimierung der Versottung des Abgaskühlers. Zusätzlich wird eine gute Regelbarkeit des Systems sowohl bezüglich der rückgeführten Abgasmenge als auch der Abgastemperatur erreicht. Dieses System weist eine hohe Dynamik auf, führt zu Absenkung des Kraftstoffverbrauchs und zu einer Verbesserung der Emissionen, insbesondere der Stickoxide.

[0016] Ein Ausführungsbeispiel ist in der Figur dargestellt und wird nachfolgend beschrieben.

[0017] Die Figur zeigt ein erfindungsgemäßes Abgasrückführsystem am Beispiel einer turboaufgeladenen vierzylindrigen Verbrennungskraftmaschine mit Turbokühleinheit.

[0018] Die Verbrennungskraftmaschine besteht aus einer Ansaugleitung 1, über die Frischluft zunächst über einen Verdichter 2 in das Ansaugsystem der Verbrennungskraftmaschine gesaugt wird. Die verdichtete Luft wird über einen Ladeluftkühler 3 zu einem Ansaugkrümmer 4 geleitet. Vom Ansaugkrümmer 4 gelangt die mit Abgas angereicherte Frischluft zu den Zylindern 5, wobei es sich im vorliegenden Ausführungsbeispiel um eine vierzylindrige Verbrennungskraftmaschine handelt. Nach der Verbrennung in den Zylindern 5 wird das entstandene Abgas in den Abgaskrümmer 6 ausgestoßen, von wo aus das Abgas zu einer im Abgasstrang 7 angeordneten, mit dem Verdichter 2 gekoppelten Turbine 8 strömt. Hinter der Turbine 8 gelangt das Abgas ins Freie.

[0019] Der Abgaskrümmer 4 ist über eine Abgasrückführleitung 9 mit der Ansaugleitung 1 im Bereich hinter dem Ladeluftkühler 3 fluidisch verbunden. Zur Mengenregelung des zurückgeführten Abgasstroms ist in der Abgasrückführleitung 9 ein Abgasrückführventil 10 angeordnet. In Strömungsrichtung hinter dem Abgasrückführventil 10 ist ein Abgaskühler 11 zur Temperatursteuerung des Abgases angeordnet. Dieser Abgaskühler 11 enthält eine Bypassleitung 12, über die der Abgaskühler 11 umgangen werden kann. Zur Steuerung des Abgasflusses durch den Abgaskühler 11 oder die Bypassleitung 12 dient eine Bypassklappe 13, die in vorliegendem Ausführungsbeispiel in Strömungsrichtung gesehen vor dem Abgaskühler 11 angeordnet ist. Ein derartig aufgebautes System ist aus dem Stand der Technik bekannt.

[0020] Hinter dem Abgaskühler 11 befindet sich eine Turbokühleinheit 14, welche über einen Bypasskanal 15 umgehbar ist. Die Turbokühleinheit 14 besteht in vorliegendem Ausführungsbeispiel aus einem Verdichter 16, einem zweiten kleineren Abgaskühler 17 sowie einer Turbine 18, die mit dem Verdichter 16 gekoppelt ist. Der Verdichter 16 wird dabei lediglich durch die von der Turbine abgegebene Leistung angetrieben.

[0021] Der Abgaskrümmer 6 besteht aus vier Einzelauslassrohren 19, welche in einem Sammelrohr 20 des Abgaskrümmers 6 enden. Im Sammelrohr 20 ist erfindungsgemäß eine Regelklappe 21 angeordnet, welche eines der Einzelauslassrohre 19 eines Zylinders 5 von den Einzelauslassrohren 19 der anderen Zylinder 5 trennt. Eine weitere Regelklappe 22 ist im Bypasskanal 15 angeordnet, um den durch den Bypasskanal 15 oder die Turbokühleinheit 14 fließenden Abgasrückführungsstrom zu steuern.

[0022] Im Folgenden wird die Funktionsweise des Abgasrückführsystems mit beispielhaften Werten bezüglich des Drucks und der Temperatur beschrieben.

[0023] Bei geschlossener erster Regelklappe 21 im Abgaskrümmer 6 strömt das aus dem vierten Zylinder 5

kommende Gas vollständig in die Abgasrückführleitung 9 zum Abgasrückführventil 10, über welches die zurückgeführte Abgasmenge entsprechend der Stellung des Ventils gesteuert wird. Vor dem Abgasrückführventil 10 liegt ein Druck von beispielsweise 4,53 bar bei einer Temperatur von 823 K an. Über das Ventil verringert sich sowohl der Druck auf ca. 4,43 bar als auch die Temperatur auf circa 733 K. Bei geschlossener Bypassklappe 13 verringert sich die Temperatur des Abgases im Abgaskühler 11 auf beispielsweise 463 K bei einem Druck von 4,33 bar. Bei geschlossener zweiter Regelklappe 22 strömt das Abgas über die Turbokühleinheit 14. Dabei wird zunächst der Druck des Abgases im Verdichter auf circa 5,2 bar erhöht, was gleichzeitig eine Erhöhung der Temperatur auf circa 508 K zur Folge hat. Diese Temperatur wird nun im zweiten Abgaskühler 17 auf circa 401 K gesenkt, wodurch ein geringer Druckabfall auf circa 5,1 bar folgt. Durch den Einsatz der Turbine 18 in der Turbokühleinheit 14 erfolgt eine deutliche Absenkung sowohl des Druckes als auch der Temperatur durch die Entspannung. Der Druck sinkt hierdurch beispielsweise auf 2,5 bar ab, während die Temperatur auf 361 K abgesenkt werden kann, was unterhalb der üblichen Kühlmitteltemperatur eines Verbrennungsmotors liegt. Der Druck ist jedoch noch hoch genug, damit Abgas in die Ansaugleitung 1 zurückgeführt werden kann.

[0024] Ohne die Verwendung der Regelklappe 21 wäre der vorhandene Druck hinter der Turbine 18 nicht ausreichend, da bereits der Druck vor dem Abgasrückführventil 10 deutlich geringer wäre.

[0025] Es wird somit ein Abgasrückführsystem geschaffen, mit der das notwendige Druckniveau zum Erreichen ausreichender Abgasrückführraten sichergestellt wird. Gleichzeitig bleibt die Temperatur in den Abgaskühlern 11, 17 hoch genug, um eine größere Versottung durch zu kühles Abgas zu vermeiden. Das System ist sowohl bezüglich der Temperatur als auch des Drukkes durch die beiden Regelklappen 21, 22 auf einfache Weise genau einstellbar und weist eine hohe Regeldynamik auf.

[0026] Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf das vorgegebene Ausführungsbeispiel beschränkt. So kann beispielsweise die erste Regelklappe 21 zur Erzeugung eines ausreichenden Druckgefälles hinter dem Abgaskrümmer 6 im Abgasstrang 7 angeordnet sein. Allerdings würde in diesem Fall das gesamte Abgas auf einem erhöhten Druckniveau ausgeschoben werden müssen, was zu einem erhöhten Kraftstoffverbrauch führen könnte.

[0027] Auch ist es denkbar, mehr als nur einen Zylinder über die erste Regelklappe von dem übrigen Abgasstrang zu trennen. So könnte beispielsweise bei einer V-Verbrennungskraftmaschine eine einzelne Zylinderbank von der anderen durch eine derartige Regelklappe getrennt werden. Bei einer Verwendung der Turbokühleinheit in einem Niederdruckbereich einer Verbrennungskraftmaschine kann ebenfalls eine ausreichende Druckerhöhung durch eine Regelklappe im Abgasstrang erreicht werden, jedoch würde die Regeldynamik des Systems bei einer derartigen Anordnung verloren gehen.

[0028] Es sei noch erwähnt, dass sich das System bei geöffneter Regelklappe 21 und geöffneter Regelklappe 22 wie ein konventionelles Hochdruck-Abgasrückführsystem verhält, wobei zu beachten ist, dass bei einem Verschluss des Bypasskanals 15 auch die Regelklappe 21 zumindest teilweise zu verschließen ist, da sonst kein Abgas in ausreichender Menge zurückgeführt werden könnte.

Patentansprüche

1. Abgasrückführsystem für eine Verbrennungskraftmaschine mit einem Abgasrückführventil (10), welches in einer Abgasrückführleitung (9) angeordnet ist,
einem ersten Abgaskühler (11), der in der Abgasrückführleitung (9) angeordnet ist und
einer Turbine (18), welche in Strömungsrichtung des Abgases hinter dem ersten Abgaskühler (11) in der Abgasrückführleitung (9) angeordnet ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
im Bereich des Abgaskrümmers (6) eine Regelklappe (21) angeordnet ist, die im Abgaskrümmer (6) zwischen den Einzelauslassrohren (19) der einzelnen Zylinder (5) angeordnet ist, so dass bei geschlossener Regelklappe (21) nur das Abgas der durch die Regelklappe (21) abgetrennten Zylinder(5) in die Abgasrückführleitung (9) gelangt.

2. Abgasrückführsystem für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Turbine (18) über einen Bypasskanal (15) umgehbar ist, in dem eine zweite Regelklappe (22) angeordnet ist.

3. Abgasrückführsystem für eine Verbrennungskraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
hinter dem ersten Abgaskühler (11) eine Turbokühleinheit (14) angeordnet ist, welche einen mit der Turbine (18) gekoppelten Verdichter (16) sowie einen zweiten Abgaskühler (17) aufweist, wobei in Strömungsrichtung des Abgases hinter dem ersten Abgaskühler (11) zunächst der Verdichter (16), daran anschließend der zweite Abgaskühler (17) und folgend die Turbine (18) angeordnet ist.

4. Abgasrückführsystem für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Turbokühleinheit (14) über den Bypasskanal (15), in dem die zweite Regelklappe (22) angeordnet ist, umgehbar ist.

5. Abgasrückführsystem für eine Verbrennungskraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Turbine (18) mit einem Generator oder einem Gebläse gekoppelt ist, an welche die Turbine (18) ihre Leistung abgibt.

6. Abgasrückführsystem für eine Verbrennungskraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Turbokühleinheit (14) als Baueinheit ausgeführt ist.

7. Abgasrückführsystem für eine Verbrennungskraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abgasrückführleitung (9) vor einer Turbine (8) eines Turboladers aus dem Abgasstrang (7) abzweigt und hinter einem Ladeluftkühler (3) in die Ansaugleitung (1) der Verbrennungskraftmaschine mündet.

Claims

1. Exhaust gas recirculation system for an internal combustion engine, comprising:

an exhaust gas recirculation valve (10) arranged in an exhaust gas recirculation duct (9),
a first exhaust gas cooler (11) arranged in the exhaust gas recirculation duct (9), and
a turbine (18) arranged in the exhaust gas recirculation duct (9) downstream of the first exhaust gas cooler (11), seen in the flow direction of the exhaust gas,
characterized in that
in the region of the exhaust gas manifold (6), a control flap (21) is arranged, the flap being positioned in the exhaust gas manifold (6) between the individual outlet pipes (19) of the individual cylinders (5), so that,
when the control flap (21) is closed, only the exhaust gas from the cylinders (5) separated by the control flap (21) reaches the exhaust gas recirculation duct (9).

2. The exhaust gas recirculation system for an internal combustion engine of claim 1, **characterized in that** the turbine (18) can be bypassed via a bypass duct (15) in which a second control flap (22) is arranged.

3. The exhaust gas recirculation system for an internal combustion engine of one of the preceding claims, **characterized in that** a turbo cooler unit (14) is arranged downstream of the first exhaust gas cooler (11), said unit comprising a compressor (16) coupled with the turbine (18), as well as a second exhaust gas cooler (17), wherein downstream of the first exhaust gas cooler (11), seen in the exhaust gas flow direction, the compressor (16) is arranged first, followed by the second exhaust gas cooler (17) and, thereafter, the turbine (18).

4. The exhaust gas recirculation system for an internal combustion engine of claim 3, **characterized in that** the turbo cooler unit (14) can be bypassed via the bypass duct in which the second control flap (22) is arranged.

5. The exhaust gas recirculation system for an internal combustion engine of one of claims 1 to 2, **characterized in that** the turbine (18) is coupled to a generator or a fan to which the turbine (18) supplies its output.

6. The exhaust gas recirculation system for an internal combustion engine of one of the preceding claims, **characterized in that** the turbo cooler unit (14) is configured as a structural unit.

7. The exhaust gas recirculation system for an internal combustion engine of one of the preceding claims, **characterized in that** the exhaust gas recirculation duct (9) branches from the exhaust gas line (7) before a turbine (8) of a turbocharger and terminates in the intake duct (1) of the internal combustion engine behind a charge air cooler (3).

Revendications

1. Système de recirculation des gaz d'échappement pour un moteur à combustion interne, comprenant
une soupape de recirculation des gaz d'échappement (10) disposée dans un conduit de recirculation des gaz d'échappement (9),
un premier refroidisseur de gaz d'échappement (11) disposé dans ledit conduit de recirculation des gaz d'échappement (9), et
une turbine (18) disposée dans ledit conduit de recirculation des gaz d'échappement (9) en aval dudit premier refroidisseur de gaz d'échappement (11), vu dans la direction d'écoulement des gaz d'échappement,
caractérisé en ce que
dans la région du collecteur des gaz d'échappement (6) est disposé un clapet de commande (21), ledit clapet étant disposé dans ledit collecteur des gaz d'échappement (6) entre les tuyaux de sortie individuels (19) des cylindres individuels (5), de sorte qu'en état fermé dudit clapet de commande (21) seulement les gaz d'échappement des cylindres (5) séparés par ledit clapet de commande (21) passent

dans ledit conduit de recirculation des gaz d'échappement (9).

2. Système de recirculation des gaz d'échappement pour un moteur à combustion interne selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la turbine (18) peut être contournée par un conduit de contournement (15) dans lequel est arrangé un deuxième clapet de commande (22).

3. Système de recirculation des gaz d'échappement pour un moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un ensemble refroidisseur turbo (14) est disposé en aval du premier refroidisseur des gaz d'échappement (11), ledit ensemble comprenant un compresseur (16), couplé avec la turbine (18), et un deuxième refroidisseur des gaz d'échappement (17), ledit compresseur (16) étant disposé en premier en aval dudit premier refroidisseur des gaz d'échappement (11), vu dans la direction d'écoulement des gaz d'échappement, le compresseur étant suivi par ledit deuxième refroidisseur des gaz d'échappement (17) et, après celui, par ladite turbine (18).

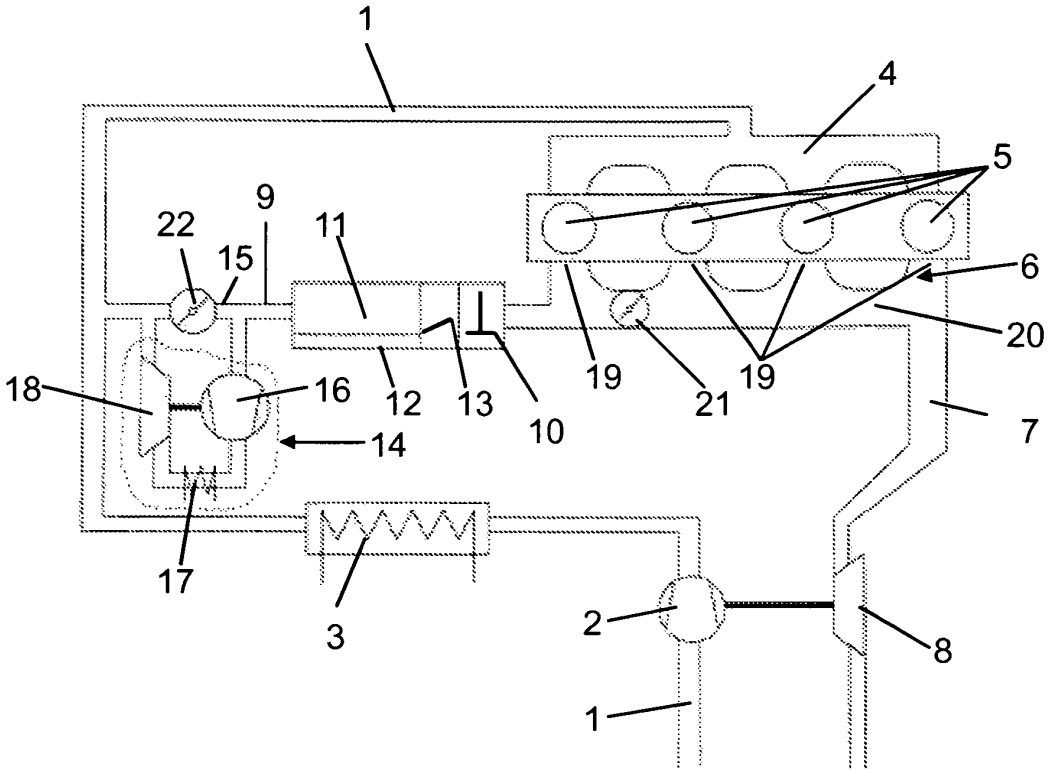
4. Système de recirculation des gaz d'échappement pour un moteur à combustion interne, selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** ledit ensemble refroidisseur turbo (14) peut être contourné par un conduit de contournement (15) dans lequel est arrangé le deuxième clapet de commande (22).

5. Système de recirculation des gaz d'échappement pour un moteur à combustion interne, selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** ladite turbine (18) est couplée avec un générateur ou un ventilateur qui sont alimentés en énergie par ladite turbine (18).

6. Système de recirculation des gaz d'échappement pour un moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit ensemble refroidisseur turbo (14) est réalisé comme unité structurelle.

7. Système de recirculation des gaz d'échappement pour un moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit conduit de recirculation des gaz d'échappement (9) branche du système de gaz d'échappement (7) avant une turbine (8) d'un turbocompresseur et débouche dans le conduit d'admission (1) du moteur à combustion interne derrière un refroidisseur d'air (3).

Figur



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1186767 A2 **[0005] [0006]**
- US 20070175215 A1 **[0007]**