



(11)

EP 3 631 187 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
17.01.2024 Patentblatt 2024/03

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F02M 26/24 ^(2016.01) **F02M 26/30** ^(2016.01)
F02M 26/06 ^(2016.01)

(21) Anmeldenummer: **18724238.3**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F02M 26/24; F02M 26/30; F02M 26/06;
F28D 9/0093; F28D 21/0003; F28D 2021/008;
F28F 27/02

(22) Anmeldetag: **14.05.2018**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2018/062307

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2018/215222 (29.11.2018 Gazette 2018/48)

(54) **ABGASRÜCKFÜHRVORRICHTUNG FÜR EINE VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE**

EXHAUST GAS RECIRCULATION DEVICE FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

DISPOSITIF DE RECYCLAGE DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT POUR UN MOTEUR À COMBUSTION INTERNE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL 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 RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **22.05.2017 DE 102017111101**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.04.2020 Patentblatt 2020/15

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

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

(74) Vertreter: **terpatent Patentanwälte ter Smitten**
Eberlein-Van Hoof Rütten Daubert
Partnerschaftsgesellschaft mbB
Burgunderstraße 29
40549 Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 2 302 190 GB-A- 2 473 821
US-B1- 7 581 533

EP 3 631 187 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Abgasrückführvorrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine umfassend einen Abgaskanal, über welchen Abgas von der Verbrennungskraftmaschine an die Umgebung ableitbar ist, einen Einlasskanal, über welchen Verbrennungsluft zur Verbrennungskraftmaschine leitbar ist, und einen Wärmetauscher, welcher an einem Ende mit dem Abgaskanal fluidisch verbindbar ist, und der an einem dazu entgegengesetzten Ende mit einem Abgasrückführkanal fluidisch verbindbar ist, welcher in den Einlasskanal mündet. Der Wärmetauscher weist zwei baulich voneinander getrennte Stränge auf, welche in einen Sammler münden, der mit dem Abgasrückführkanal fluidisch verbunden ist. In dem Abgasrückführkanal ist ein Abgasrückführventil angeordnet, über welches ein Durchströmungsquerschnitt des Abgasrückführkanals regelbar ist.

[0002] Ein wesentlicher Anteil des in einer Verbrennungskraftmaschine verbrannten Kraftstoffes wird in Form von Wärme über das Abgassystem ausgestoßen. Es ist daher vorteilhaft, diese Wärme oder thermische Energie von dem Abgassystem für verschiedene Zwecke zurückzugewinnen. Diese thermische Energie kann beispielsweise verwendet werden, um die Verbrennungskraftmaschine schneller aufzuheizen, um die Fahrerkabine schneller zu erwärmen oder um Reibungsverluste durch Erhitzen des Schmiermittelsystems zu reduzieren. Die thermische Energie wird dabei über eine Abgasrückführvorrichtung, welche einen Wärmetauscher aufweist, über den eine Kühlung des zurückgeführten Abgases erfolgt, so dass nach der Kaltstartphase die Schadstoffemissionen reduziert werden, zurückgewonnen.

[0003] Aus der EP 2 302 190 A1 ist ein Abgasrückführsystem bekannt, welches einen Abgaskühler mit zwei Abgassträngen und zwei Auslässen und ein vorgeschaltetes Abgasrückführventil aufweist. Am Auslass des Abgaskühlers ist ein zusätzliches Klappenventil angeordnet, in Abhängigkeit dessen der Abgaskühler je nach Anordnung seiner Auslässe unterschiedlich durchströmt wird.

[0004] Des Weiteren offenbart die GB 2473821 A ein Abgasrückführsystem mit einem Wärmetauscher mit zwei vorgeschalteten Klappen, der einen Einlass und einen Auslass an der gleichen Seite aufweist und somit immer U-förmig durchströmt wird. Die Ventile sind so gestaltet, dass in einer ersten Position der Abgaskühler nicht durchströmt wird, in einer zweiten Position nur ein Kühlerstrang durchströmt wird und in einer dritten Position beide Kühler entgegengesetzt durchströmt werden.

[0005] Die WO 2014/136024 A1 offenbart eine Abgasrückführvorrichtung mit einem U-förmigen Wärmetauscher, welcher mit einem Abgaskanal und in einem Scheitelbereich des Wärmetauschers über ein Abgasrückführventil mit einem Einlasskanal, über den Verbrennungsluft zu der Verbrennungskraftmaschine leitbar ist, verbunden ist. In dem Abgaskanal ist ein rechteckiges

Klappenventil angeordnet, welches zwischen einer ersten Stellung, bei welcher der Abgaskanal vollständig geöffnet und eine Mündung des Wärmetauschers vollständig verschlossen ist und einer zweiten Stellung, bei welcher der Abgaskanal im Bereich des Wärmetauschers vollständig verschlossen und ein in Strömungsrichtung vorgelagerter Strang des U-förmigen Wärmetauschers vollständig geöffnet ist, so dass der Abgasstrom in diesen Strang des Wärmetauschers geleitet wird, verstellbar ist.

[0006] Des Weiteren ist aus der US 7,581,533 B1 ein Abgasrückführsystem mit einem zweisträngiger Abgaskühler bekannt, bei dem über eine vorgelagerte Klappe entweder eine Durchströmung des Kühlers umgangen wird, die beiden Stränge des Kühlers parallel durchströmt werden oder die Stränge in Reihe durchströmt werden.

[0007] Die Abgasrückführvorrichtung nach dem Stand der Technik hat den Nachteil, dass ein ausreichend hohes Strömungsgefälle im Abgasrückführkanal anliegen muss, damit der Wärmetauscher mit einer ausreichenden Abgasmenge durchströmt wird. Dadurch ist die Abgasrückführvorrichtung nach dem Stand der Technik nicht für den Niederdruckbetrieb geeignet, da der Widerstand im Abgasrückführkanal immer höher ist als im Abgaskanal. Entsprechend wird keine ausreichende Regelbarkeit des zurückgeführten Abgasstromes erreicht, insbesondere in Phasen mit hohen Abgasrückführraten. Die gesetzlich vorgeschriebenen Emissionswerte sind entsprechend mit einer derartigen Abgasregelvorrichtung insbesondere im Niederdruckbereich nicht erreichbar.

[0008] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt somit darin, eine Abgasrückführvorrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine zu schaffen, welche auch für den Niederdruckbetrieb geeignet ist, die auch bei einem hohen Anteil an rückgeführtem Abgas einen hohen Wirkungsgrad in Bezug auf die rückgewonnene thermische Energie hat, und bei welcher der Anteil der aus dem Abgas rückgewonnenen thermischen Energie regelbar ist.

[0009] Diese Aufgabe wird durch eine Abgasrückführvorrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0010] Die erfindungsgemäße Abgasrückführvorrichtung weist zwei baulich voneinander getrennte Stränge auf, welche in einen Sammler münden. Die beiden Stränge sind somit derart konstruktiv ausgestaltet, dass eine gegenseitige Beeinflussung der Strömungen in den Strängen vermieden ist. An einem Ende beider Stränge sind diese über den Sammler miteinander verbunden, so dass in Abhängigkeit von der Klappenstellung des Abgasrückführventils entweder das Abgas aus beiden Strängen über den Sammler in den Abgasrückführkanal geleitet wird, oder das Abgas von dem in Abgasrichtung vorgelagerten ersten Strang über den Sammler in den zweiten Strang geleitet wird.

[0011] Erfindungsgemäß weist die Abgasrückführvorrichtung ein Klappenventil auf, welches derart in dem Abgaskanal, über welchen Abgas von der Verbrennungskraftmaschine an die Umgebung ableitbar ist, angeordnet ist, dass das Klappenventil in einer ersten Stellung

den Abgaskanal freigibt, in einer zweiten Stellung den Abgaskanal in Strömungsrichtung stromabwärts der beiden Stränge verschließt, so dass der Abgasstrom beide Stränge in Richtung des Abgasrückführkanals durchströmt, und in einer dritten Stellung das Klappenventil den Abgaskanal im Bereich zwischen beiden Strängen verschließt, so dass der Abgasstrom durch den in Abgasrichtung vorgelagerten ersten Strang leitbar ist, und der zweite Strang in Abhängigkeit der Stellung des Abgasrückführventils in entgegengesetzter Richtung durchströmbar ist.

[0012] In der ersten Stellung hat das Klappenventil somit einen minimalen Strömungswiderstand im Abgaskanal, so dass die Strömung im Abgaskanal durch das Klappenventil kaum gestört wird. In der zweiten Stellung dahingegen wird eine vollständige Durchströmung des Abgaskanals von der Klappe an stromabwärts der beiden Stränge unterbunden. Das Abgas wird bei geöffnetem AGR-Ventil dadurch in beide Stränge des Wärmetauschers umgeleitet, so dass die gesamte Abgasmenge auf zwei Stränge verteilt wird und dadurch der maximale Wärmetauscherquerschnitt ausgenutzt wird. Dadurch wird der Anteil der zurückgewonnenen thermischen Energie erhöht.

[0013] In der dritten Stellung wird eine Durchströmung des Abgaskanals ab der baulichen Trennung zwischen den Strängen unterbunden. Das Abgas wird dadurch durch den in Strömungsrichtung vorgelagerten Strang geleitet. In Abhängigkeit der Klappenstellung des AGR-Ventils wird dadurch ein Teil des Abgases zur Verbrennungskraftmaschine rückgeführt, wobei das rückgeführte Abgas lediglich durch einen Strang gekühlt wird, so dass die Kühlung des rückgeführten Abgases reduziert ist. Dadurch kann bei kalten Betriebsbedingungen, bei welchen die Gefahr einer Kondensatbildung der Verbrennungsluft vorliegt, heißeres Abgas rückgeführt werden, um die Kondensatbildung zu vermeiden. Das in der dritten Stellung nicht rückgeführte Abgas wird in dem in Strömungsrichtung nachgelagerten Strang in den Abgaskanal zurückgeleitet. Dabei wird in diesem Strang die thermische Energie aus dem Abgas zurückgewonnen. Dadurch ist der Anteil der aus dem Abgas zurückgewonnenen thermischen Energie regelbar, um die Abgasrückführvorrichtung besser an bestimmte Betriebsbedingungen anzupassen.

[0014] In einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist das Klappenventil stufenlos zwischen den drei Stellungen verstellbar. Eine stufenlose Verstellbarkeit zwischen den Stellungen im Sinne der vorliegenden Erfindung liegt vor, wenn das Klappenventil zwischen der ersten und der zweiten Stellungen, sowie zwischen der zweiten und der dritten Stellung, jede Zwischenstellung einnehmen kann. In einer Zwischenstellung zwischen der ersten Stellung und der zweiten Stellung wird die Strömung im Abgaskanal gedrosselt, so dass über diese Stellung und über die Stellung des AGR-Ventils die rückgeführte Abgasmenge regelbar ist. Da zwischen der ersten und zweiten Stellung jeweils beide Stränge durch-

strömt werden, steigt die rückgewonnene thermische Energiemenge mit steigender rückgeführten Abgasmenge.

[0015] Vorzugsweise ist das Klappenventil ein Schmetterlingsventil. Das Schmetterlingsventil hat den Vorteil, dass aufgrund der sich an der Klappe ausgleichenden Kräfte des Gasstromes, in einer statischen Position des Ventils, nur geringe Haltekräfte notwendig sind. Auch für die Verstellung der Klappe ist lediglich ein geringes Drehmoment notwendig.

[0016] In einer weiteren bevorzugten Ausführung der Erfindung ist die Drehachse des Klappenventils in einer Verlängerung der baulichen Trennung der Stränge angeordnet. In der dritten Stellung verlängert das Klappenventil somit die bauliche Trennung bis zu einer Wandung des Abgaskanals. Dadurch ist ein symmetrischer Aufbau des Klappenventils möglich.

[0017] Vorzugsweise ist die Drehachse des Klappenventils mittig im Abgaskanal angeordnet. Die Drehachse schneidet dabei eine axiale Kanalmittelachse des Abgaskanals in diesem Bereich. Das Klappenventil wird dadurch symmetrisch im Abgaskanal angeordnet, so dass auch der Abgaskanal im Bereich des Klappenventils symmetrisch ausgeformt sein kann.

[0018] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Drehachse des Klappenventils an einer den Strängen gegenüberliegenden Seite des Abgaskanals angeordnet. Die Drehachse ist dabei derart angeordnet, dass sie den größten radialen Abstand zu den Strängen aufweist. In der ersten Stellung wird dadurch der Strömungswiderstand des Klappenventils durch die im Wesentlichen außerhalb der Hauptströmung liegende Klappe und Drehachse, reduziert. Bei dieser Ausgestaltung ist die Klappe vorzugsweise eine Rechteckklappe und der Abgaskanal im Bereich des Klappenventils rechteckig ausgeformt.

[0019] In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist ein von der Drehachse entferntes Klappenende in der zweiten und dritten Stellung unmittelbar gegenüberliegend zu einer Abgaskanalwandung bzw. der baulichen Trennung zwischen den Strängen angeordnet. Das Klappenende ist dabei derart angeordnet, dass ein Abstand zwischen Klappenende und Abgaskanalwandung bzw. der baulichen Trennung minimal ist, so dass lediglich eine Leckageströmung zwischen Klappenende und Abgaskanalwandung bzw. der baulichen Trennung vorhanden ist. Dadurch kann die Strömung in einer Richtung vollständig gestoppt und in eine andere Richtung umgelenkt werden.

[0020] In einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist die Abgasrückführvorrichtung eine Niederdruckabgasrückführvorrichtung. Durch die Möglichkeit der parallelen Durchströmung beider Stränge ist der Betrieb des Wärmetauschers auch bei geringem Gegendruck wie er bei einer Niederdruckabgasrückführvorrichtung vorliegt, gegeben.

[0021] Vorzugsweise ist der Abgaskanal im Bereich des Klappenventils kugelförmig ausgebildet, wobei ein Durchmesser der kugelförmigen Ausformung größer ist als ein Abgaskanaldurchmesser. Dadurch kann für die

Klappe eine Anlagefläche bereitgestellt werden, so dass eine Strömung im Abgaskanal unterbunden werden kann. Diese Anlagefläche ist durch den größeren Durchmesser außerhalb der Hauptströmung vorgesehen, so dass die Hauptströmung im Abgaskanal nicht durch die Anlagefläche gestört wird.

[0022] Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Durchmesser der kugelförmigen Ausformung größer als eine Breite beider Stränge des Wärmetauschers ist. Dadurch kann die Klappe, insbesondere in der zweiten Stellung, den Abgaskanal verschließen und den Abgasstrom in die Stränge umleiten, ohne dass ein Klappenende in den Öffnungsquerschnitt des in Strömungsrichtung nachgelagerten Stranges ragt. Zusätzlich wird durch eine solche Ausformung die Herstellung des Kanalgehäuses vereinfacht.

[0023] Die bauliche Trennung zwischen den Strängen des Wärmetauschers ist vorzugsweise eine Trennwand. Die Trennwand bildet dabei eine Begrenzungswand jeden Stranges des Wärmetauschers. Dadurch wird die Anzahl der Bauteile für den Wärmetauscher klein gehalten und der Wärmetauscher weist eine sehr kompakte Größe auf.

[0024] Es wird somit eine Abgasrückführvorrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine geschaffen, welche auch bei einem hohen Anteil an rückgeführtem Abgas einen hohen Wirkungsgrad in Bezug auf die rückgewonnene thermische Energie hat.

[0025] Weitere Einzelheiten und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele in Verbindung mit den Zeichnungen. In diesen zeigen:

- Figur 1: Schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Abgasrückführvorrichtung nach einem ersten Ausführungsbeispiel in einer ersten Stellung bei geschlossenem AGR-Ventil,
- Figur 2: Abgasrückführvorrichtung nach Figur 1 bei geöffnetem AGR-Ventil,
- Figur 3: Schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Abgasrückführvorrichtung nach einem ersten Ausführungsbeispiel in einer zweiten Stellung bei geöffnetem AGR-Ventil,
- Figur 4: Schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Abgasrückführvorrichtung nach einem ersten Ausführungsbeispiel in einer dritten Stellung bei geschlossenem AGR-Ventil,
- Figur 5: Abgasrückführvorrichtung nach Figur 4 bei geöffnetem AGR-Ventil, und
- Figur 6: Schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Abgasrückführvorrichtung nach einem zweiten Ausführungsbeispiel in einer zweiten Stellung bei geöffnetem AGR-Ventil.

[0026] Die Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Abgasrückführvorrichtung 10 nach einem ersten Ausführungsbeispiel. Die Abgasrückführvorrichtung 10 umfasst einen Abgaskanal 14, welcher Abgas 18 von der Verbrennungskraftmaschine an die Umgebung ableitet, und einen Einlasskanal 22, welche Verbrennungsluft 26 zur Verbrennungskraftmaschine leitet. Die Abgasrückführvorrichtung 10 umfasst zusätzlich einen Wärmetauscher 30, welcher an einem Ende mit dem Abgaskanal 14 und der an einem dazu entgegengesetzten Ende mit einem in den Einlasskanal 22 mündenden Abgasrückführkanal 34 fluidisch verbunden ist. Der Wärmetauscher 30 weist zwei über eine Trennwand als bauliche Trennung 38 getrennte Stränge 42, 44 auf, welche vor dem Abgasrückführkanal 34 in einem Sammler 46, der direkt mit dem Abgasrückführkanal 34 verbunden ist, vereint werden. In dem Abgasrückführkanal 34 ist ein Abgasrückführventil (AGR-Ventil) 50 angeordnet, welches zwischen einer Stellung, bei welcher der Abgasrückführkanal 34 geschlossen ist und einer Stellung, bei welcher der Abgasrückführkanal 34 vollständig geöffnet ist, stufenlos verstellbar ist. Das in Figur 1 gezeigte AGR-Ventil 50 ist in einer geschlossenen Stellung dargestellt.

[0027] In dem Abgaskanal 14 ist ein als ein Schmetterlingsventil ausgebildetes Klappenventil 54 angeordnet. Im Bereich des Schmetterlingsventils 54 ist der Abgaskanal 14 kugelförmig ausgebildet, wobei ein Durchmesser D_K der kugelförmigen Ausformung größer ist als ein Abgaskanaldurchmesser D_A und größer ist als eine Breite B beider Stränge 42, 44 des Wärmetauschers 30. Eine Drehachse 58 des Schmetterlingsventils 54 ist dabei mittig im Abgaskanal 14 in einer Verlängerung der Trennwand 38 der beiden Stränge 42, 44 angeordnet. Das in Figur 1 gezeigte Schmetterlingsventil 54 ist in einer ersten Stellung dargestellt, bei welcher der Abgaskanal 14 vollständig geöffnet ist. Das Schmetterlingsventil 54 kann jedoch auch Zwischenstellungen zwischen der ersten und der in Figur 3 gezeigten zweiten Stellung einnehmen. In der ersten Stellung erstreckt sich das Schmetterlingsventil 54 im Wesentlichen in einer Strömungsrichtung des Abgaskanals 14. In der gezeigten Stellung des Schmetterlingsventils 54 und des AGR-Ventils 50 wird keine Strömung im Wärmetauscher 30 erzeugt.

[0028] Die Abgasrückführvorrichtung 10 in Figur 2 unterscheidet sich von der Abgasrückführvorrichtung 10 nach Figur 1 dadurch, dass bei der Abgasrückführvorrichtung 10 in Figur 2 das AGR-Ventil 50 geöffnet ist. Dadurch wird ein Teil des Abgases 18 zur Verbrennungskraftmaschine rückgeführt. Dieses rückgeführte Abgas verursacht eine Strömung im Wärmetauscher 30, so dass die Wärme aus dem rückgeführten Abgas zurückgewonnen werden kann. Da in der in Figur 2 gezeigten Stellung beide Stränge 42, 44 zum Abgaskanal 14 offen sind, wird der Wärmetauscher 30 über beide Stränge 42, 44 von dem rückgeführten Abgas durchströmt, so dass der effektive Querschnitt des Wärmetauschers 30 vergrößert wird und dadurch der Anteil der zurückgewonnenen

thermischen Energie erhöht wird.

[0029] In Figur 3 ist die Abgasrückführvorrichtung 10 in einer zweiten Stellung des Schmetterlingsventils 54 bei geöffnetem AGR-Ventil 50 gezeigt. Das Schmetterlingsventil 54 kann jedoch auch Zwischenstellungen zwischen der zweiten und der in Figur 4 gezeigten dritten Stellung einnehmen. In der zweiten Stellung sind zu der Drehachse 58 entfernte Klappenenden des Schmetterlingsventils 54 unmittelbar gegenüberliegend zu einer Abgaskanalwandung 62 angeordnet. Dabei verschließt das Schmetterlingsventil 54 den Abgaskanal 14 in Strömungsrichtung stromabwärts der beiden Stränge 42, 44. Der gesamte Abgasstrom des Abgaskanals 14 wird dadurch zurückgeführt und durchströmt beide Stränge 42, 44 des Wärmetauschers 30 in Richtung des Abgasrückführkanals 34. Dadurch kann auch bei maximaler Abgasrückführung der volle Wärmetauscherquerschnitt durchströmt werden.

[0030] In Figur 4 ist die Abgasrückführvorrichtung 10 in einer dritten Stellung des Schmetterlingsventils 54 bei geschlossenem AGR-Ventil 50 gezeigt. In der dritten Stellung sind zu der Drehachse 58 entfernte Klappenenden des Schmetterlingsventils 54 unmittelbar gegenüberliegend zu der Trennwand 38 bzw. zu der Abgaskanalwandung 62 angeordnet, dabei verschließt das Schmetterlingsventil 54 den Abgaskanal 14 im Bereich zwischen beiden Strängen 42, 44, so dass der Abgasstrom durch den in Abgasrichtung vorgelagerten ersten Strang 44 geleitet wird. Über den Sammler 46, welcher beide Stränge 42, 44 miteinander verbindet wird das Abgas 18 in entgegengesetzter Richtung zu dem ersten Strang 44 über den zweiten Strang 42 zurück in den Abgaskanal 14 geleitet. Dadurch kann im Bedarfsfall die gesamte Länge des Wärmetauschers 30 durchströmt werden.

[0031] Die Abgasrückführvorrichtung 10 in Figur 5 unterscheidet sich von der Abgasrückführvorrichtung 10 nach Figur 4 dadurch, dass bei der Abgasrückführvorrichtung 10 in Figur 5 das AGR-Ventil 50 geöffnet ist. Dadurch wird in Abhängigkeit der Stellung des AGR-Ventils 50 ein Teil des Abgases 18 zur Verbrennungskraftmaschine rückgeführt. Der zur Verbrennungskraftmaschine zurückgeführte Abgasanteil wird dabei lediglich über den in Abgasrichtung des Abgaskanals 14 vorgelagerten ersten Strang 44 gekühlt, während der nicht zurückgeführte Abgasanteil über den zweiten Strang 42 zum Abgaskanal 14 gekühlt zurückgeleitet wird. Dadurch wird heißeres Abgas 18 in den Einlasskanal geleitet, welches bei kalten Betriebsbedingungen die Gefahr von Kondensatbildung vermindert.

[0032] In Figur 6 ist ein zweites Ausführungsbeispiel der Abgasrückführvorrichtung 10 gezeigt, welches beispielhaft in einer zweiten Stellung bei geöffnetem AGR-Ventil 50 dargestellt ist. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die Drehachse 58 des Klappenventils 54 an einer den Strängen 42, 44 gegenüberliegenden Seite des Abgaskanals 14 angeordnet. Die zu den Figuren 1 bis 5 beschriebenen Stellungen des Schmetterlingsventils 54

und des AGR-Ventils 50 sind auch für das zweite Ausführungsbeispiel möglich. Es ergeben sich somit für das zweite Ausführungsbeispiel die gleichen bereits zuvor für das erste Ausführungsbeispiel beschriebenen Funktionen.

[0033] Die beschriebene erfindungsgemäße Abgasrückführvorrichtung ist somit für den Niederdruckbereich geeignet und weist somit einen hohen Wirkungsgrad in Bezug auf die zurückgewonnene thermische Energie auf. Darüber hinaus ist eine Regelbarkeit der zurückgewonnenen thermischen Energie gegeben.

Bezugszeichenliste

[0034]

	10	Abgasrückführvorrichtung
	14	Abgaskanal
	18	Abgas
20	22	Einlasskanal
	26	Verbrennungsluft
	30	Wärmetauscher
	34	Abgasrückführkanal
	38	bauliche Trennung
25	42	Strang
	44	Strang
	46	Sammler
	50	Abgasrückführventil
	54	Klappenventil
30	58	Drehachse
	62	Abgaskanalwandung
	D _K	Durchmesser kugelförmigen Ausformung
	D _A	Abgaskanaldurchmesser
	B	Breite

Patentansprüche

1. Abgasrückführvorrichtung (10) für eine Verbrennungskraftmaschine umfassend:

- einen Abgaskanal (14), über welchen Abgas (18) von der Verbrennungskraftmaschine an die Umgebung ableitbar ist,
- einen Einlasskanal (22), über welchen Verbrennungsluft (26) zur Verbrennungskraftmaschine leitbar ist,
- einen Wärmetauscher (30), welcher an einem Ende mit dem Abgaskanal (14) fluidisch verbindbar ist, und der an einem dazu entgegengesetzten Ende mit einem Abgasrückführkanal (34) fluidisch verbindbar ist, welcher in den Einlasskanal (22) mündet, wobei der Wärmetauscher (30) zwei baulich voneinander getrennte Stränge (42, 44) aufweist, welche in einen Sammler (46) münden, der mit dem Abgasrückführkanal (34) fluidisch verbunden ist,
- ein Abgasrückführventil (50), welches in dem

- Abgasrückführkanal (34) angeordnet ist, über welches ein Durchströmungsquerschnitt des Abgasrückführkanals (34) regelbar ist,
 - ein Klappenventil (54), welches derart in dem Abgaskanal (14), über welchen Abgas (18) von der Verbrennungskraftmaschine an die Umgebung ableitbar ist, angeordnet ist, dass das Klappenventil (54) in einer ersten Stellung den Abgaskanal (14) freigibt, in einer zweiten Stellung den Abgaskanal (14) in Strömungsrichtung stromabwärts der beiden Stränge (42, 44) verschließt, so dass der Abgasstrom beide Stränge (42, 44) in Richtung des Abgasrückführkanals (34) durchströmt, und in einer dritten Stellung das Klappenventil (54) den Abgaskanal (14) im Bereich zwischen beiden Strängen (42, 44) verschließt, so dass der Abgasstrom durch den in Abgasrichtung vorgelagerten ersten Strang (44) leitbar ist, und der zweite Strang (42) in Abhängigkeit der Stellung des Abgasrückführventils (50) in entgegengesetzter Richtung durchströmbar ist.
2. Abgasrückführvorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Klappenventil (54) stufenlos zwischen den drei Stellungen verstellbar ist.
3. Abgasrückführvorrichtung (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Klappenventil (54) ein Schmetterlingsventil ist.
4. Abgasrückführvorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehachse (58) des Klappenventils (54) in einer Verlängerung der baulichen Trennung (38) der Stränge (42, 44) angeordnet ist.
5. Abgasrückführvorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehachse (58) des Klappenventils (54) mittig im Abgaskanal (14) angeordnet ist.
6. Abgasrückführvorrichtung (10) nach Anspruch 1 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehachse (58) des Klappenventils (54) an einer den Strängen (42, 44) gegenüberliegenden Seite des Abgaskanals (14) angeordnet ist.
7. Abgasrückführvorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein von der Drehachse (58) entferntes Klappenende in der zweiten und dritten Stellung unmittelbar gegenüberliegend zu einer Abgaskanalwandung (62) bzw. der baulichen Trennung (38) zwischen den Strängen (42, 44) angeordnet ist.
8. Abgasrückführvorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abgasrückführvorrichtung (10) eine Niederdruckabgasrückführvorrichtung ist.
9. Abgasrückführvorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abgaskanal (14) im Bereich des Klappenventils (54) kugelförmig ausgebildet ist, wobei ein Durchmesser (D_K) der kugelförmigen Ausformung größer ist als ein Abgaskanaldurchmesser (D_A).
10. Abgasrückführvorrichtung (10) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchmesser (D_K) der kugelförmigen Ausformung größer als eine Breite (B) beider Stränge (42, 44) des Wärmetauschers (30) ist.
11. Abgasrückführvorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die bauliche Trennung (38) zwischen den Strängen (42, 44) des Wärmetauschers (30) eine Trennwand ist.
- ## Claims
1. Exhaust gas recirculation device (10) for an internal combustion engine, comprising
- an exhaust gas channel (14), via which exhaust gas (18) can be discharged from the internal combustion engine to the environment,
 - an intake channel (22), via which combustion air (26) can be conducted to the internal combustion engine,
 - a heat exchanger (30) which can be fluidically connected at one end to the exhaust gas duct (14) and which can be fluidically connected at an opposite end to an exhaust gas recirculation duct (34) which opens into the inlet duct (22), the heat exchanger (30) having two structurally separate branches (42, 44) which open into a collector (46) which is fluidically connected to the exhaust gas recirculation duct (34),
 - an exhaust gas recirculation valve (50), which is arranged in the exhaust gas recirculation channel (34), via which a flow cross-section of the exhaust gas recirculation channel (34) can be regulated,
 - a flap valve (54), which is arranged in the exhaust gas channel (14), via which exhaust gas (18) can be discharged from the internal combustion engine to the environment, in such a way that the flap valve (54) opens the exhaust gas channel (14) in a first position, closes the exhaust gas channel (14) in a second position in the flow direction downstream of the two branches (42, 44), so that the exhaust gas flow flows

- through both branches (42, 44) in the direction of the exhaust gas recirculation channel (34), and in a third position the flap valve (54) closes the exhaust gas channel (14) in the region between the two branches (42, 44), so that the exhaust gas flow can pass through the first branch (44) upstream in the exhaust gas flow direction, and the second branch (42) can flow through in the opposite direction depending on the position of the exhaust gas recirculation valve (50).
2. Exhaust gas recirculation device (10) according to claim 1, **characterised in that** the flap valve (54) is continuously adjustable between the three positions.
 3. Exhaust gas recirculation device (10) according to claim 1 or 2, **characterised in that** the flap valve (54) is a butterfly valve.
 4. Exhaust gas recirculation device (10) according to one of the previous claims, **characterised in that** the axis of rotation (58) of the flap valve (54) is arranged in an extension of the structural separation (38) of the branches (42, 44).
 5. Exhaust gas recirculation device (10) according to one of the previous claims, **characterised in that** the axis of rotation (58) of the flap valve (54) is arranged centrally in the exhaust gas channel (14).
 6. Exhaust gas recirculation device (10) according to claim 1 or 4, **characterised in that** the axis of rotation (58) of the flap valve (54) is arranged on a side of the exhaust gas channel (14) opposite the branches (42, 44).
 7. Exhaust gas recirculation device (10) according to one of the previous claims, **characterised in that** a flap end remote from the axis of rotation (58) is arranged in the second and third position directly opposite an exhaust gas channel wall (62) or the structural separation (38) between the branches (42, 44).
 8. Exhaust gas recirculation device (10) according to one of the previous claims, **characterised in that** the exhaust gas recirculation device (10) is a low-pressure exhaust gas recirculation device.
 9. Exhaust gas recirculation device (10) according to one of the previous claims, **characterised in that** the exhaust gas channel (14) is configured in a spherical shape in the region of the flap valve (54), wherein a diameter (DK) of the spherical shape is larger than an exhaust gas channel diameter (DA).
 10. Exhaust gas recirculation device (10) according to claim 9, **characterised in that** the diameter (DK) of the spherical shaping is greater than a width (B) of

both branches (42, 44) of the heat exchanger (30).

11. Exhaust gas recirculation device (10) according to one of the previous claims, **characterised in that** the structural separation (38) between the branches (42, 44) of the heat exchanger (30) is a partition wall.

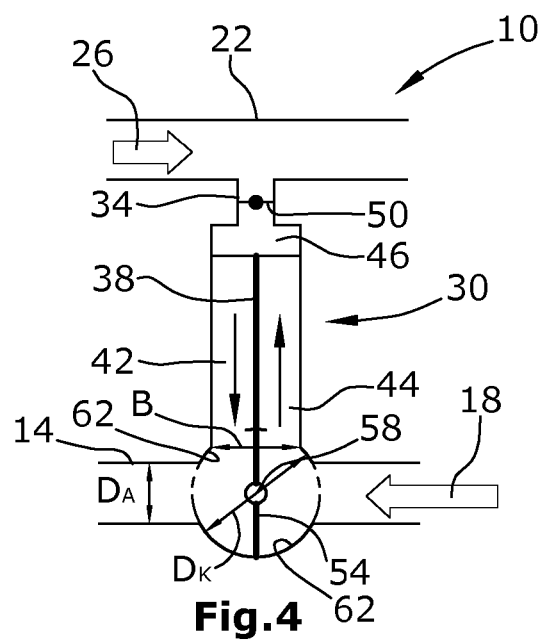
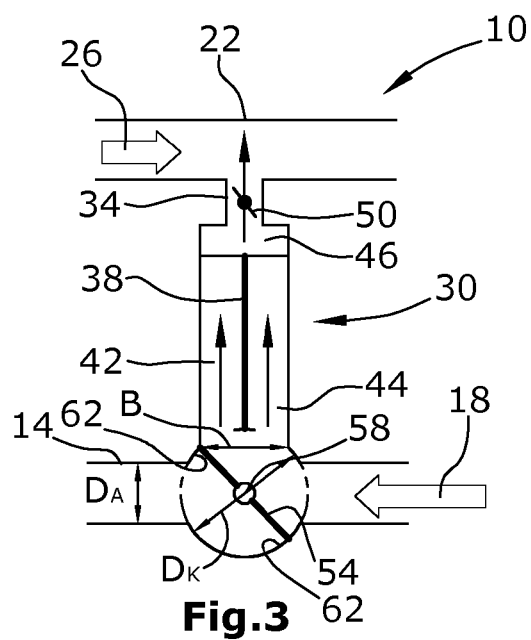
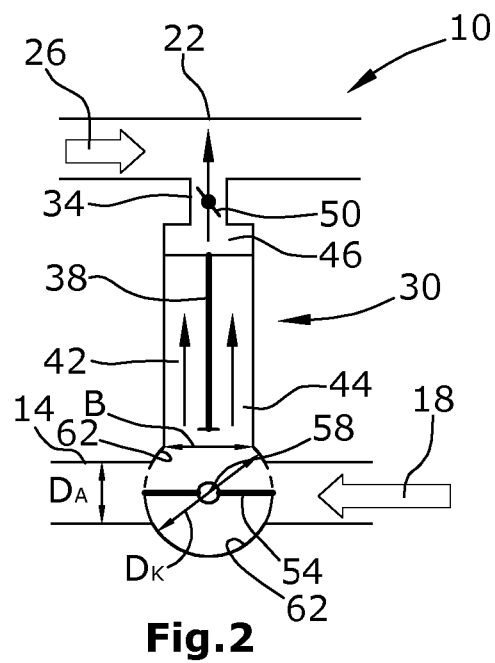
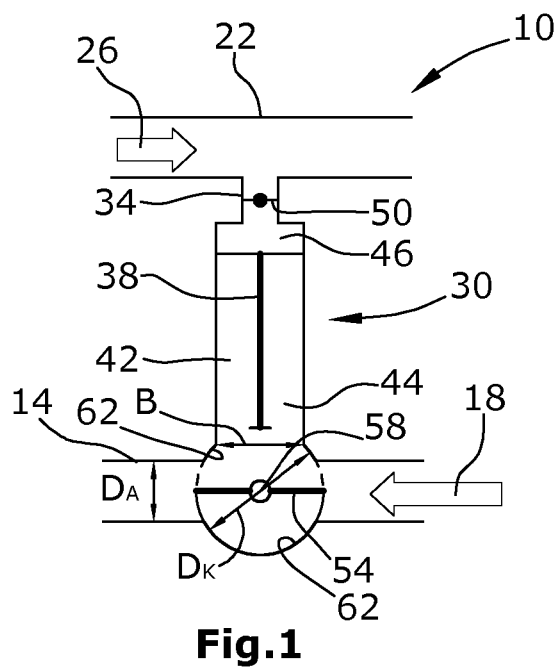
Revendications

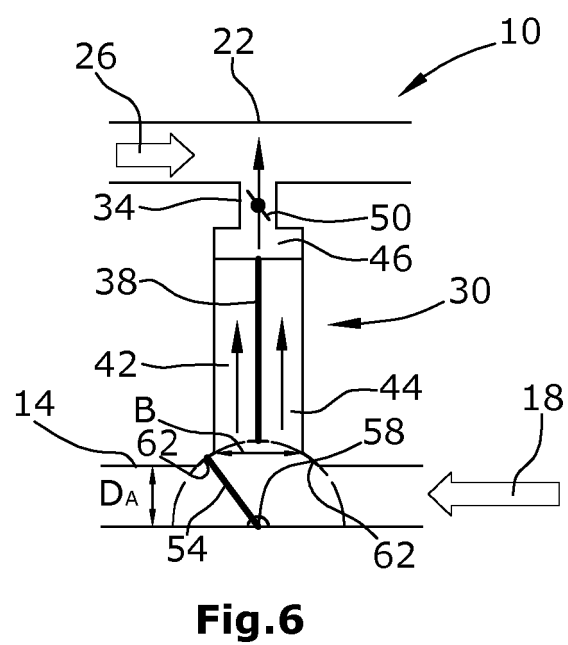
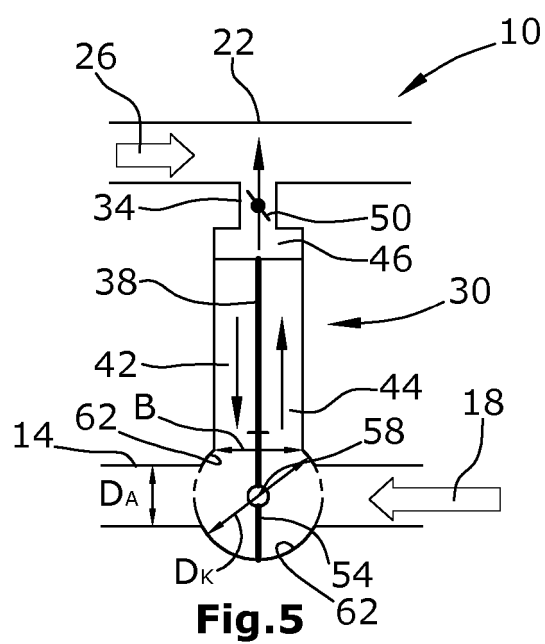
1. Dispositif de recirculation de gaz d'échappement (10) pour un moteur à combustion interne comprenant :
 - un canal d'échappement (14), par lequel le gaz d'échappement (18) peut être évacué du moteur à combustion interne vers l'environnement,
 - un conduit en entrée (22), par lequel de l'air de combustion (26) peut être envoyé au moteur à combustion interne,
 - un échangeur de chaleur (30) qui peut être relié par fluide à une extrémité au canal d'échappement (14) et qui peut être relié par fluide à une extrémité opposée à celui-ci à un canal de recirculation des gaz d'échappement (34) qui débouche dans le canal en entrée (22), l'échangeur de chaleur (30) comprenant deux branches (42, 44) séparées l'une de l'autre par construction, qui débouchent dans un collecteur (46) qui est relié par fluide au canal de recirculation des gaz d'échappement (34),
 - une vanne de recirculation des gaz d'échappement (50), qui est disposée dans le canal de recirculation des gaz d'échappement (34) et par l'intermédiaire de laquelle une section transversale d'écoulement du canal de recirculation des gaz d'échappement (34) peut être réglée,
 - une vanne à clapet (54), qui est disposée dans le canal d'échappement (14), par lequel le gaz d'échappement (18) peut être évacué du moteur à combustion interne vers l'environnement, de telle sorte que la vanne à clapet (54), dans une première position, libère le canal d'échappement (14), dans une deuxième position, ferme le canal d'échappement (14) dans le sens d'écoulement en aval des deux lignes (42, 44), de sorte que le flux de gaz d'échappement traverse les deux lignes (42, 44) en direction du canal de recirculation des gaz d'échappement (34), et dans une troisième position, la vanne à clapet (54) ferme le canal d'échappement (14) dans la zone située entre les deux branches (42, 44), de sorte que le flux de gaz d'échappement peut être dirigé à travers la première branche (44) située en amont dans le sens des gaz d'échappement, et la deuxième branche (42) peut être traversée dans le sens opposé en fonction de la position de la vanne de recirculation

des gaz d'échappement (50).

2. Dispositif de recirculation de gaz d'échappement (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la vanne à clapet (54) est réglable en continu entre les trois positions. 5
3. Dispositif de recirculation de gaz d'échappement (10) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la vanne à clapet (54) est une vanne papillon. 10
4. Dispositif de recirculation de gaz d'échappement (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'axe de rotation (58) de la vanne à clapet (54) est disposé dans le prolongement de la séparation structurelle (38) des branches (42, 44). 15
5. Dispositif de recirculation de gaz d'échappement (10) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'axe de rotation (58) de la vanne à clapet (54) est disposé au centre du canal d'échappement (14). 20
6. Dispositif de recirculation de gaz d'échappement (10) selon la revendication 1 ou 4, **caractérisé en ce que** l'axe de rotation (58) de la vanne à clapet (54) est disposé sur un côté du canal d'échappement (14) opposé aux branches (42, 44). 25
30
7. Dispositif de recirculation de gaz d'échappement (10) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**une extrémité du clapet éloignée de l'axe de rotation (58) est disposée, dans la deuxième et la troisième position, directement en face d'une paroi (62) du canal d'échappement ou de la séparation structurelle (38) entre les branches (42, 44). 35
8. Dispositif de recirculation de gaz d'échappement (10) selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de recirculation de gaz d'échappement (10) est un dispositif de recirculation de gaz d'échappement basse pression. 40
45
9. Dispositif de recirculation de gaz d'échappement (10) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le canal d'échappement (14) est de forme sphérique au niveau de la vanne à clapet (54), un diamètre (DK) de la conformation sphérique étant supérieur à un diamètre (DA) du canal d'échappement. 50
10. Dispositif de recirculation de gaz d'échappement (10) selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le diamètre (DK) de la conformation sphérique est supérieur à une largeur (B) des deux branches (42, 44) de l'échangeur de chaleur (30). 55

11. Dispositif de recirculation de gaz d'échappement (10) selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la séparation structurelle (38) entre les branches (42, 44) de l'échangeur de chaleur (30) est une paroi de séparation.





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 2302190 A1 [0003]
- GB 2473821 A [0004]
- WO 2014136024 A1 [0005]
- US 7581533 B1 [0006]